

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA
APLICADAS

GUSTAVO MARTINS FELIX SILVA

ASPECTOS MACRO E MICROSCÓPICOS DE LESÕES EM HOSPEDEIROS
NATURALMENTE INFESTADOS POR CARRAPATOS

UBERLÂNDIA

2025

GUSTAVO MARTINS FELIX SILVA

ASPECTOS MACRO E MICROSCÓPICOS DE LESÕES EM HOSPEDEIROS
NATURALMENTE INFESTADOS POR CARRAPATOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Imunologia e Parasitologia.

Área de concentração: Imunologia e Parasitologia

Orientador: Matias Pablo Juan Szabó

UBERLÂNDIA

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2025	Silva, Gustavo Martins Felix, 1993- Aspectos macro e microscópicos de lesões em hospedeiros naturalmente infestados por carrapatos [recurso eletrônico] / Gustavo Martins Felix Silva. - 2025. Orientador: Matias Pablo Juan Szabó. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.295 Inclui bibliografia. 1. Imunologia. I. Szabó, Matias Pablo Juan, 1964-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas. III. Título. CDU: 612.017
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Imunologia e Parasitologia Aplicadas				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico número 308 do PPGIPA				
Data:	Trinta de maio de dois mil e vinte e cinco	Hora de início:	8h e 30 min	Hora de encerramento:	11h e 05 min
Matrícula do Discente:	12312IPA002				
Nome do Discente:	Gustavo Martins Felix Silva				
Título do Trabalho:	Aspectos macro e microscópicos de lesões em hospedeiros naturalmente infestados por carrapatos				
Área de concentração:	Imunologia e Parasitologia Aplicadas				
Linha de pesquisa:	Epidemiologia das Doenças Infecciosas e Crônico-Degenerativas				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Sistemática, Ecologia e Aspectos Moleculares de Carrapatos e Zoonoses Transmitidas por Carrapatos em Diferentes Biomas do Brasil				

Reuniu-se no Anfiteatro do Bloco 4K, Campus Umarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas, assim composta: Sra. Alessandra Aparecida Medeiros-Ronchi - UFU; Sra. Lígia Fernandes Gundim - IMEPAC/Araguari e Sr. Matias Pablo Juan Szabo - UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Sr. Matias Szabó, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, às examinadoras, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Matias Pablo Juan Szabo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/05/2025, às 11:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Aparecida Medeiros Ronchi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/05/2025, às 11:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lígia Fernandes Gundim, Usuário Externo**, em 02/06/2025, às 13:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6353032** e o código CRC **F61D9830**.

GUSTAVO MARTINS FELIX SILVA

ASPECTOS MACRO E MICROSCÓPICOS DE LESÕES EM HOSPEDEIROS
NATURALMENTE INFESTADOS POR CARRAPATOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Imunologia e Parasitologia.

Área de concentração: Imunologia e Parasitologia

Uberlândia, 30 de Maio de 2025

Banca Examinadora:

Alessandra Aparecida de Medeiros Ronchi
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ – Universidade Federal de
Uberlândia - UFU

Lígia Fernandes Gundim
Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

Dedico este trabalho aos meus pais, aos meus
avós, à minha irmã e ao meu sobrinho pelo
carinho, compreensão, amor e estímulo que
sempre me guiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, pilar fundamental em toda a minha trajetória. Sem o amor, apoio e compreensão de vocês, nada disso seria possível. Em especial, aos meus pais, Renato e Noraide, por todo o suporte incondicional, por me compreenderem nos momentos de ausência durante a pesquisa e escrita, pelo carinho constante e por estarem sempre dispostos a me ouvir. À minha irmã Islâine, por todo o apoio e suporte nos momentos em que mais precisei, e ao meu querido sobrinho e afilhado Pedro Antônio, por encher minha vida de alegria e luz. À minha irmã do coração, Keila, pela presença, afeto e por sempre ter uma palavra de consolo.

À equipe do LABIX, meu profundo agradecimento. Vocês foram essenciais para a concretização deste trabalho, oferecendo não apenas suporte técnico, mas também acolhimento e incentivo nos momentos mais difíceis. Em especial, agradeço ao Rodrigo, Ana Carolina, Amanda e Adriane, por toda a ajuda, paciência e parceria ao longo dessa jornada.

Ao João Pedro e ao Matheus, minha gratidão pelo companheirismo e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava. Vocês me mostraram que sou capaz de ir além e alcançar todos os meus objetivos.

Agradeço também à Késia, pela dedicação e auxílio imprescindível na confecção das lâminas histológicas, e por tornar o ambiente de trabalho mais leve e divertido com suas conversas sempre animadas. Sua contribuição foi essencial para que este trabalho se concretizasse.

Ao professor Dr. Marcelo Emílio Beletti, expressei minha sincera gratidão pelo apoio à pesquisa e pela disponibilidade constante em colaborar com este estudo. Ao meu orientador, Matias, obrigado por sua paciência, orientação e apoio, mesmo nos momentos mais turbulentos deste percurso e por aguentar este “desorientado” até o fim.

À banca examinadora, meu reconhecimento pela leitura cuidadosa e pelas contribuições valiosas que enriqueceram significativamente este trabalho, em especial às professoras Dra. Alessandra e Dra. Lígia.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho durante o curso, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à formação acadêmica e científica no Brasil.

“Viver é arriscar tudo. Do contrário,
você é apenas um pedaço inerte de
moléculas aleatoriamente montadas, à
deriva para onde o universo o levar.” -
Rick Sanchez”

RESUMO

Carrapatos são ectoparasitas hematófagos de ampla distribuição geográfica, com capacidade de causar lesões cutâneas, transmitir patógenos e modular ativamente a resposta imune do hospedeiro. Embora modelos experimentais tenham elucidado parte dos mecanismos inflamatórios envolvidos na resistência ao parasitismo, pouco se sabe sobre essas reações em hospedeiros silvestres naturalmente infestados. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as alterações macroscópicas, histopatológicas e da composição do infiltrado inflamatório em diferentes espécies de animais silvestres e domésticos naturalmente parasitados por carrapatos. Foram analisadas 57 amostras de pele de 74 animais necropsiados, abrangendo nove espécies de hospedeiros, como tamanduás-bandeira, javaporcos, capivaras, equinos, bovinos, veados-catingueiros, ouriços-cacheiro, tamanduás-mirim e anta. As amostras foram coletadas no ponto de fixação de carrapatos identificados visualmente, e processadas para análise histológica. As alterações macroscópicas foram em geral discretas para todos os hospedeiros, com predomínio de aumento de volume, crostas e, em menor grau, hipotricose. Lesões mais acentuadas foram registradas em equinos parasitados por *Dermacentor nitens* e em javaporcos infestados por *Amblyomma sculptum*. A avaliação microscópica revelou alterações cutâneas mais severas do que as observadas macroscopicamente, especialmente em antas, javaporcos e bovinos, enquanto tamanduás-mirim apresentaram lesões mais leves. Javaporcos tiveram hemorragia, acantose e necrose mais intensas que tamanduás-bandeira, mas houve variações individuais entre hospedeiros da mesma espécie. Em equinos, a inflamação foi mais intensa com *A. sculptum* do que com *D. nitens*. Veados catingueiros apresentaram espongiose moderada e necrose leve. Ouriços e capivaras tiveram escores altos em necrose, edema e acantose, respectivamente. Bovinos parasitados por *R. microplus* tiveram alterações leves, exceto inflamação em um caso. A anta avaliada apresentou alterações intensas (escore 3), exceto hemorragia (escore 2). Hemorragia foi geralmente menos intensa, exceto em capivaras e veados. A análise estatística comparando tamanduás-bandeira e javaporcos parasitados por *A. sculptum* revelou diferenças significativas na composição do infiltrado inflamatório. Javaporcos apresentaram proporções maiores de eosinófilos ($p < 0,001$) e neutrófilos ($p = 0,011$), enquanto tamanduás exibiram maior concentração de mastócitos ($p = 0,001$). Linfócitos e macrófagos não diferiram significativamente entre os grupos. Em veados-catingueiros e ouriços, o infiltrado foi mais heterogêneo, incluindo macrófagos, linfócitos e neutrófilos. Equinos apresentaram resposta dominada por eosinófilos, enquanto bovinos mostraram infiltrado misto, de intensidade leve a moderada. A resposta inflamatória cutânea à fixação de carrapatos varia substancialmente entre os hospedeiros, refletindo possíveis

adaptações imunológicas específicas. A ausência de basófilos, frequentemente destacados em modelos experimentais como chave na resistência ao parasitismo, levanta hipóteses sobre diferenças importantes entre respostas induzidas em laboratório e infestações naturais.

Palavras-chave: inflamação; Ixodidae; resposta cutânea; histopatologia; basófilos

ABSTRACT

Ticks are hematophagous ectoparasites with a wide geographical distribution, capable of causing skin lesions, transmitting pathogens, and actively modulating the host's immune response. Although experimental models have elucidated some of the inflammatory mechanisms involved in resistance to parasitism, little is known about these reactions in naturally infested wild hosts. In this context, the present study aimed to characterize macroscopic, histopathological, and inflammatory infiltrate composition changes in different species of wild and domestic animals naturally parasitized by ticks. A total of 57 skin samples from 74 necropsied animals were analyzed, covering nine host species, including giant anteaters, wild boars, capybaras, horses, cattle, brown brocket deer, porcupines, lesser anteaters, and tapirs. Samples were collected at tick attachment sites (visually identified) and processed for histological analysis. Macroscopic changes were generally mild across all hosts, primarily presenting as swelling, crusts, and, to a lesser extent, hypotrichosis. More pronounced lesions were observed in horses parasitized by *Dermacentor nitens* and in wild boars infested by *Amblyomma sculptum*. Microscopic evaluation revealed more severe cutaneous alterations than those observed macroscopically, particularly in tapirs, wild boars, and cattle, whereas lesser anteaters exhibited milder lesions. Wild boars displayed more intense hemorrhage, acanthosis, and necrosis than giant anteaters, though individual variations were observed within the same species. In horses, inflammation was more severe with *A. sculptum* than with *D. nitens*. Brown brocket deer exhibited moderate spongiosis and mild necrosis. Porcupines and capybaras had high scores for necrosis, edema, and acanthosis, respectively. Cattle parasitized by *Rhipicephalus microplus* showed mild changes, except for inflammation in one case. The evaluated tapir exhibited severe alterations (score 3), except for hemorrhage (score 2). Hemorrhage was generally less intense, except in capybaras and deer. Statistical analysis comparing giant anteaters and wild boars parasitized by *A. sculptum* revealed significant differences in inflammatory infiltrate composition. Wild boars had higher proportions of eosinophils ($p < 0.001$) and neutrophils ($p = 0.011$), whereas anteaters exhibited higher mast cell concentrations ($p = 0.001$). Lymphocytes and macrophages did not differ significantly between groups. In brown brocket deer and porcupines, the infiltrate was more heterogeneous, including macrophages, lymphocytes, and neutrophils. Horses showed an eosinophil-dominated response, while cattle displayed a mixed infiltrate of mild to moderate intensity. The cutaneous inflammatory response to tick attachment varies substantially among hosts, suggesting possible host-specific immunological adaptations. The absence of basophils often highlighted in experimental models as key players in resistance to parasitism raises important

questions about differences between laboratory-induced responses and natural infestations.

Keywords: inflammation; Ixodidae, cutaneous response; histopathology, basophils.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Carrapatos como ectoparasitas e vetores de patógenos.....	15
2.1.1 <i>Amblyomma Sculptum</i>	15
2.1.2 <i>Amblyomma Nodosum</i>	17
2.1.3 <i>Amblyomma dubitatum</i>	18
2.1.4 <i>Amblyomma longirostre</i>	19
2.1.5 <i>Rhipicephalus microplus</i>	21
2.1.6 <i>Dermacentor Nittens</i>	22
2.2 Relevância Ecológica e Filogenética da Resistência a Carrapatos.....	22
2.3 Saliva dos carrapatos e modulação da resposta imune do hospedeiro.....	24
2.4 Lesões causadas por picadas de carrapatos.....	26
3 OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivos Gerais.....	27
3.2 Objetivos Específicos.....	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1 Origem das amostras.....	27
4.2 Coleta das amostras e identificação dos carrapatos.....	28
4.3 Avaliação macroscópica.....	28
4.4 Histopatologia	29
4.5 Avaliação microscópica	29
4.6 Contagem celular diferencial.....	29
4.7 Estatística	29
5 RESULTADOS.....	30
5.1 Amostras obtidas.....	30
5.2 Análise macroscópica.....	33
5.3 Análise microscópica	37
5.4 Contagem diferencial de células inflamatórias.....	45
6 DISCUSSÃO.....	51
7 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Os carrapatos são ectoparasitas hematófagos de ampla distribuição geográfica, pertencentes à ordem Ixodida, com impacto significativo na saúde animal, humana e ambiental (Sonenshine; Roe, 2014). Esses artrópodes parasitam todas as classes de vertebrados terrestres e desempenham um papel central na transmissão de patógenos, incluindo bactérias, protozoários e vírus (Estrada-Peña *et al.*, 2008; Rizzoli *et al.*, 2014, Angerami *et al.*, 2012). No âmbito mundial, eles são considerados os vetores mais significativos de patógenos que impactam os animais, ficando em segundo lugar, atrás apenas dos mosquitos, no caso dos humanos (Dantas-Torres *et al.*, 2012), entretanto no hemisfério norte a distribuição de carrapatos continua a se expandir (Werde, 2014), tornando esses vetores como os principais causadores de doenças zoonóticas (Radolf *et al.*, 2012). Tal capacidade está relacionada ao período prolongado de alimentação, que pode durar vários dias, característica de diversas espécies de carrapatos (Sonenshine; Roe 2014). Durante esse período, o parasita estabelece uma interação altamente especializada com o hospedeiro, envolvendo uma série de adaptações fisiológicas e moleculares que permitem a modulação das respostas imunológicas locais e sistêmicas (Wikel, 2017).

A importância dos carrapatos como vetores de patógenos é amplamente reconhecida. Estima-se que cerca de 10% das mais de 900 espécies descritas sejam capazes de transmitir agentes etiológicos de doenças, como a babesiose, a febre maculosa e a doença de Lyme (Guimarães *et al.*, 2001; Barros-Battesti *et al.*, 2006; ESTEVES *et al.*, 2015). O impacto econômico causado por esses parasitas também é expressivo, com prejuízos anuais de bilhões de dólares na pecuária global devido à redução na produção de carne, leite e couro, além dos custos relacionados ao controle químico e veterinário (GRISI *et al.*, 2014).

O contato entre humanos e carrapatos tem aumentado consideravelmente, impulsionado por fatores antropogênicos como a urbanização desordenada, o desmatamento e as mudanças no uso do solo (Dantas-Torres, 2015). Tais alterações promovem a sobreposição de habitats de espécies silvestres com áreas urbanas e rurais, facilitando a dispersão de carrapatos e a exposição humana a esses parasitas (Paddock; Yabsley., 2007; Szabó *et al.*, 2013, Eisen, 2021). Além disso, o comportamento humano, como práticas de ecoturismo e atividades em áreas naturais, intensifica essa interação, aumentando o risco de infestações e transmissão de patógenos zoonóticos (Hasset *et al.*, 2022).

Evolutivamente, os carrapatos desenvolveram mecanismos únicos para garantir o sucesso da hematofagia, destacando-se a saliva como ferramenta central nesse processo (Ferreira *et al.*, 2003; Schön, 2022). A saliva dos carrapatos contém um coquetel de moléculas

bioativas que inibem hemostasia, inflamação, dor, reparação tecidual e respostas imunológicas, criando um ambiente loco-regional favorável à alimentação (Martins *et al.*, 2020; Laurens *et al.*, 2006). Essa capacidade torna os carrapatos altamente eficientes na exploração de seus hospedeiros habituais, mas também apresenta desafios para o desenvolvimento de vacinas eficazes (Walker *et al.*, 2022). Em contrapartida, hospedeiros não habituais podem exibir resistência significativa à infestação, frequentemente associada a respostas imunológicas mediadas por infiltrados cutâneos ricos em basófilos (Yoshikawa *et al.*, 2021). Essa resistência natural pode oferecer pistas valiosas para novas estratégias de controle de carrapatos.

Embora estudos experimentais em modelos laboratoriais tenham elucidado parte dos mecanismos de resistência mediada por basófilos, pouco se sabe sobre a manifestação dessa resposta em condições naturais (Karasuyama *et al.*, 2018). Em hospedeiros selvagens naturalmente infestados, as interações entre carrapatos e hospedeiros são moldadas por pressões ecológicas e evolutivas que podem diferir substancialmente dos modelos artificiais (Cançado, 2008). Nesse contexto, investigar as respostas inflamatórias cutâneas e caracterizar a presença de basófilos no ponto de fixação de carrapatos em animais silvestres pode oferecer pistas valiosas sobre a relevância filogenética e ecológica dessas interações.

Adicionalmente, a resistência a carrapatos é uma característica que apresenta relevância aplicada, especialmente em sistemas de produção animal. A seleção de animais com maior resistência genética a carrapatos é uma estratégia sustentável para o manejo desses ectoparasitos, reduzindo a dependência de acaricidas químicos e seus efeitos adversos, como a resistência acaricida e a contaminação ambiental (Biegelmeyer *et al.*, 2015). Entender os mecanismos subjacentes a essa resistência pode, portanto, contribuir tanto para o controle de carrapatos em animais de produção quanto para aos esforços de conservação da fauna silvestre, que pode ser ameaçada por altos níveis de infestação em condições de antropização (Rezende *et al.*, 2021).

A resistência cutânea mediada por basófilos é, no entanto, difícil de detectar com as técnicas histológicas rotineiramente utilizadas, uma vez que os basófilos apresentam características morfológicas sutis que os diferenciam de outros leucócitos (Ito *et al.*, 2011). Métodos específicos, como técnicas histoquímicas, colorações alternativas e microscopia eletrônica, são necessários para a identificação e caracterização desses infiltrados (Szabó *et al.*, 1999; Yoshikawa *et al.*, 2021). A aplicação dessas ferramentas em amostras provenientes de hospedeiros silvestres naturalmente infestados pode revelar padrões ainda inexplorados de resistência ou suscetibilidade a carrapatos, oferecendo uma visão mais abrangente das interações parasita-hospedeiro em sistemas ecológicos complexos.

Portanto, este estudo tem como objetivo preencher uma lacuna significativa no conhecimento sobre a resposta cutânea às infestações por carrapatos em condições naturais, com ênfase na caracterização dos basófilos presentes no infiltrado inflamatório. A justificativa para essa investigação está fundamentada na relevância ecológica e aplicada do tema, com o potencial de contribuir tanto para o avanço do entendimento das interações parasita-hospedeiro quanto para o desenvolvimento de novas abordagens de controle de carrapatos em sistemas naturais e produtivos. Ao investigar a presença e o papel dos basófilos em animais selvagens infestados, espera-se aprimorar a compreensão da resistência a carrapatos como um mecanismo ecologicamente adaptativo e filogeneticamente relevante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Carrapatos como ectoparasitas e vetores de patógenos

Os carrapatos são ectoparasitas hematófagos especializados pertencentes à ordem Ixodida que se alimentam de mamíferos, aves, répteis e anfíbios e possuem distribuição cosmopolita (Goodman *et al.*, 2005). Embora sejam distribuídos dos trópicos para áreas subárticas, a diversidade de espécies é maior nas regiões tropicais e subtropicais (Balashov, 1972). São divididos em três principais famílias: Ixodidae (carrapatos duros), Argasidae (carrapatos moles) e Nuttalliellidae, esta última composta por uma única espécie rara (Anderson; Magnarelli, 2008).

Morfológicamente, os carrapatos apresentam o corpo dividido em duas regiões principais: o capitulum (gnathosoma), que abriga as estruturas bucais, e o idiosoma, onde se localizam as pernas (Balashov, 1972; Sonenshine, 2014). As larvas possuem seis pernas, enquanto ninfas e adultos apresentam oito (Anderson; Magnarelli, 2008). O hipostômio, localizado no capitulum, constitui uma estrutura fundamental do aparelho bucal, cuja morfologia varia entre espécies, servindo como um caráter taxonômico distintivo (Sonenshine; Roe, 2014). Durante a fixação no hospedeiro, o hipostômio atua como um canal que permite a ingestão de sangue e a inoculação de saliva, além de facilitar a transmissão de agentes patogênicos (Anderson; Magnarelli, 2008).

A hematofagia é um processo essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento dos carrapatos, cujo ciclo de vida compreende as fases de ovo, larva, ninfa e adulto (macho ou fêmea) (Anderson; Magnarelli, 2008). Patógenos adquiridos durante a alimentação podem ser transmitidos por mecanismos transestadiais e transovarianos (Balashov, 1972; Sonenshine; Roe 2014). A busca por hospedeiros e a alimentação são processos complexos (Waladde; Rice, 1982), influenciados por fatores ambientais, climáticos e pela especificidade de hospedeiros.

Globalmente, já foram descritas mais de 900 espécies de carrapatos (Sonenshine; Roe, 2014), sendo 76 registradas no Brasil (Martins *et al.*, 2021; Muñoz-Leal *et al.*, 2020). Esses ectoparasitas desempenham um papel ecológico relevante, parasitando uma ampla variedade de hospedeiros vertebrados, incluindo mamíferos, aves, répteis e anfíbios (Jongejan; Uilenberg, 2004). Aproximadamente 10% das espécies de carrapatos possuem importância médica e veterinária, causando impactos diretos e indiretos. Os efeitos diretos incluem a espoliação sanguínea e a inoculação de toxinas, enquanto os indiretos envolvem a transmissão de patógenos, como bactérias, vírus e protozoários (Jongejan; Uilenberg, 2004).

Nas últimas décadas, observou-se um aumento populacional e uma expansão geográfica de determinadas espécies de carrapatos (Paddock *et al.*, 2016). Esse fenômeno está associado a fatores como mudanças climáticas, fragmentação de habitats, disponibilidade de hospedeiros e atividades antrópicas (Paddock; Yabsley, 2007; Paddock; Goddard, 2015). A intensificação da interferência humana no meio ambiente tem ampliado o contato entre carrapatos, humanos e animais domésticos (Jongejan; Uilenberg, 2004), sendo esse cenário observado em áreas urbanas, rurais e silvestres (Paddock; Yabsley, 2007; Szabó *et al.*, 2013).

Esses artrópodes destacam-se pela complexidade de suas interações com os hospedeiros, uma vez que o período de alimentação prolongado, característico de várias espécies, permite a transmissão eficiente de patógenos (Nuttall, 2019a). Carrapatos estão associados a várias doenças zoonóticas e veterinárias, como babesiose, anaplasmoze, erliquiose, febre maculosa brasileira (causada por *Rickettsia rickettsii*), doença de Lyme (causada por *Borrelia burgdorferi*) e febre Q (causada por *Coxiella burnetii*) (Henrioud, 2011; Zeringóta *et al.*, 2017). A capacidade dos carrapatos em transmitir patógenos está associada à eficiência de seus mecanismos de alimentação, aliados à modulação imunológica promovida pela saliva (Chmelar *et al.*, 2016; Nuttall, 2019a).

Além disso, estudos têm demonstrado a relevância dos carrapatos na saúde pública e veterinária devido ao impacto econômico significativo. Segundo Grisi *et al.* (2014), os prejuízos na pecuária mundial relacionados às infestações por carrapatos chegam a bilhões de dólares por ano, destacando-se como um desafio constante para o manejo sustentável de animais de produção.

2.1.1 *Amblyomma Sculptum*

O *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888, é um carrapato duro pertencente à família Ixodidae, de ciclo de vida trioxeno e de uma geração anual que pertence ao complexo de espécies *Amblyomma cajennense* e são espécies de carrapatos encontrado nas Américas (Guglielmone *et al.*, 2006). Esse grupo inclui seis espécies, sendo *Amblyomma sculptum* e

Amblyomma cajennense sensu stricto (s.s.) (Fabricius, 1787) as registradas no Brasil (Nava *et al.*, 2014). A espécie *Amblyomma cajennense* s.s. está associada à região amazônica e ao seu clima equatorial, e não há evidências de que ela esteja envolvida na transmissão de doenças transmitidas por carrapatos (Nava *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2016).

No Brasil, *A. sculptum* é encontrado em biomas como o Cerrado, a Mata Atlântica, o Pantanal e a Caatinga, que possuem clima tropical, embora tenha se estabelecido em áreas degradadas da Mata Atlântica e seja encontrado em vegetações ripárias e pastos sujos (Szabó, *et al.*, 2013), nesses ambientes, é o carrapato mais frequentemente encontrado parasitando humanos (Szabó *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2016).

A. sculptum apresenta baixa especificidade de hospedeiros, sendo comum encontrar suas larvas e ninfas parasitando diversas espécies animais, inclusive humanos. No Brasil, os estágios adultos desse carrapato estão mais frequentemente associados a grandes mamíferos como cavalos (*Equus caballus*), capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e antas (*Tapirus terrestris*), considerados seus principais hospedeiros para todos os estágios parasitários (Dias *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2016; Guglielmone *et al.*, 2006)

Essa espécie é o principal vetor de *Rickettsia rickettsii*, agente etiológico da febre maculosa brasileira (FMB) (Labruna, 2009). A FMB é a doença transmitida por carrapatos mais relevante no Brasil, com registros históricos desde meados do século XX (Magalhães, 1952; Lemos *et al.*, 1994; Angerami *et al.*, 2012). Embora apresente baixa morbidade, sua letalidade pode atingir 80% (HORTA *et al.*, 2007). A associação entre *A. sculptum* e capivaras é epidemiologicamente significativa, uma vez que esses roedores atuam como hospedeiros amplificadores do patógeno em populações de carrapatos (Szabó *et al.*, 2013).

2.1.2 *Amblyomma Nodosum*

O carrapato *Amblyomma nodosum* Neumann, 1899 é uma espécie pertencente à família Ixodidae, endêmica da região Neotropical e registrada em diversos estados brasileiros. Esse carrapato ocorre em uma ampla variedade de biomas, como o Cerrado, a Caatinga, o Pantanal, a Mata Atlântica e a Amazônia, acompanhando a distribuição dos seus hospedeiros naturais, principalmente tamanduás e aves silvestres (Guglielmone *et al.*, 2003; Fuverki *et al.*, 2021; Garcia *et al.*, 2013; Mazioli *et al.*, 2012).

Trata-se de um carrapato de ciclo trioxeno, ou seja, cada estágio parasitário (larva, ninfa e adulto) necessita de um hospedeiro diferente para completar seu desenvolvimento. As fases imaturas de *A. nodosum* costumam parasitar aves de diferentes espécies, apresentando baixa especificidade. Já os adultos são mais seletivos, sendo encontrados com maior frequência em

mamíferos da ordem Xenarthra, principalmente o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (Jones *et al.*, 1972; Bechara *et al.*, 2002; Labruna *et al.*, 2007b).

Apesar de não haver comprovação de que *A. nodosum* seja um vetor competente de patógenos, já foram detectadas bactérias do gênero *Rickettsia* em exemplares coletados tanto em aves quanto em mamíferos, incluindo *Rickettsia bellii* e *Rickettsia parkeri* (Ogrzewalska *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2013). Isso levanta hipóteses sobre seu possível envolvimento na ecologia de doenças transmitidas por carrapatos, ainda que mais estudos sejam necessários para confirmar esse papel.

Em laboratório, a espécie apresentou dificuldades em completar o ciclo de vida quando os coelhos foram utilizados como hospedeiros experimentais. Embora mais da metade das larvas e ninfas tenham sido recuperadas após a infestação, poucos indivíduos realizaram muda e os adultos sequer se fixaram nos coelhos, o que indica que esse não é um hospedeiro adequado para essa fase do carrapato. Isso também reforça a forte dependência que *A. nodosum* tem em relação ao ambiente e aos seus hospedeiros naturais (Pinheiro *et al.*, 2015). Segundo Randolph (2004), fatores como temperatura, umidade e sazonalidade são cruciais para o sucesso do desenvolvimento dos carrapatos no ambiente.

Um caso interessante envolvendo essa espécie foi registrado por Fuverki *et al.* (2021), que observaram fêmeas adultas de *A. nodosum* parasitando uma capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no estado de Rondônia, na Amazônia Ocidental. Trata-se do primeiro relato dessa associação, o que pode indicar uma ampliação da gama de hospedeiros da espécie ou simplesmente um evento pontual provocado por alterações ambientais ou sobreposição de habitats. De fato, esse tipo de interação incomum entre hospedeiros e carrapatos pode ocorrer em áreas de grande biodiversidade ou submetidas a pressão antrópica, como desmatamento e fragmentação de habitats (Gruhn *et al.*, 2019).

2.1.3 *Amblyomma dubitatum*

O *Amblyomma dubitatum* Neumann, 1899, pertencente à família Ixodidae, é amplamente distribuído na região sul da América do Sul, com ocorrências confirmadas na Argentina, Uruguai, Paraguai, e em diversas regiões do Brasil, incluindo as porções sudeste, sul e centro-oeste (Nava *et al.*, 2010; Labruna *et al.*, 2007a). Essa espécie está especialmente associada a ambientes úmidos, como áreas alagadas e margens de corpos d'água, sendo comum em biomas como o Pantanal, Mata Atlântica, Pampa e regiões alagadas do Cerrado (Debárbora *et al.*, 2014a; Labruna *et al.*, 2007a).

O principal hospedeiro de todas as fases parasitárias do *A. dubitatum* é a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), roedor semiaquático amplamente distribuído nas mesmas regiões que o carrapato (Aragão, 1936; Evans *et al.*, 2000). No entanto, também há registros da presença desse carrapato em outros mamíferos silvestres e domésticos, como veados, tatus, antas, javalis e bovinos outros estudos também apontam que pequenos roedores (como *Caviidae* e *Sigmodontinae*) e marsupiais da família *Didelphidae* podem servir como hospedeiros alternativos para as fases imaturas Debárbora *et al.*, 2012; Dantas-Torres *et al.*, 2014; Nava *et al.*, 2010).

O ciclo de vida do *A. dubitatum* é trioxeno, com cada estágio parasitário (larva, ninfa e adulto) requerendo um hospedeiro diferente. Dados de campo e de laboratório indicam que a espécie possui um ciclo anual, com maior atividade das larvas entre maio e julho, ninfas entre julho e outubro, e adultos entre novembro e março. O desenvolvimento dos estágios livres do carrapato é influenciado por fatores ambientais como temperatura e fotoperíodo, sendo que baixas temperaturas podem retardar a muda e a oviposição, mas não foram observadas evidências de diapausa morfológica (Debárbora *et al.*, 2014a).

Estudos com capivaras demonstraram alta prevalência de infestação por *A. dubitatum*, com médias superiores a 200 carrapatos por indivíduo, o que evidencia a forte dependência ecológica entre as espécies (Debárbora *et al.*, 2014b; Guedes *et al.*, 2011).

Quanto à importância sanitária, ainda que o papel de *A. dubitatum* como vetor de patógenos para humanos não esteja totalmente esclarecido, há registros da presença de riquetsias do grupo da febre maculosa, como *Rickettsia bellii* e *Rickettsia parkeri* cepa cooperi, em exemplares dessa espécie coletados no Brasil (Labruna *et al.*, 2004a). Além disso, casos de parasitismo humano por todas as fases de *A. dubitatum* já foram relatados, o que aumenta a preocupação com sua potência de transmissão de doenças (Labruna *et al.*, 2007a).

2.1.4 *Amblyomma longirostre*

O carrapato *Amblyomma longirostre* (Koch, 1844) é uma espécie de distribuição neotropical ampla, com registros que se estendem desde o sul do México até o norte da Argentina. Ele já foi documentado em pelo menos 15 países da América Central e do Sul, incluindo o Brasil, Colômbia, Peru e Costa Rica (Fairchild *et al.*, 1966; Scott *et al.*, 2001; Nava *et al.*, 2017). No território brasileiro, ocorre em diversos biomas, como a Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal, sendo particularmente prevalente em áreas de floresta densa (Ogrzewalska; Pinter, 2016; Luz; Faccini, 2013).

A distribuição geográfica dessa espécie está intimamente ligada à presença de seus hospedeiros habituais. O estágio adulto de *A. longirostre* foi principalmente registrado em ouriços neotropicais da família *Erethizontidae*, com ocorrências esporádicas em diversos mamíferos selvagens e domésticos das famílias *Cervidae*, *Canidae*, *Mustelidae*, *Phyllostomidae*, *Equidae*, *Bradypodidae* e *Sciuridae* (Barros-Battesti *et al.*, 2006; Nava *et al.* 2010, 2017, Guglielmone *et al.*, 2014). Diferentemente dos adultos, os estágios de larvas e ninfas têm sido encontrados principalmente parasitando aves selvagens da ordem Passeriformes, com poucos registros em outras ordens de aves e em algumas espécies de mamíferos (Labruna *et al.* 2007b; Soares *et al.* 2009; Nava *et al.*, 2010; Ogrzewalska; Pinter, 2016). Além disso estágios de ninfas e adultos também foram observados em humanos. (Guglielmone *et al.*, 2006)

Em experimentos laboratoriais, observou-se que as larvas e ninfas de *A. longirostre* apresentam maiores taxas de sucesso no parasitismo e na muda quando se alimentam de aves passeriformes, como o canário (*Serinus canaria*), em comparação a mamíferos como *Calomys callosus*. O tempo de alimentação das larvas varia entre 7 e 10 dias, enquanto o das ninfas gira em torno de 9 dias. Além disso, o tipo de hospedeiro influencia diretamente na eficiência desses processos (Luz *et al.*, 2018).

Um aspecto comportamental curioso dessa espécie é o hábito dos adultos se fixarem nos espinhos dos seus hospedeiros. Estudos com *C. subspinosus* e *S. villosus* revelaram que os carrapatos aderem preferencialmente ao terço médio dos espinhos, utilizando o cemento, sem que o hipostômio penetre a pele do animal (Luz *et al.*, 2018). Esse comportamento, já descrito por Fonseca (1933), pode representar uma adaptação que permite aos carrapatos permanecerem temporariamente ancorados na superfície do espinho até encontrarem um local mais propício para o repasto sanguíneo (Luz *et al.*, 2018).

Sob a perspectiva epidemiológica, *A. longirostre* tem sido apontado como possível vetor de riquetsias do grupo da febre maculosa (SFG). O primeiro registro relevante foi feito por (Labruna *et al.*, 2004b), que identificaram uma cepa de *Rickettsia*, denominada “Aranha”, em adultos coletados de *C. prehensilis* no estado de Rondônia. Essa cepa apresentou relação filogenética próxima com *Rickettsia amblyommii*, já conhecida por infectar *Amblyomma americanum* nos Estados Unidos. Mais tarde, (Ogrzewalska *et al.*, 2008) também relataram a presença de uma cepa AL em larvas e ninfas de *A. longirostre* parasitando aves na Mata Atlântica, em São Paulo, as análises filogenéticas baseadas em sequências parciais de *ompA* e *ompB* indicaram um alto grau de similaridade entre a cepa AL e a cepa *Rickettsia* sp. “Aranha”. Além disso, McIntosh *et al.* (2015) relataram a presença de *Rickettsia bellii* em adultos da

espécie coletados de *Coendou insidiosus* na Bahia, ampliando o espectro de microrganismos associados a esse carrapato.

Apesar de a patogenicidade dessas riquetsias para seres humanos ainda não estar completamente esclarecida, a ocorrência de parasitismo humano por ninfas e adultos de *A. longirostre* (Guglielmone *et al.*, 2006; Nava *et al.*, 2017), aliada ao fato de que aves migratórias podem carregar carrapatos por longas distâncias, reforça a importância de se aprofundarem os estudos ecológicos e epidemiológicos sobre a espécie. Casos de *A. longirostre* em aves migratórias foram inclusive relatados nos Estados Unidos e Canadá, evidenciando seu potencial de dispersão (Scott *et al.*, 2001; Noden *et al.*, 2015).

2.1.5 *Rhipicephalus microplus*

O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, amplamente conhecido como o “carrapato-do-boi”, é um ectoparasita de grande importância econômica e sanitária, afetando especialmente a pecuária de bovinos (Rodrigues; Leite, 2013; Grisi *et al.*, 2014). Sua distribuição geográfica é ampla, abrangendo diversas regiões tropicais e subtropicais, incluindo a América Central, América do Sul, África e Oceania. O *R. microplus* não faz parte da ixodofauna original brasileira, sendo introduzido no país através de animais adquiridos no Chile no início do século XVII (Gomes, 1998). Embora parasite principalmente bovinos, essa espécie também pode infestar outros mamíferos, como equinos e cervídeos, além de ser responsável por grandes prejuízos à produção animal, em especial no Brasil (Guglielmone *et al.*, 2006; Veríssimo *et al.*, 1997; Pound *et al.*, 2010; Rezende *et al.*, 2021).

O ciclo biológico de *R. microplus* é monoxeno, ou seja, essa espécie de carrapato depende de um único hospedeiro para completar todas as fases de seu ciclo de vida. A infestação por esse ectoparasita representa um dos principais desafios enfrentados pelos pecuaristas, uma vez que suas picadas resultam em perdas significativas, como diminuição do peso corporal dos animais, redução da produção de leite e deterioração da qualidade do couro devido às lesões causadas. Estima-se que os prejuízos anuais gerados por *R. microplus* no Brasil alcancem aproximadamente 3,2 bilhões de dólares, englobando custos com tratamentos, perdas na produção e mortalidade animal (Grisi *et al.*, 2014; Rodrigues; Leite, 2013; Braz *et al.*, 2019).

Além disso, o parasitismo por *R. microplus* está diretamente relacionado à transmissão de diversas doenças, como a Tristeza Parasitária Bovina (TPB). Esse carrapato é responsável pela disseminação dos protozoários *Babesia bovis* e *B. bigemina*, bem como da bactéria *Anaplasma marginale*, os principais agentes etiológicos da babesiose e da anaplasmoose bovina, respectivamente (Cafrune *et al.*, 1995; Brito *et al.*, 2010; Dias Filho *et al.*, 2005).

O emprego constante e excessivo de pesticidas tem levado ao surgimento de populações de carrapatos resistentes a diversos princípios ativos comerciais (Silva *et al.*, 2021). A rápida reprodução e o ciclo de vida curto de *R. microplus* em um único hospedeiro, somados à constante exposição a acaricidas, aceleram o desenvolvimento de resistência. Pesquisas recentes identificaram cinco picos anuais de infestação por *R. microplus* em bovinos e pastagens, associados a variações climáticas, especialmente ao aumento das temperaturas (Nicaretta *et al.*, 2021). Essa espécie foi classificada como a sexta entre os artrópodes com maior resistência, sendo registrados casos de tolerância a quase todos os tipos de produtos químicos em diversas regiões do mundo (Ghosh *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2020).

2.1.6 *Dermacentor nitens*

O carrapato *Dermacentor nitens* (Neumann, 1897), pertencente à família Ixodidae, é um ectoparasito monóxico de grande importância veterinária, especialmente em regiões tropicais e subtropicais das Américas. A infestação por carrapatos em equinos no Brasil é predominantemente causada por três espécies: *D. nitens*, *A. sculptum* e, de forma menos frequente, *R. microplus* (Moreno, 1984; Labruna *et al.*, 2001; Falce, 1986).

D. nitens destaca-se como a espécie mais prevalente em equinos no Sudeste brasileiro, particularmente no estado de São Paulo (Labruna *et al.*, 2001) completando de 3 a 4 gerações anuais (Borges *et al.*, 2000) e apresentando com picos de infestação no primeiro semestre do ano, seguidos de uma drástica redução em agosto, antes de um novo pico ocorrer nos meses de setembro e outubro (Labruna *et al.*, 2002).

Apresenta tropismo por regiões específicas do hospedeiro, como orelhas, crina, períneo e divertículo nasal, onde pode causar lesões graves que predispõem a infecções bacterianas secundárias e miíases (Borges *et al.*, 2000; Falce, 1986). Sua importância veterinária é amplamente reconhecida devido à sua capacidade de transmitir *Babesia caballi*, agente etiológico da babesiose equina (Holbrook; Johnson, 1968). Embora seu potencial como vetor de patógenos humanos permaneça pouco esclarecido, estudos já identificaram a presença de microrganismos patogênicos ao homem nesta espécie (Bermúdez *et al.*, 2009; Gonçalves *et al.*, 2013).

2.2 Relevância Ecológica e Filogenética da Resistência a Carrapatos

A resistência a carrapatos é um fenômeno que ultrapassa os limites da biologia molecular, configurando-se como uma adaptação ecológica complexa, moldada por pressão evolutiva ao longo de gerações. Muito mais que um simples mecanismo de defesa, essa

resistência reflete a capacidade de determinadas espécies em coexistir, de maneira relativamente equilibrada, com seus parasitas em ambientes compartilhados (Lynn *et al.*, 2020). Compreender essa interação implica em considerar a história evolutiva dos organismos envolvidos, o tempo de exposição conjunta e os caminhos pelos quais ocorrem as adaptações fenotípicas e genotípicas. Esses elementos, embora desafiadores são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle parasitários (Anderson; May, 1982).

A relação entre carrapatos e seus hospedeiros não foge à regra das interações coevolutivas. A resistência é multifatorial e sensível a variáveis como as espécies envolvidas, o tempo de convivência, o tipo de exposição e até a estrutura ecológica da área em que essa interação ocorre (Zeimes *et al.*, 2014). Um exemplo dessa relação pode ser observado na interação entre o *R. microplus* e seu hospedeiro. Essa relação tornou-se particularmente intensa a partir dos séculos XVIII e XIX, com a expansão da bovinocultura leiteira e de corte (Estrada-Peña *et al.*, 2006; Tabor *et al.*, 2017). Como resultado, tanto os carrapatos quanto os bovinos passaram por processos adaptativos distintos, especialmente evidentes quando se comparam raças zebuínas e taurinas. A forma como cada uma responde ao parasitismo envolve não apenas aspectos comportamentais e morfológicos, mas também diferenças profundas em seus perfis imunológicos.

Nesse sentido, características como o número e a morfologia das papilas filiformes da língua, a espessura da pele, a intensidade da resposta inflamatória e a composição das subpopulações celulares no sítio da picada têm sido apontadas como determinantes para a resistência ao carrapato (Tabor *et al.*, 2017; Veríssimo *et al.*, 2015).

Entende-se como imunidade adquirida aquela que se desenvolve entre 10 a 14 dias após sensibilização prévia, o grau da resistência adquirida em cada hospedeiro é obtido por parâmetros biológicos em carrapatos alimentados em hospedeiros em infestações sucessivas (Szabó *et al.*, 1995)

Certas espécies animais, como bovinos, coelhos, cobaias e camundongos, podem desenvolver resistência à alimentação de carrapatos após uma ou múltiplas infestações, variando conforme a interação entre as espécies de carrapatos e as linhagens ou espécies dos hospedeiros (Trager, 1939; Wikel, 1976; Szabó *et al.*, 1995; Allen, 1989).

Quando o hospedeiro desenvolve resistência imunológica contra os carrapatos, isso pode resultar em múltiplos efeitos: o volume de sangue ingerido diminui, o peso final do carrapato ingurgitado é reduzido, o tempo necessário para alimentação aumenta, a produção de ovos é menor e sua viabilidade diminui, o processo de muda é inibido e, em casos mais graves,

pode levar à morte dos carrapatos durante o processo de alimentação (Brossard *et al.*, 1991, Wikel, 1982; Wikel *et al.*, 1994).

É importante destacar que diferentes espécies de carrapatos possuem mecanismos de evasão imunológica que variam consideravelmente, o que exige uma abordagem cuidadosa e sistemática no estudo de hospedeiros silvestres, cuja biologia e ecologia permanecem amplamente subexploradas se comparado, por exemplo, ao *R. microplus*. No entanto, ampliar esse olhar para além dos sistemas domesticados é fundamental e os animais selvagens oferecem modelos valiosos para entender como a resistência pode emergir de forma natural, sem intervenções humanas, e como ela se manifesta diante de diferentes pressões ecológicas.

2.3 Saliva dos carrapatos e modulação da resposta imune do hospedeiro

A saliva dos carrapatos desempenha um papel crucial no sucesso da hematofagia, sendo essencial para sua fixação prolongada e alimentação contínua no hospedeiro (Anderson; Magnarelli, 2008). Durante o tempo e o processo de alimentação os carrapatos devem contornar ou suprimir os mecanismos imunológicos do hospedeiro para otimizar a alimentação e se manterem indetectáveis. Esse processo é mediado por diversos componentes bioativos presentes na saliva do carrapato, que possibilitam a modulação do sistema imunológico do hospedeiro, promovendo vasodilatação, anticoagulação e impedindo a ativação do complemento e a agregação plaquetária. (Chmelar *et al.*, 2011; Denisov; Dijkgraaf, 2021; Kazimírová; Štibrániová., 2013). Essa modulação ativa do microambiente no local da fixação não apenas facilita a alimentação, mas também favorece a transmissão de diversos patógenos (Šimo *et al.*, 2017; Nuttall, 2019b). Estudos evolutivos demonstram que essa interação parasita-hospedeiro resulta de milhões de anos de coevolução, com adaptações moleculares altamente especializadas (Francischetti *et al.*, 2009; Mans *et al.*, 2008).

Uma das estratégias mais marcantes dessa saliva é seu papel imunomodulador, particularmente na inibição e modulação da resposta imune celular, visto que a pele, como primeira barreira de contato, é um ambiente ricamente imunocompetente composto por queratinócitos, mastócitos, células dendríticas e outras células residentes que são rapidamente ativadas diante da invasão mecânica do aparelho bucal do carrapato e da injeção saliva (Szabó; Bechara, 1999; Van Der Heijden *et al.*, 2005).

No entanto, os carrapatos evoluíram para neutralizar os efeitos da liberação de histamina e de outras substâncias pró-inflamatórias. A saliva do carrapato contém lipocaínas que sequestram histamina e proteínas do tipo Kunitz que inibem a triptase, minimizando sintomas como a coceira e inflamação, fatores que normalmente levariam à remoção do ectoparasita.

Essa neutralização de mastócitos reduz o recrutamento de células inflamatórias e a ativação da cascata imunológica local (Van Der Heijden *et al.*, 2005; Hart *et al.*, 2020; Fezza *et al.*, 2003; Hackenberg *et al.*, 2017).

O sistema imunológico inato é a primeira linha de defesa rápida contra infecções no hospedeiro, pois não depende de uma exposição anterior ao antígeno. Como os primeiros minutos após a picada são cruciais para que o carrapato consiga se alimentar de sangue, é de extrema importância que ele consiga suprimir o sistema imune inato para evitar a rejeição pelo hospedeiro (Kitsou *et al.*, 2021).

Estudos demonstram que após a penetração das peças bucais do carrapato no hospedeiro os neutrófilos e as células do sistema imune inato se tornam alvos da ação imunossupressora das moléculas presentes na saliva com ênfase na cistatinas e serpinas sendo capazes de modular a migração de células inflamatórias (Kotsyfakis *et al.*, 2006).

Outro mecanismo salivar eficaz é a modulação da migração celular. Em hospedeiros suscetíveis, como camundongos e cães, observa-se um perfil de migração celular dominado por neutrófilos e eosinófilos, células menos eficazes no controle do carrapato. Já em hospedeiros resistentes, como porquinho-da-india (*Cavia porcellus*), a resposta celular evolui para um predomínio de células mononucleares e basófilos, mais eficientes em provocar inflamação e resistência ao parasita. Isso sugere que a saliva modula ativamente o perfil de recrutamento celular, favorecendo células menos danosas ao repasto (Ferreira *et al.*, 2003).

Na imunidade adaptativa, a saliva inibe a ativação de linfócitos T e B, reduzindo a produção de anticorpos e citocinas essenciais para o controle parasitário. Moléculas como a amregulina, identificada em *Amblyomma variegatum*, são capazes de suprimir a produção de TNF- α , IL-1, IL-8 e IFN- γ . Além disso, a ação de evasinas, proteínas salivares que se ligam seletivamente a quimiocinas interferindo diretamente na sinalização e recrutamento de linfócitos, tornando o microambiente do local de fixação menos hostil ao carrapato (Tian *et al.*, 2016).

Células dendríticas, consideradas sentinelas imunológicas, também são alvos da saliva onde lipocalinas específicas modulam sua ativação e maturação, impedindo o disparo de uma resposta Th1 eficiente. Com isso, o perfil imune do hospedeiro é desviado para uma resposta Th2, menos efetiva contra parasitas extracelulares. Esse fenômeno já foi demonstrado experimentalmente com a saliva de *Ixodes scapularis*, que reduz a expressão de moléculas coestimuladoras como o CD40 e a produção de IL-12, essencial para o desenvolvimento da resposta Th1 (Sá-Nunes *et al.*, 2007).

Reafirmando as várias vias imunológicas as quais podem sofrer interferência em função da saliva dos carrapatos o sistema complemento, peça-chave da imunidade inata, é outro eixo de controle afetado, inibidores do complemento com destaque para aqueles que bloqueiam a via clássica, como demonstrado para *Amblyomma cajennense* s.l. impedem a lise celular mediada por complemento além de evitar o recrutamento de fagócitos e a amplificação da inflamação local (Franco *et al.*, 2016).

Em resumo, a saliva dos carrapatos representa um arsenal bioquímico que atua em múltiplos pontos da resposta imune celular, neutralizando mecanismos efetores do hospedeiro e garantindo a permanência prolongada do parasita. Esses achados, além de elucidarem a biologia do parasitismo, abrem caminho para aplicações biomédicas, como o desenvolvimento de vacinas e agentes imunomoduladores derivados da saliva de carrapatos.

2.4 Lesões causadas por picadas de carrapatos

Compreender a interação entre a picada do carrapato e resposta imunológica é essencial para estudar a biologia desse ectoparasita, durante a alimentação os carrapatos são desafiados a enfrentar uma reação inflamatória regulada pela resposta imune do hospedeiro, que pode atuar como uma barreira para a fixação, por outro lado os carrapatos são capazes de modular essa resposta através da secreção de substâncias presentes em sua saliva (Van Der Heijden *et al.*, 2005; Ribeiro, 1995)

Os carrapatos são parasitas hematófagos que ingerem os fluidos exsudados em uma área hemorrágica formada pela picada (Simo *et al.*, 2017). Para isso, os carrapatos, ao se fixarem na pele para se alimentar, causam lesões necróticas (Szabó; Bechara, 1995) assim como dermatoses agudas e crônicas, reações de corpo estranho derivadas dos restos das peças bucais deixadas no local da picada e lesões induzidas por prurido (Mcginley; Smith; Tsao, 2003). As lesões ainda podem incluir máculas eritematosas, pápulas, nódulos, necrose e úlcera de tecidos, granulomas, alopecia, liquenificação e infecções secundárias (Rodrigues *et al.*, 2023). Todas essas reações podem ser moduladas pela espécie do carrapato, tipo de hospedeiro e a resposta imunológica do animal (Szabó *et al.*, 1995, 2006; Chaudhry *et al.*, 2011)

As lesões induzidas pelos carrapatos são centradas no cone de cimento, produzido pelos ácidos dos tipos II e III na glândula salivar, essa estrutura é responsável por fixar firmemente o carrapato firmemente ao hospedeiro por meio das peças bucais durante o prolongado processo de alimentação (Wikel, 1996). Ele penetra as camadas superficiais da epiderme e derme, provocando necrose e degeneração celular nas áreas circundantes. Essa necrose pode ser mais grave nas camadas profundas, onde o cone se ancorou mais intensamente. O estudo de Van Der

Heijden *et al.*, 2005 em capivaras infestadas com *Amblyomma sculptum*, foi possível observar que essa necrose tecidual ocorre devido ao aumento da inflamação e à ação direta do parasita, que interfere na integridade das células da pele.

Além dessa necrose, a inflamação nas áreas afetadas pelo carrapato frequentemente resulta em uma vasculite, ou inflamação dos vasos sanguíneos locais. Essa vasculite pode causar dilatação dos vasos e aumento da permeabilidade vascular, o que facilita o extravasamento de sangue e plasma para os tecidos adjacentes, resultando em edema (RICE; Robinson-Bostom, 2021; Glats *et al.*, 2017; Krause *et al.*, 2009)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Caracterizar as alterações macroscópicas, histopatológicas e o padrão de infiltração celular no sítio de fixação de carrapatos em diferentes espécies de hospedeiros silvestres e domésticos naturalmente parasitados, com ênfase na participação de basófilos na resposta cutânea inflamatória.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar macroscopicamente as lesões cutâneas induzidas pela fixação de carrapatos em diferentes espécies de hospedeiros, utilizando parâmetros padronizados de escore.

Identificar e classificar as alterações histopatológicas nas áreas de fixação dos carrapatos, considerando graus de necrose, edema, acantose, espongiose e hemorragia.

Quantificar os tipos celulares presentes no infiltrado inflamatório, com destaque para a presença de basófilos, mastócitos, eosinófilos, linfócitos, macrófagos e neutrófilos.

4. METODOLOGIA

4.1 Origem das amostras

As amostras foram coletadas durante a rotina de necropsia realizadas nos setores de Patologia e de Animais Silvestres do Hospital Veterinário (HV) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (FAMEV-UFU). Nesse processo, animais selvagens foram encaminhados ao HV por órgãos como a Polícia Ambiental de Minas Gerais, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), concessionárias de rodovias e pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) da

região, entre outros. Esse fluxo de encaminhamentos foi possível graças a um acordo de cooperação técnica firmado em 19 de fevereiro de 2021 entre o Estado de Minas Gerais, por meio do Instituto Estadual de Florestas (IEF), o IBAMA e a Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O acordo foi oficializado no Diário Oficial da União, seção 3, nº 46, na quarta-feira, 10 de março de 2021. Além dessas amostras, também foram incluídas no estudo amostras de equinos, provenientes de um projeto de pesquisa anterior, e amostras de javaporcos, obtidas por meio de doações particulares. A caça de javalis está em conformidade com a Instrução Normativa nº 03/2013, emitida em 31 de janeiro de 2013, que regulamenta o controle de espécies exóticas invasoras por meio de captura e abate. O manejo dos animais caçados é regulamentado e foi realizado sob o Cadastro Técnico Federal (CTF), com o número de registro 7747098. As atividades de caça foram autorizadas pelo IBAMA por meio das permissões nº 7941944748MG2020 e nº 5215429932MG2021.

4.2 Coleta das amostras e identificação dos carrapatos

Durante o exame externo dos animais submetidos à necropsia, que vieram a óbito em decorrência de doenças ou traumas, carrapatos de diversas espécies incluindo machos, fêmeas, ninfas e larvas foram detectados por meio de inspeção visual e tátil. A busca foi realizada por 10 minutos em cada lado do animal. Quando possível, os carrapatos foram identificados no local, fotografados e, em seguida, a pele ao redor do parasita foi removida com auxílio de bisturi em um diâmetro e profundidade aproximados de 2 cm, mantendo o carrapato no centro da amostra. Os carrapatos foram identificados com base em suas características morfológicas externas. Quando necessário, utilizou-se o auxílio de chaves dicotômicas, conforme descrito por Barros-Battesti *et al.* (2006) e Martins *et al.* (2010), para analisar os espécimes retirados da pele após a biópsia. Em alguns casos, as imagens fotográficas obtidas durante a necropsia também serviram como suporte para a identificação.

4.3 Avaliação macroscópica

As amostras coletadas foram submetidas a uma avaliação macroscópica sistemática. Por meio de inspeção visual minuciosa, a região cutânea correspondente ao sítio de fixação do carrapato foi analisada e categorizada com base em escores que variaram de 0 a 5 para sete parâmetros distintos: hipotricose, erosão, aumento de volume e formação de crosta. Nessa escala, o valor 0 correspondeu à ausência de alterações, enquanto o valor 5 representou a manifestação mais severa da condição observada. Adicionalmente, para as categorias de alopecia, úlcera e pústula, foi adotada uma escala binária, em que o escore 0 indicou a ausência

da lesão e o escore 1, sua presença. O parâmetro aumento de volume foi avaliado quantitativamente, considerando o incremento do volume tecidual na área de fixação do carrapato.

4.4 Histopatologia

As amostras foram fixadas em formol tamponado por 24 horas e depois mantidos em álcool 70% até seu processamento histotecnológico de rotina para inclusão em parafina. Em seguida, as amostras foram seccionadas em micrótomo para a obtenção de cortes de 5µm de espessura. Cada amostra foi seccionada em cortes seriados para obtenção do ponto exato de fixação do ácaro, identificado pela presença dos remanescentes de suas peças bucais e cone de cemento produzido pelo carrapato para sua fixação à pele e selamento da lesão, sendo esse o critério para seleção das amostras. As lâminas assim obtidas foram submetidas a duas técnicas de coloração: hematoxilina-eosina (HE) e May-Grünwald & Giemsa (MGG); a primeira, para observar aspectos gerais da reação ao carrapato, e a segunda para evidenciar células da reação inflamatória de acordo com Szabó e Bechara (1999).

4.5 Avaliação microscópica

As alterações histológicas da pele parasitada foram categorizadas em escores de 0 a 3. As seguintes alterações foram avaliadas: acantose, degeneração balonosa, edema na derme, espongirose, hemorragia e necrose. Neste contexto, o valor de escore 0 corresponde a ausência da alteração, enquanto a 3 indica a maior intensidade. O infiltrado inflamatório foi classificado em escore de 1 a 3 da seguinte forma: 1 - leve: inflamação presente apenas ao redor do cone de cemento; 2 - moderada: inflamação dispersa, atingindo regiões distantes do cone de cemento; 3 - intensa: inflamação difusa e intensa, acometendo ampla área e atingindo a derme profunda.

4.6 Contagem celular diferencial

A contagem diferencial foi realizada com objetiva aumento de 100x em óleo de imersão. Foram contadas 100 células no infiltrado inflamatório próximo ao cone de cemento e, se necessários, em áreas adjacentes. A contagem levou em consideração os seguintes tipos celulares: basófilo, eosinófilo, linfócito, macrófago, mastócito e neutrófilo.

4.7 Análise estatística

Para todas as amostras foram realizadas análises descritivas e para verificar se houve diferença no número de células (eosinófilos, neutrófilos, linfócitos, mastócitos e macrófagos) no

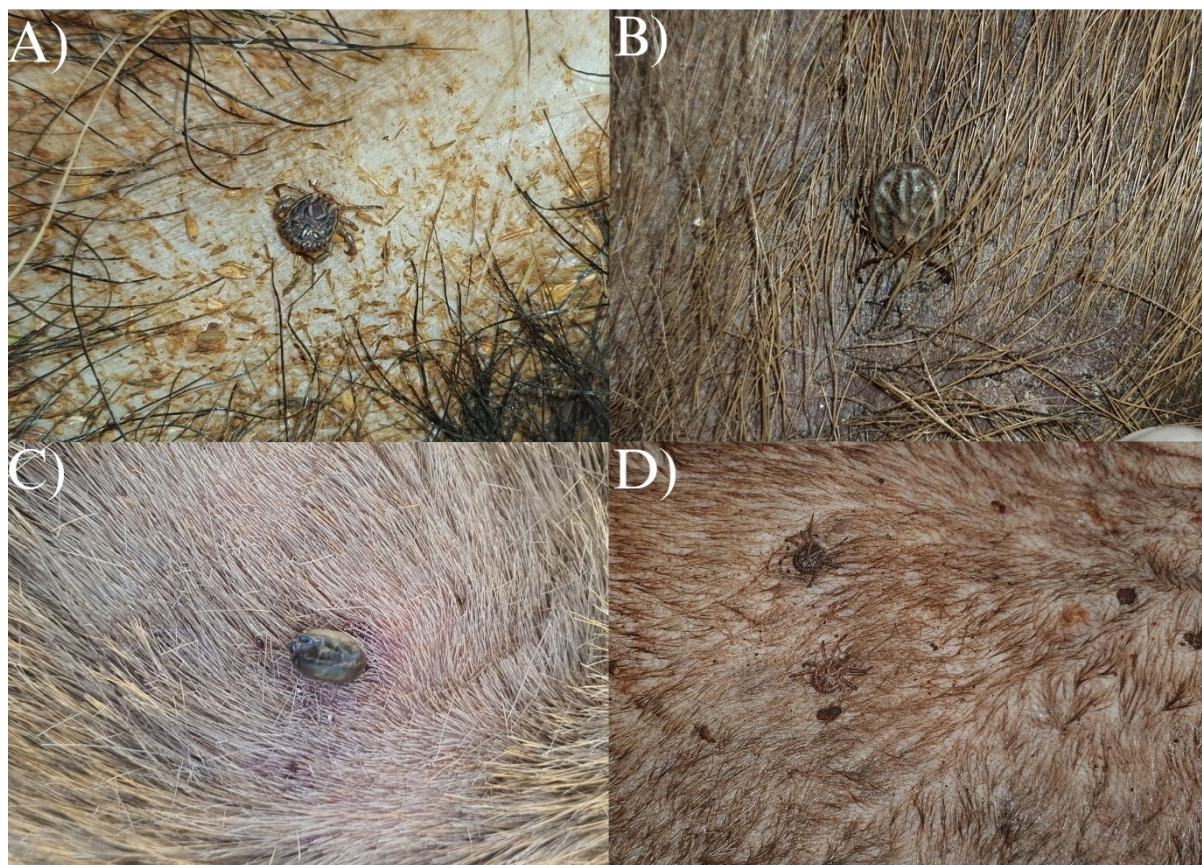
infiltrado inflamatório cutâneo entre tamanduás-bandeira e o javaporco quando parasitados por carrapatos adultos de *A. sculptum* (aqueles com número suficiente de amostras para esse fim), utilizou-se o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney. A escolha desses testes ocorreu após a inspeção da normalidade e da homocedasticidade. Para a comparação dos parâmetros da avaliação histológica expressos em forma de escores semiquantitativos entre os mesmos hospedeiros, foi adotado o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Mann-Whitney. Neste caso a escolha dos testes não paramétricos foi justificada pela natureza ordinal dos dados e pela ausência de pressupostos de normalidade. As análises foram realizadas adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS

5.1 Amostras obtidas

Foram examinados 74 hospedeiros e obtidas 57 amostras de pele de hospedeiros parasitados por carrapato, dentre as quais 54 foram submetidas a análise macroscópica das alterações e 57 análise microscópica. O número de amostras obtidos de tamanduás-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) foi de 24 (n=24) dentre essas amostras 20 (n=20) estavam parasitadas por *Amblyomma sculptum* e 4 (n=4) por *Amblyomma nodosum*, tamanduás-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (n=2), ambos parasitados por *Amblyomma nodosum*, capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (n=2), parasitadas por *Amblyomma dubitatum*, javaporcos (*Sus scrofa*) (n=16), com todas amostras parasitadas por *Amblyomma sculptum*, ouriços-cacheiro (*Coendou prehensilis*) (n=2), sendo 1 (n=1) amostra parasitada por *Amblyomma sculptum* e a outra por *Amblyomma longirostre*, bovinos (n=2), parasitadas por *Rhipicephalus microplus*, veados catingueiro (*Subulo gouazoubira*) (n=3), sendo duas amostras parasitadas por *Rhipicephalus microplus* e uma por *Amblyomma sculptum*, equinos (*Eqqus caballus*) (n=5) sendo 4 amostras parasitadas por *Amblyomma sculptum* e 1 por *Dermacentor nitens*, anta (n=1) parasitada por *Amblyomma sculptum*. O carrapato *Amblyomma sculptum* foi o mais prevalente (n=43), seguido por *Amblyomma nodosum* (n=6), *Rhipicephalus microplus* (n=4), *Amblyomma dubitatum* (n=2), *Amblyomma longirostre* (n=1), *Dermacentor nittens* (n=1). A Tabela 1 apresenta a correspondência entre as amostras coletadas, as espécies de carrapatos identificadas, seus respectivos gêneros e estágios de desenvolvimento. A Figura 1 ilustra, por meio de fotomicrografias, os hospedeiros e os ectoparasitas observados in loco.

Figura 1. (A) Tamanduá bandeira parasitado por *Amblyomma sculptum*. (B) Capivara parasitada por *Amblyomma dubitatum*. (C) Veado catigueiro parasitado por *Rhipicephalus microplus*. (D) Anta parasitada por *Amblyomma sculptum*.



Fonte: O autor.

Tabela 1: Relação de hospedeiros examinados, espécies de carrapatos amostrados, seu respectivo gênero e estágio. Onde:

ID	Hospedeiro	Carrapato		
		Espécie	Gênero	Estádio
1	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
2	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
3	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
4	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
5	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	Ninfa
6	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
7	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
8	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
9	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
10	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
11	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
12	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
13	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-

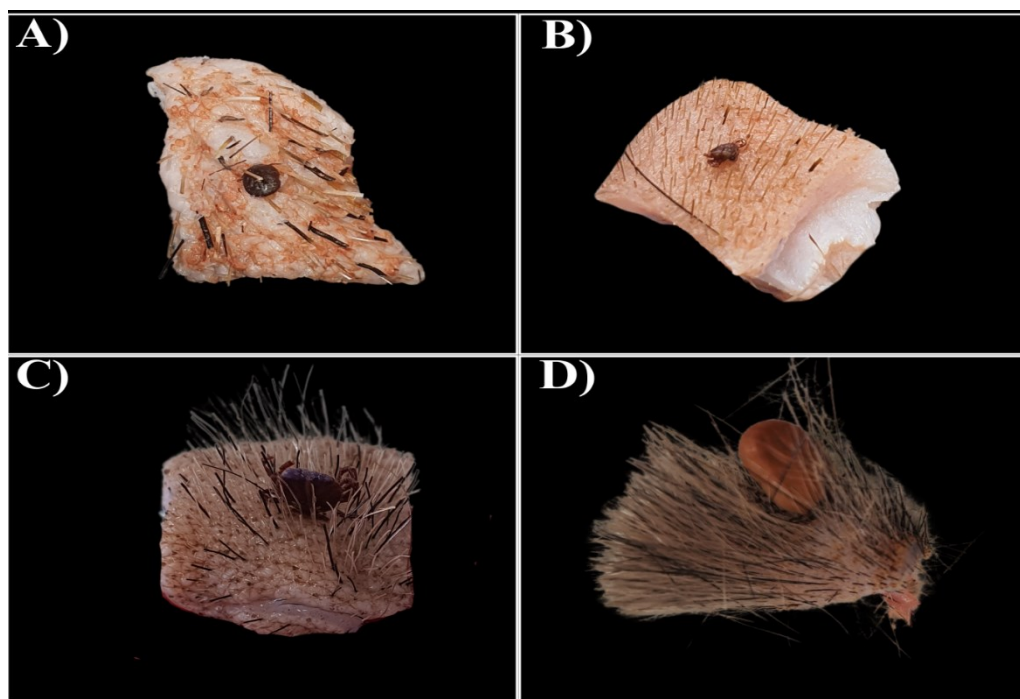
14	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
15	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Fêmea	Adulta
16	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
17	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	-	Ninfa
18	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho e fêmea	Adultos
19	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	-	-
20	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
21	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
22	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	-	-
23	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	-	-
24	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	-	-
26	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	Fêmea	Adulta
28	Bovino	<i>R. microplus</i>	Fêmea	Adulta
31	Bovino	<i>R. microplus</i>	Macho e fêmea	Adultos
35	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	Fêmea	Adulta
37	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	-	Ninfa
39	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e fêmea	Adultos
40	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e fêmea	Adultos
41	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Fêmea	Adulta
42	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	-	Ninfa
44	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
46	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
47	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
48	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
49	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e Fêmea	Adultos
50	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e Fêmea	Adultos
52	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
53	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
54	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
55	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e Fêmea	Adultos
56	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
57	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	Macho e fêmea	Adultos
58	Ouriço cacheiro	<i>A. longirostre</i>	Fêmea	Adulta
59	Veado Catingueiro	<i>A. sculptum</i>	-	Ninfa
60	Ouriço cacheiro	<i>A. sculptum</i>	-	Larva
61	Anta	<i>A. sculptum</i>	Macho	Adulto
66	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	Macho	Adulto
68	Equino	<i>A. sculptum</i>	-	-
69	Equino	<i>A. sculptum</i>	-	-
70	Equino	<i>A. sculptum</i>	-	-
71	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	Fêmea	Adulta
72	Equino	<i>A. sculptum</i>	Macho e fêmea	Adultos
73	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	-	Ninfa

74	Equino	<i>Dermacentor nitens</i>	Macho e fêmea	Adultos
----	--------	---------------------------	---------------	---------

5.2 Análise macroscópica

O resultado da análise macroscópica das alterações no local de fixação dos carrapatos está apresentado nas Tabelas 2 e 3 e nas figuras 2, 3 e 4. De maneira geral as alterações cutâneas macroscópicas causadas por carrapatos *A. sculptum* e *A. nodosum* em tamanduás das duas espécies foi reduzida ou ainda não perceptível. Assim, nenhum animal apresentou erosão cutânea, hipotricose foi constatada em apenas seis (21%) das 26 amostras com escores de 1 a 2; crosta foi observada em nove amostras (35%) com escores de 1 a 4 e aumento de volume local em 12 (45%) com escores variando de 1 a 3. Digno de nota foi a observação de que a única alteração observada no local de fixação de carrapatos *A. nodosum* em tamanduá-mirim foi o aumento de volume em um animal, assim mesmo com escore de apenas 1. Essa também foi a única espécie constatada no tamanduá-mirim enquanto *A. sculptum* compôs a maioria das observações em tamanduá-bandeira.

Figura 2. Amostras de pele obtidas de Tamanduá bandeira e Tamanduá mirim. (A) Amostra de pele de tamanduá bandeira parasitado por *A. sculptum*. (B) Amostra de pele de tamanduá bandeira parasitado por *A. nodosum*. (C), (D) Amostras de pele de tamanduá mirim parasitadas por *A. nodosum*.



Fonte: O autor

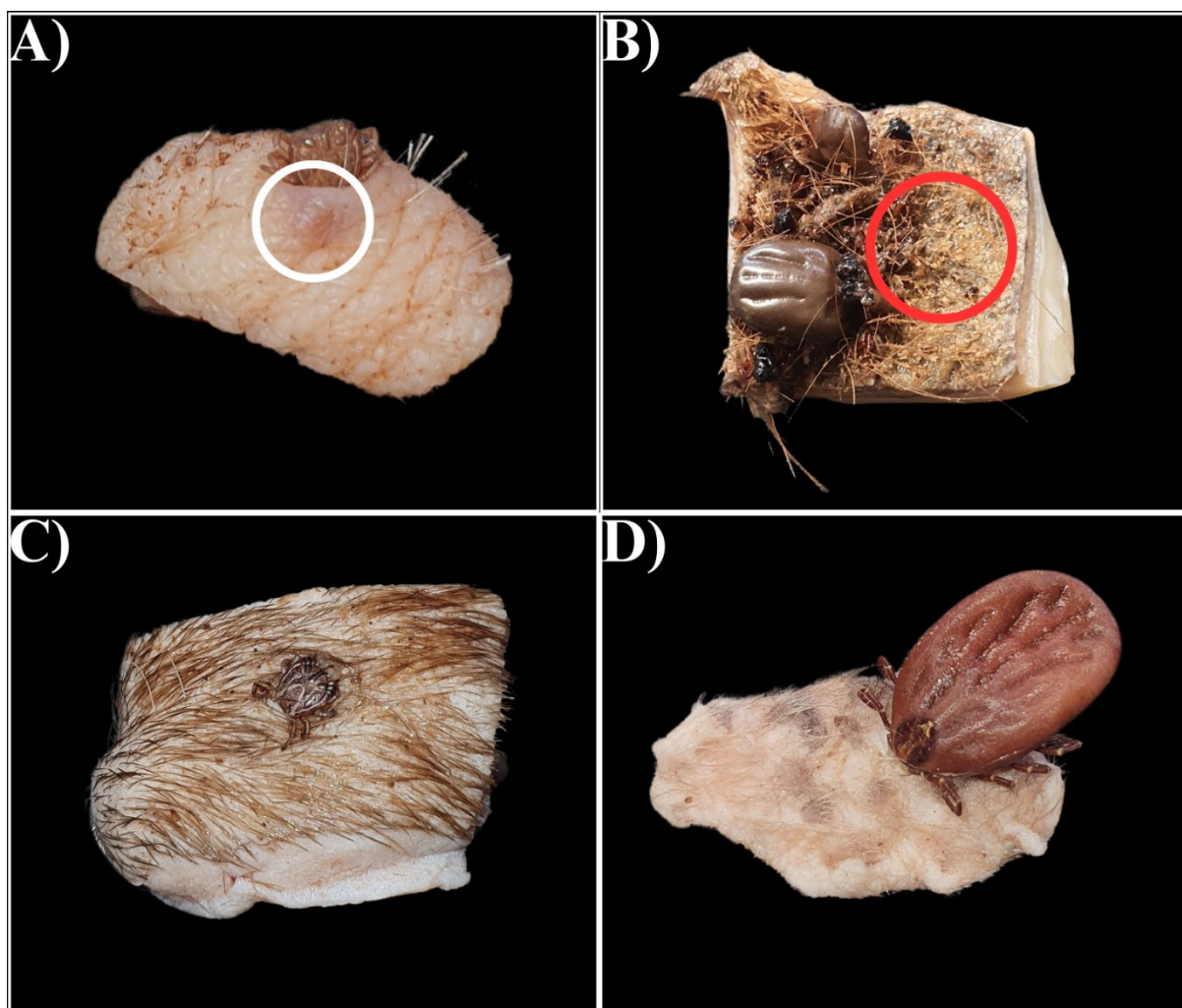
Tabela 2: Análise macroscópica em escores de 1 a 5 das alterações cutâneas causadas pelo carrapato *Amblyomma sculptum* em tamanduás-bandeira e tamanduás-mirim. Onde ID – identificação da amostra; Hi-hipotricose; Er-erosão; Au-aumento de volume Cr-crostas

ID	Hospedeiro	carrapato	Hi	Er	Au	Cr
1	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	0	0	0
2	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
3	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
4	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	0	0	0
5	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	3
6	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	0	1	0
7	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	1
8	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	1
9	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
10	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	0	2	0
11	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	0	0	0
12	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	2
13	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
14	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
15	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	0	3	3
16	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
17	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	0	2	1
18	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	4
19	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	0	1	1
20	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
21	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
22	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	0	0	0
23	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	0	0	0
24	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	1
66	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	0	0	0	0
71	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	0	0	1	0

Assim como observado com tamanduás, as alterações cutâneas macroscópicas causadas por carrapatos nas sete espécies de hospedeiros listados na Tabela 3 foi reduzida, em sua maioria não perceptível. O local da fixação do carrapato *D. nitens* em um equino foi aquele que apresentou todas as alterações, assim mesmo apenas com a formação de crosta com escore severo (escore=4). Nos javaporcos parasitados por adultos e uma ninfa de *A. sculptum* não se observou nem hipotricose nem erosão e apenas três animais (19%) exibiram crostas com escores de 1 a 2. Neste hospedeiro o aumento de volume foi mais frequente afetando 81% dos animais com escores de 1 a 4. Nas duas capivaras parasitadas por *A. dubitatum*, nos dois bovinos parasitados por *R. microplus* nos três veados-catingueiro parasitados por *R. microplus* ou *A. sculptum*, no equino parasitado por *A. sculptum*, ouriços-cacheiros parasitados por *A.*

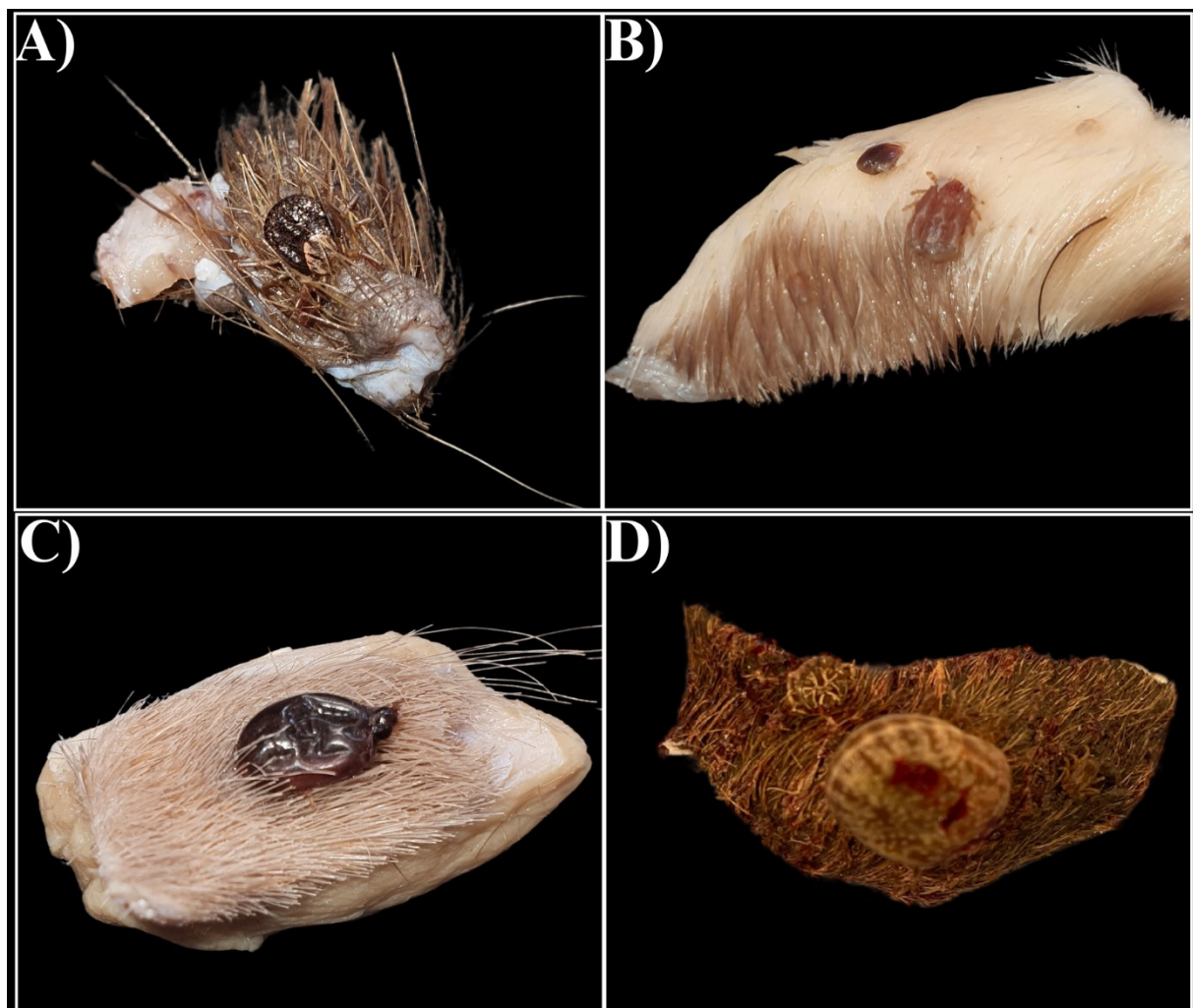
longirostre e *A. sculptum* e na anta parasitada por *A. sculptum* não se observou alterações macroscópicas no local de fixação dos carrapatos.

Figura 3. Amostras de pele de diferentes hospedeiros parasitados por carrapatos. (A) Javaporco (*Sus scrofa*) parasitado por *A. sculptum*; destaca-se, no círculo branco, área delimitada com aumento de volume na região de fixação do carrapato. (B) Pele de equino parasitada por *Dermacentor nitens*, evidenciando, no círculo vermelho, extensa área de formação de crostas. (C) Amostra de pele de anta parasitada por *A. sculptum*. (D) Amostra de ouriço-cacheiro (*Coendou prehensilis*) parasitado por *Amblyomma longirostre*. Nas imagens (C) e (D), não foram observadas lesões macroscópicas aparentes nos locais de fixação dos ectoparasitas.



Fonte: O autor.

Figura 4. Amostras de pele de hospedeiros, notar ausência de alterações macroscópicas no local de fixação do carrapato. (A) Capivara parasitada por *A. dubitatum*. (B) Bovino parasitado por *R. microplus*. (C) Veado catingueiro parasito por *R. microplus*. (D) Equino parasitado por *A. sculptum*



Fonte: O autor.

Tabela 3: Análise macroscópica em escores de 1 a 5 das alterações cutâneas causadas por carrapatos em javaporcos, capivaras, bovinos, veados-catingueiro, equinos, ouriços-cacheiro e anta. Onde ID – identificação da amostra; Hi-hipotricose; Er-erosão; Au-aumento de volume Cr-crostas

ID	Hospedeiro	Carrapato	Hi	Er	Au	Cr
39	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	1
40	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	0
41	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	3	0
42	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	0
44	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
46	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0

47	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	0
48	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	2
49	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	4	0
50	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
52	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
53	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	2
54	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	3	0
55	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
56	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
57	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	0	1	0
26	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	0	0	0	0
73	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	0	0	0	0
28	Bovino	<i>R. microplus</i>	0	0	0	0
31	Bovino	<i>R. microplus</i>	0	0	0	0
35	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	0	0	0	0
37	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	0	0	0	0
59	Veado Catingueiro	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
72	Equino	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
74	Equino	<i>D. nitens</i>	2	1	2	4
58	Ouriço cacheiro	<i>A. longirostre</i>	0	0	0	0
60	Ouriço cacheiro	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0
61	Anta	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0

5.3 Análise microscópica

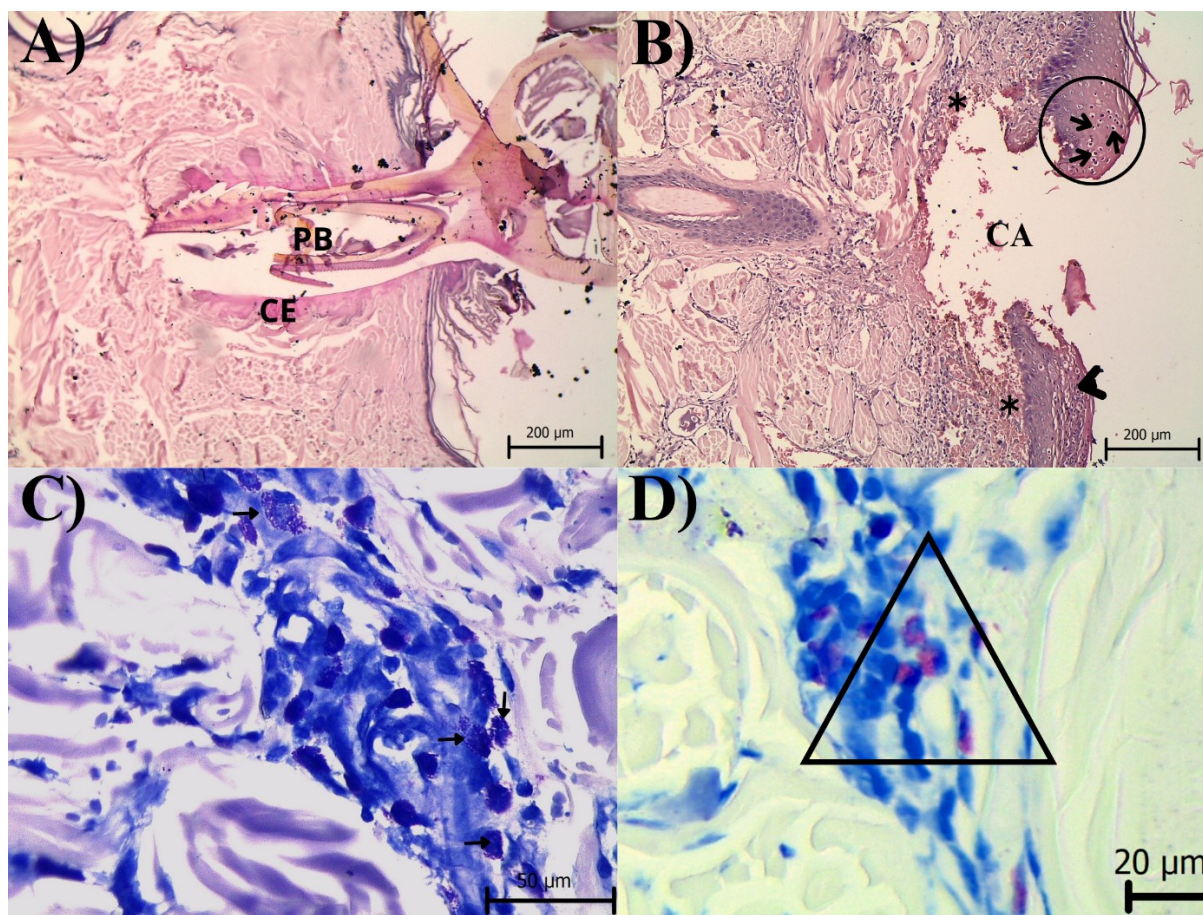
Na avaliação microscópica no local de fixação dos carrapatos observou-se alterações mais pronunciadas do que no correspondente macroscópico (Tabela 4 e Figuras 5 a 10). Todas as alterações foram constatadas e com uma frequência maior de escores de moderado a severo (2 e 3). As alterações cutâneas mais severas foram observadas nos hospedeiros anta, javaporco e bovino e as mais leves no tamanduá-mirim. Na comparação entre hospedeiros com maior número de amostras detectou-se intensidade significativamente maior de hemorragia, acantose, necrose do infiltrado inflamatório cutâneos em javaporcos na comparação com aqueles da pele de tamanduás-bandeira (Figura 10). Entretanto naqueles hospedeiros com um número maior de amostras como tamanduás bandeira e javaporcos notou-se diferenças na intensidade das alterações entre os indivíduos. Assim, observou-se tamanduá-bandeira com escores de 2 a 3 em todos os parâmetros avaliados (amostra 5) e animais com escores de 0 a 1 (amostras 4, 9, 10, 11 e 14). Nos javaporcos analisados, observou-se indivíduos com escores que variavam de 0 a 1 (amostra 46) e indivíduos com escores de 2 a 3 para todos os parâmetros (amostras 41 e 48), dentre as alterações a lesão mais predominante com escores mais altos foi a inflamação variando de dispersa em regiões mais distantes do cone de cimento a intensa. Em relação equinos

verificou-se que a intensidade das alterações entre locais de fixação de *A. sculptum* e *D. nitens* não diferiu na mesma proporção àquela observada na macroscopia onde os hospedeiros parasitados por *Amblyomma sculptum* apresentaram escores maiores que os parasitados por *Dermacentor nitens*. A inflamação em equinos parasitados por *A. sculptum* foi mais intensa, scores maiores ou iguais a 2, diferente do observado no parasitado por *D. nitens* com escore 1. Em veados catingueiros a espongiose atingiu escore moderado, independente da espécie de carrapato fixado, assim como a necrose que foi observada de forma leve nas três amostras desse hospedeiro.

Ouriços, capivaras e bovinos compreendiam um número menor de espécies analisadas (n=2) para cada espécie de hospedeiro. O ouriço parasitado por *A. longirostre* (amostra 58) apresentou os maiores escores de necrose e edema, enquanto acantose teve o escore de valor máximo apenas em uma capivara parasitada por *A. dubitatum* (amostra 26). Nas amostras de bovinos parasitados por *R. microplus* as alterações não tiveram escores maiores que 2, com exceção da inflamação na amostra 31.

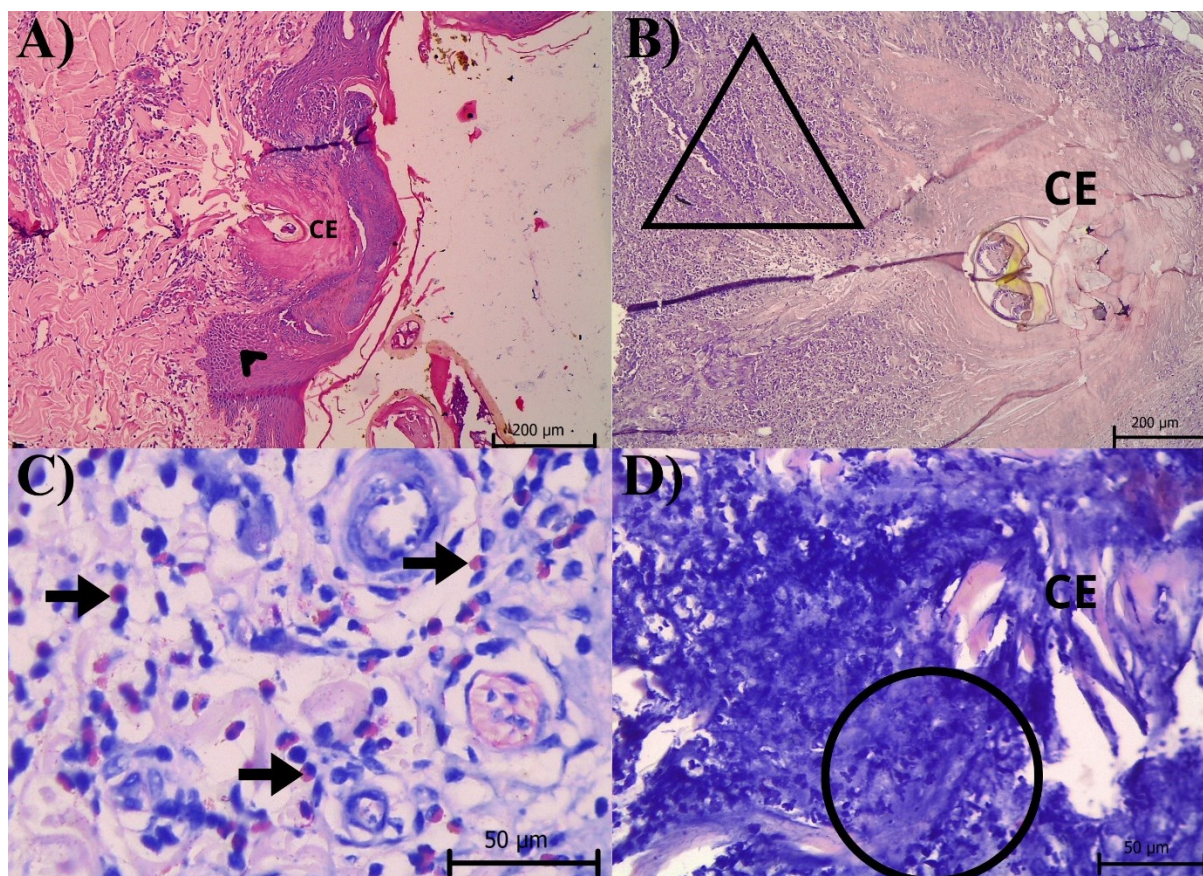
Uma única amostra de anta foi avaliada e observou-se que todas as alterações se mostravam intensas (escore 3) com exceção de hemorragia (escore 2). A hemorragia foi a alteração menos intensa nos diversos hospedeiros com exceção da capivara e veado catingueiro.

Figura 5. Fragmentos de peles de tamanduá-bandeira parasitados por *A. sculptum* (A) Local de fixação do carrapato evidenciando a ausência de alterações significativas nas estruturas epidérmicas e dérmicas.; PB-parte bucais do parasita, CE-cone de cimento (HE 10x). (B) Epiderme apresentando moderado espessamento do estrato córneo (acantose) (círculo), degeneração balonosa de queratinóticos (setas), hemorragia focal (asteriscos) e pústula intradérmica (cabeça da seta). Em derme observa-se infiltrado inflamatório moderado; CA-cavidade de alimentação (HE 10x). (C) Infiltrado inflamatório de mastócitos (setas) (MGG 40x). (D) Infiltrado inflamatório de eosinófilos (triângulo) (MGG 40x).



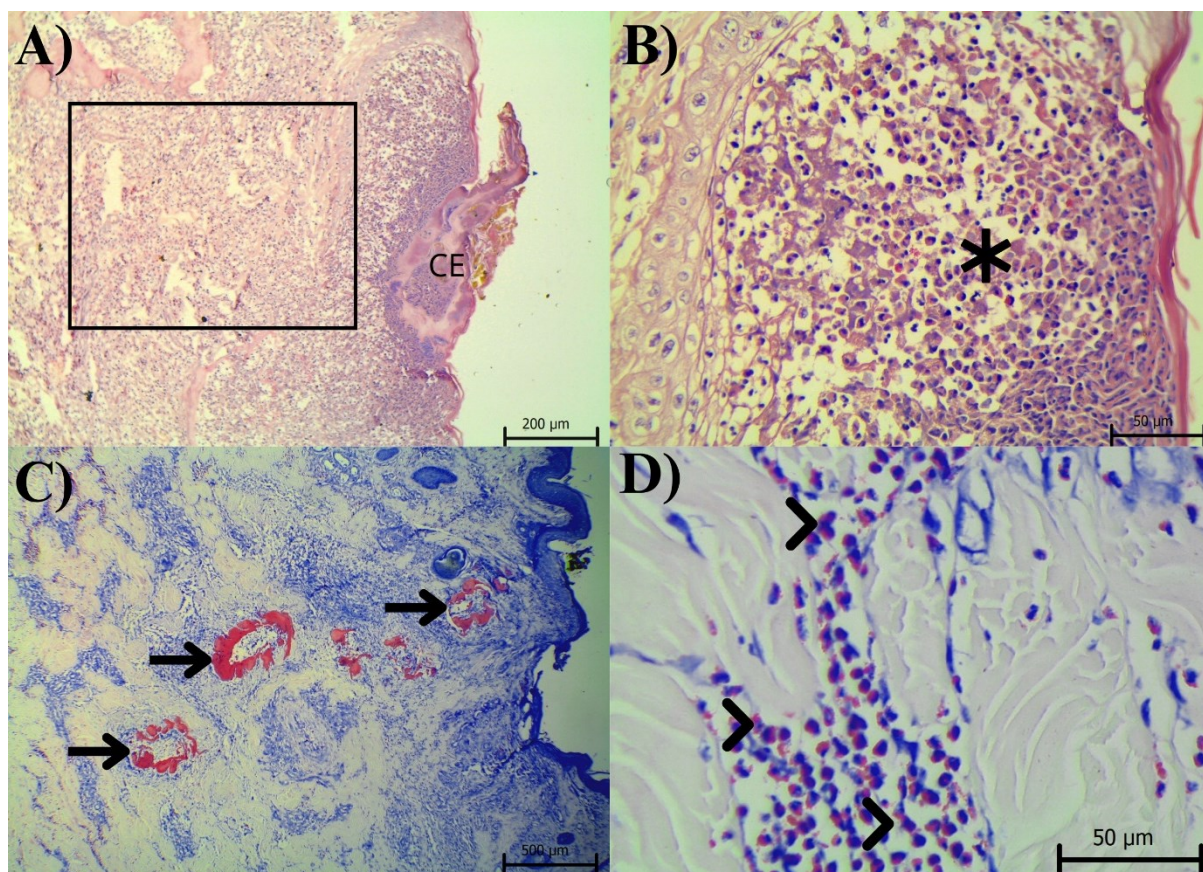
Fonte: O autor

Figura 6. Fragmentos de peles de javaporcos parasitados por *A. sculptum*. (A) Presença de acantose e espongiose moderadas (cabeça da seta). CE – cone de cimento (HE, 10x). Em derme, observa-se infiltrado inflamatório moderado. (B) Infiltrado inflamatório difuso e acentuado (triângulo). CE – cone de cimento (HE, 10x). (C) Infiltrado inflamatório de eosinófilos (setas) (MGG 40x). (D) Infiltrado inflamatório de neutrófilos (círculo) (MGG 40x).



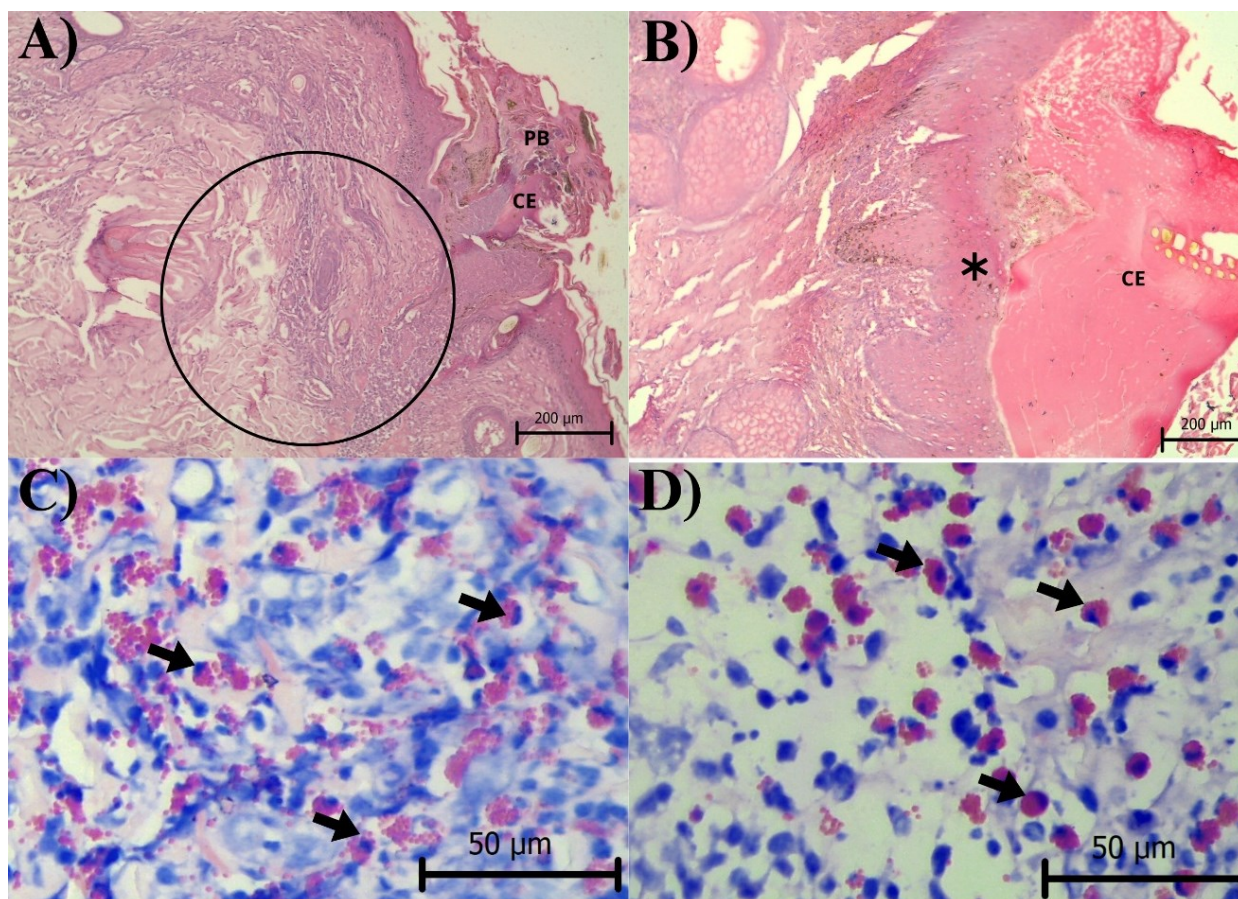
Fonte: O autor.

Figura 7. Fragmento de pele de anta parasitada por *A. sculptum*. (A) Infiltrado inflamatório difuso com edema acentuado em derme (quadrado) CE- cone de cimento (HE, 10x). (B) Pústula intraepidérmica associada a infiltrado inflamatório misto, composto por eosinófilos e neutrófilos (asterisco) (HE, 40x). (C) Presença de cones de cimento remanescentes em derme (setas) (MGG, 4x). (D) Infiltrado inflamatório de eosinófilos (cabeça da seta) (MGG, 40x).



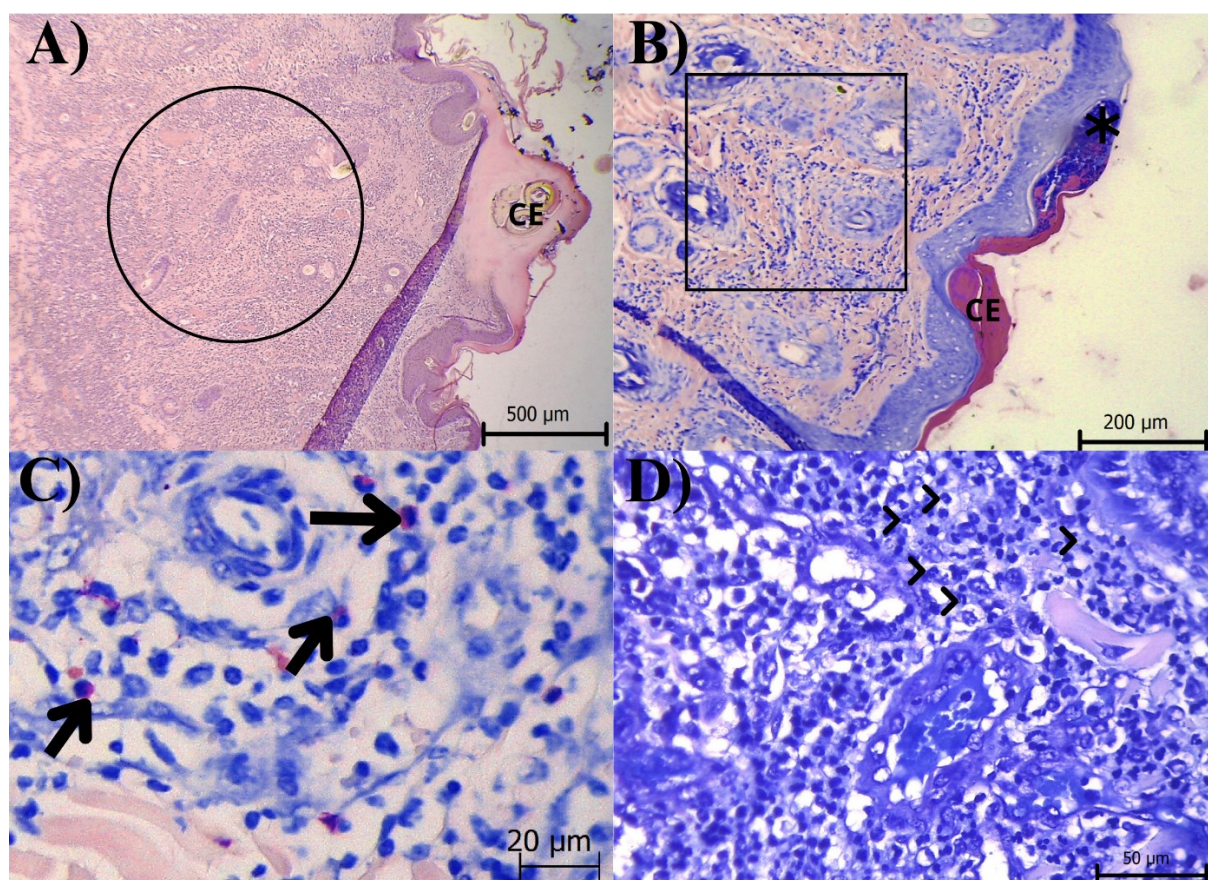
Fonte: O autor

Figura 8. Fragmentos de pele de equino parasitados por *A. sculptum* (A), (C) e *D. nitens* (B), (D). (A) Nota-se em derme infiltrado inflamatório moderado, acompanhado de edema moderado (círculo) CE- cone de cimento PB – partes bucais (HE 10x). (B) Acanthose moderada (asterisco) CE – cone de cimento (HE 10x). (C) (D) Infiltrado inflamatório de eosinófilos (setas) (MGG 40 x).



Fonte: O autor.

Figura 9. Bovinos parasitados por *R. microplus*. (A) Infiltrado inflamatório difuso acentuado em derme (círculo) CE – cone de cimento (HE 4x). (B) Infiltrado inflamatório moderado em derme (quadrado), pústula intraepidérmica (asterisco) CE – cone de cimento (MGG 10x). (C) Infiltrado inflamatório de eosinófilos (setas) (MGG 40x). (D) Infiltrado inflamatório de neutrófilos (cabeça da seta) (MGG 40x).



Fonte: O autor.

Figura 10. Comparação da intensidade das alterações cutâneas no local de fixação de carrapatos *Amblyomma sculptum* entre tamanduás-bandeira e javaporcos. Diferenças significativas estão expressas em ** ($p < 0,01$) e *** ($p < 0,001$)

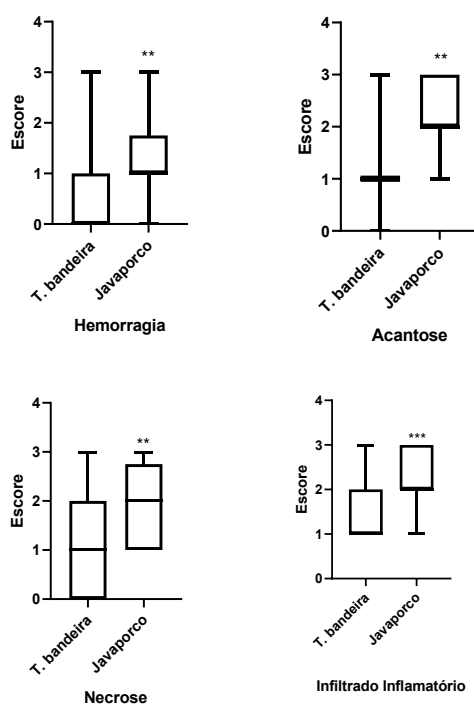


Tabela 4: Análise microscópica em escores de 1 a 3 das alterações cutâneas causadas por carrapatos em. Degeneração balonosa (DegB); Espongiose (Esp); Acantose (Acan); Necrose (Nec); Hemorragia (Hem); Edema (ed); Inflamação (Infl)

ID	Hospedeiro	Carrapato	DegB	Esp	Acan	Necr	Hem	Edem	Infl
1	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	1	1	1	0	1	1
2	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	2	2	2	2
3	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	0	1	1
4	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	1	0	1	1
5	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	3	3	3	2	2	2	2
6	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	0	0	1	1
7	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	3	1	1	0	2	1
8	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	0	0	2	1
9	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	0	0	0	1	1
10	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	0	0	1	1
11	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	0	1	1
12	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	2	2	0	0	1	1
13	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	1	1	0	0	1	1
14	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	0	0	0	1	1
15	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	3	2	3	2	1	2	2
16	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	0	1	2
17	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	3	3	3	2	1	2	3
18	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	3	1	2	2
19	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	1	1	1	2	1	2	3
20	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	0	0	1	1

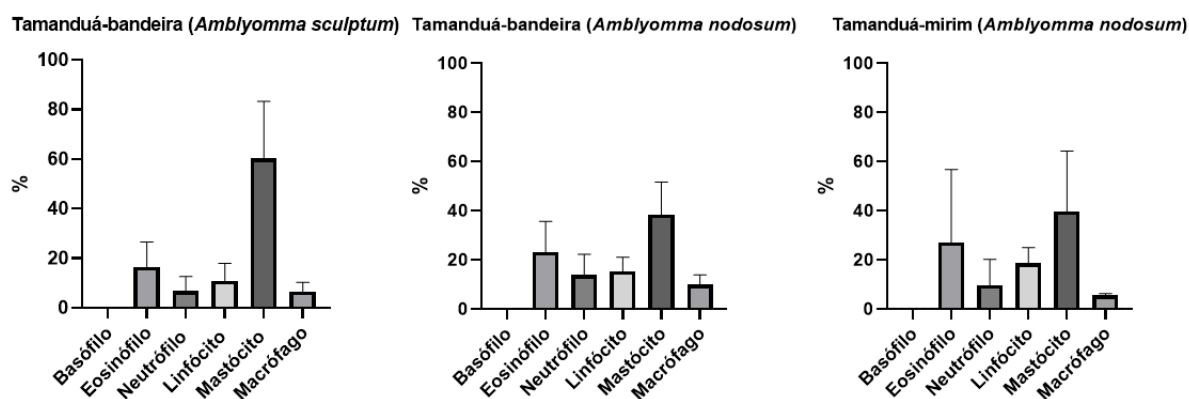
21	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	2	2	1	3	2	3	3
22	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	0	0	0	0	1	1
23	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	1	1	0	0	0	0	1
24	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	3	3	3	2	3	3	3
66	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	1	1	1	0	0	0	1
71	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	2	1	2	1	1	2	1
39	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	2	2	3	1	1	2	2
40	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	3	3	3	2	1	2	3
41	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	3	2	2	3	3	3	3
42	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	3	2	2	1	1	2
44	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	2	2	3	2	1	1	2
46	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	1	1	1
47	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	1	1	2
48	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	2	2	3	2	1	2	3
49	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	2	2	2	3	2	2	3
50	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	2	2	2	2	1	2	2
52	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	3	2	3	2	1	2	2
53	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	3	2	3	3	2	3	3
54	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	2	3	2	3	3
55	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	0	1	2
56	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	2	1	1	1	2
57	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	1	1	2	1	1	1	2
26	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	2	2	3	1	2	2	2
73	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	2	2	2	1	1	1	1
28	Bovino	<i>R. microplus</i>	1	1	2	1	1	2	2
31	Bovino	<i>R. microplus</i>	2	2	2	2	2	2	3
35	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	2	2	2	1	0	2	2
37	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	2	2	2	1	1	2	2
59	Veado Catingueiro	<i>A. sculptum</i>	1	2	1	1	0	1	1
68	Equino	<i>A. sculptum</i>	2	2	1	2	1	2	2
69	Equino	<i>A. sculptum</i>	1	1	1	1	0	1	2
70	Equino	<i>A. sculptum</i>	2	2	2	2	1	2	3
72	Equino	<i>A. sculptum</i>	2	2	1	2	2	2	3
74	Equino	<i>D. nitens</i>	2	1	2	2	2	1	1
58	Ouriço cacheiro	<i>A. longirostre</i>	2	2	2	3	2	3	3
60	Ouriço cacheiro	<i>A. sculptum</i>	3	2	1	1	0	1	1
61	Anta	<i>A. sculptum</i>	3	3	3	2	3	3	3

5.4 Contagem diferencial de células inflamatórias

As médias e desvios padrão da contagem diferencial de células inflamatórias na derme no local de fixação de carrapatos em hospedeiros estão apresentadas nas figuras 11 a 17 abaixo e na tabela 5. A proporção dos diferentes tipos celulares variou conforme as espécies e os

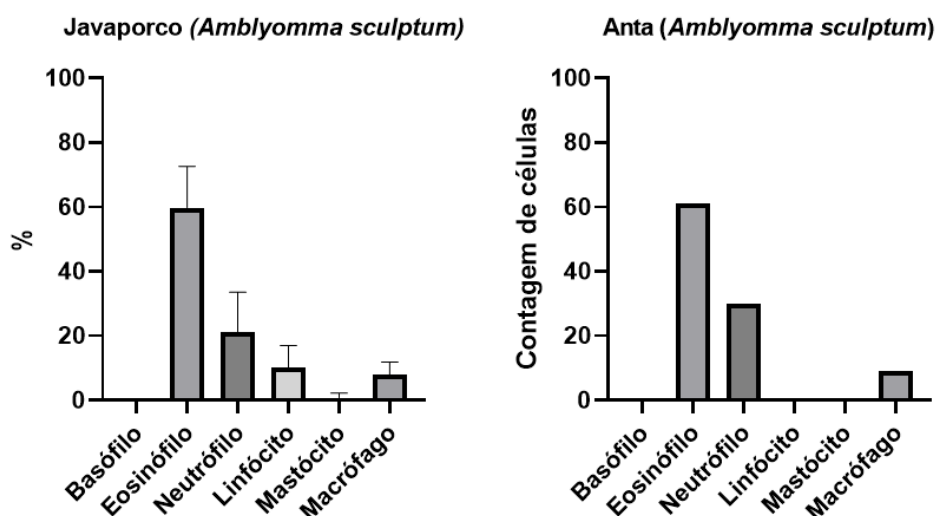
carrapatos envolvidos. Em nenhum dos hospedeiros basófilos puderam ser detectados no infiltrado inflamatório. Mastócitos seguidos por eosinófilos predominaram nas contagens na derme das duas espécies de tamanduás (Figura 11) tanto nos locais de fixação pelo carrapato *A. sculptum* (tamanduá-bandeira), como naquele de *A. nodosum* (tamanduá-bandeira e tamanduá-mirim). Em proporção menor, foram observados na derme infiltrado com linfócitos, macrófagos e neutrófilos.

Figura 11: Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de tamanduás-bandeira parasitados por *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma nodosum* e tamanduás-mirim parasitados por *Amblyomma nodosum*.



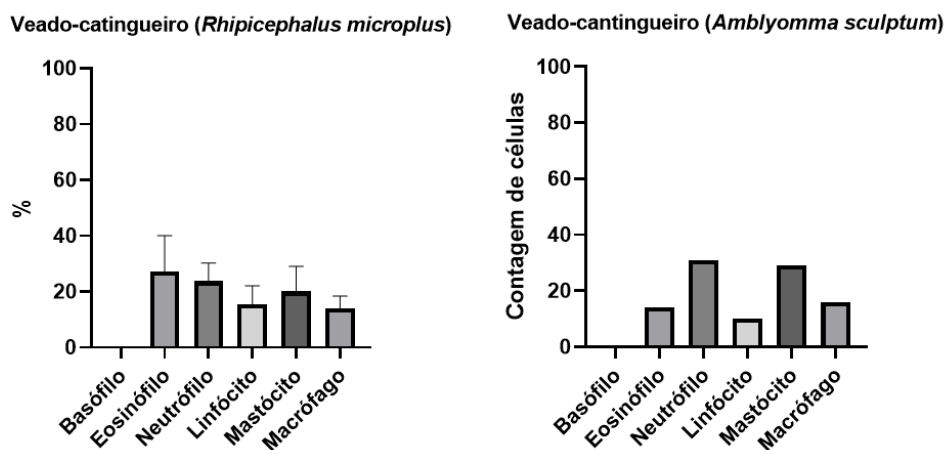
Observou na derme parasitada por *A. sculptum* de javaporcos e de uma anta o predomínio no infiltrado inflamatório de eosinófilos correspondendo a quase 60% da células seguido por neutrófilos, e em menor proporção macrófagos e linfócitos. Nestes hospedeiros não foi observada a presença de mastócitos.

Figura 12. Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de javaporcos parasitados por *Amblyomma sculptum* e de Anta parasitada por *Amblyomma sculptum*.



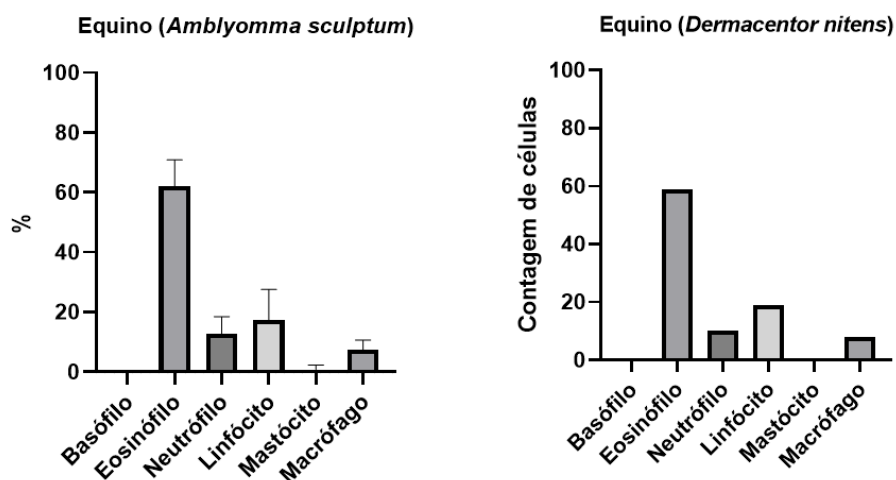
Na contagem diferencial na derme de veados-catingueiros parasitados por *R. microplus* e *A. sculptum* a proporção dos diversos tipos celulares permaneceu ao redor de 20% com ligeira predominância de neutrófilos e mastócitos no único exemplar de veado-catingueiro parasitado por *Amblyomma sculptum*.

Figura 13: Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de veados-catingueiro parasitados por *Rhipicephalus microplus* e por *Amblyomma sculptum*



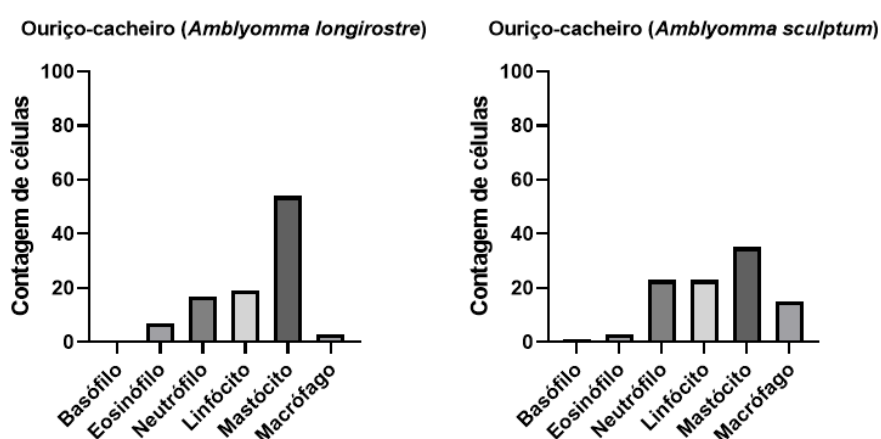
Nos equinos parasitados por *A. sculptum* e *D. nitens* a maior proporção de células na derme foi de eosinófilos constituindo, aproximadamente 60% do infiltrado. Em proporção muito menor foram observados linfócitos, neutrófilos e macrófagos e não houve a observação de mastócitos.

Figura 14. Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de equinos parasitados por *Amblyomma sculptum* e de equino parasitado por *Dermacentor nitens*.



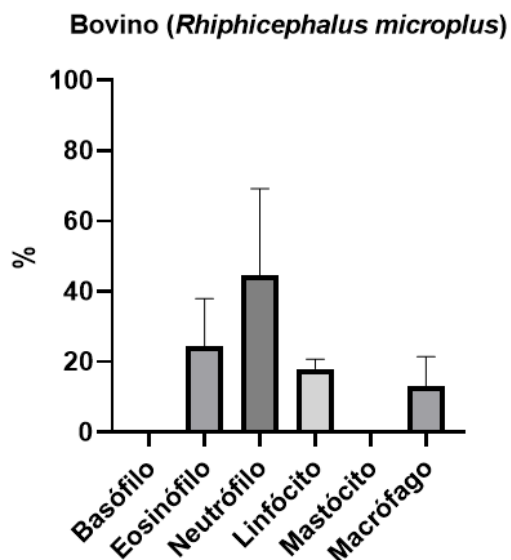
O infiltrado dérmico dos ouriço-cacheiros parasitado por *A. longirostre* apresentou predominância de mastócitos (~50% do infiltrado). Isso foi observado também no local de fixação de *A. sculptum* nesse hospedeiro, porém em proporção menor (~30%). Nesses hospedeiros em proporção menor foram observados neutrófilos, linfócitos e ainda mais reduzida de eosinófilos e macrófagos.

Figura 15. Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de ouriço-cacheiro parasitado por *Amblyomma longirostre* e por *Amblyomma sculptum*.



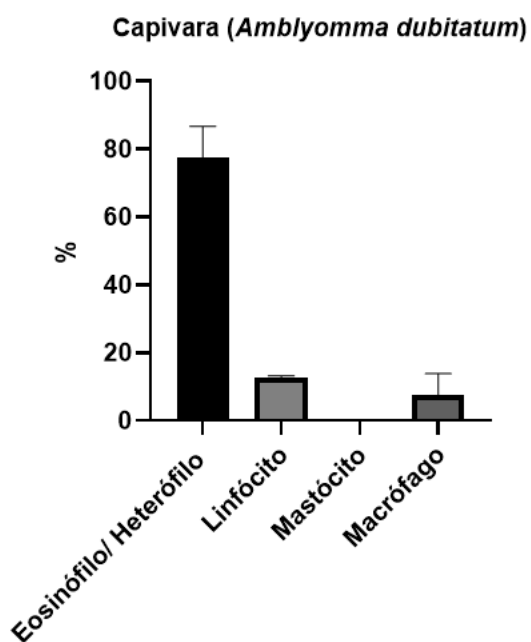
Na derme parasitada por *R. microplus* de bovinos observou-se uma maior proporção de neutrófilos (~40%), seguidos por eosinófilos, e, em menor proporção de linfócitos e macrófagos. Não foi observada a presença de mastócitos nas contagens.

Figura 16. Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de bovinos parasitados por *Rhipicephalus microplus*.



Eosinófilos/heterófilos constituíram a maior proporção das células (~80%) do infiltrado na derme de capivaras parasitada pelo carrapato *A. dubitatum*. Em proporção reduzida forma observados ainda linfócitos e macrófagos.

Figura 17. Média e desvio padrão da contagem diferencial de células na derme de capivaras parasitadas por *Amblyomma dubitatum*.



Na comparação da proporção de células do infiltrado inflamatório dérmico dos dois hospedeiros com maior número de amostras, tamanduás-bandeira e javaporcos, e parasitados por *Amblyomma sculptum* em fase adulta observou-se que javaporcos apresentaram proporção significativamente maior de eosinófilos e neutrófilos do que os tamanduás-bandeira ($t = -6,467$; $gl = 20$; $p < 0,001$; $Z(U) = 2,537$; $p = 0,011$; respectivamente). Por outro lado, uma maior proporção de mastócitos foram observados na derme de tamanduás-bandeira [$Z(U) = 3,700$; $p = 0,001$]. A proporção de linfócitos e macrófagos não diferiu significativamente entre as duas espécies de hospedeiros [$Z(U) = 0,84$; $p = 0,398$; $t = -0,563$ $gl = 20$; $p = 0,579$; respectivamente].

Tabela 5: Contagem diferencial (%) de células na derme parasitada de hospedeiros por carrapatos. Bas-basófilos; Eos -eosinófilos; Neut- neutrófilos; Linf linfócitos, Macr-macrófagos; Mast -mastócitos

ID	Hospedeiro	Carrapato	Bas	Eos	Neut	Linf	Macr	Mast
1	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	25	8	18	45	4
2	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	7	0	8	80	5
3	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	23	3	8	80	6
4	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	4	0	3	91	2
5	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	31	20	31	2	16
6	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	11	4	12	64	9
7	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	0	2	2	94	2
8	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	6	0	2	86	6
9	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	8	0	18	62	12
10	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	20	3	10	61	6
11	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	20	9	14	52	5
12	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	10	8	7	70	5
13	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	12	5	5	75	3
14	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	13	9	9	63	6
15	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	36	15	12	30	7
16	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	19	5	6	68	2
17	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	25	23	16	25	11
18	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	35	19	8	27	11
19	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	40	17	7	29	7
20	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	17	9	11	53	10
21	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	9	5	16	62	8
22	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	12	3	18	52	15
23	Tamanduá bandeira	<i>A. nodosum</i>	0	15	12	20	47	6
24	Tamanduá bandeira	<i>A. sculptum</i>	0	21	10	19	42	8
66	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	0	48	2	23	22	5
71	Tamanduá mirim	<i>A. nodosum</i>	0	6	17	14	57	6
39	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	56	12	17	2	13

40	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	55	5	28	0	11
41	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	43	20	24	2	11
42	Javaporco	<i>Amblyomma</i>	0	56	22	7	0	15
44	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	61	19	9	0	11
46	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	77	14	5	1	3
47	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	57	27	10	0	6
48	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	61	24	6	2	7
49	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	29	58	5	0	8
50	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	76	13	6	0	5
52	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	63	21	9	0	7
53	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	70	12	6	5	7
54	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	58	22	8	0	12
55	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	54	35	5	0	0
56	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	81	7	7	0	5
57	Javaporco	<i>A. sculptum</i>	0	60	25	8	1	6
26	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	0	71	*	12	0	12
73	Capivara	<i>A. dubitatum</i>	0	84	*	13	0	3
28	Bovino	<i>R. microplus</i>	0	15	62	16	0	7
31	Bovino	<i>R. microplus</i>	0	34	27	20	0	19
35	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	0	40	18	13	20	9
37	Veado Catingueiro	<i>R. microplus</i>	0	27	22	23	11	17
59	Veado Catingueiro	<i>A. sculptum</i>	0	14	27	10	29	16
68	Equino	<i>A. sculptum</i>	0	65	18	14	0	3
69	Equino	<i>A. sculptum</i>	0	49	6	32	3	10
70	Equino	<i>A. sculptum</i>	0	65	10	15	0	10
72	Equino	<i>A. sculptum</i>	0	69	17	8	0	6
74	Equino	<i>Dermacentor nitens</i>	0	59	10	19	0	8
58	Ouriço cacheiro	<i>A. longirostre</i>	0	7	21	19	54	3
60	Ouriço cacheiro	<i>A. sculptum</i>	0	4	23	23	35	15
61	Anta	<i>A. sculptum</i>	0	61	30	0	0	9

6 DISCUSSÃO

Considerando que os carrapatos são os principais vetores de agentes de doenças infecciosas para animais domésticos, além de causarem espoliação, há um interesse global em seu controle. A relação dos carrapatos com seus hospedeiros difere da observada com muitos outros parasitos, por ocorrer na superfície do corpo e, em comparação com insetos parasitas, ser caracterizada por um período de parasitismo prolongado, que pode durar vários dias.

A interação dos carrapatos com o hospedeiro ocorre na pele, envolvendo epiderme e derme, embora os reflexos do parasitismo possam se manifestar não apenas localmente, mas também de forma regional (em linfonodos) e sistêmica (como em casos de anemia) (Nicholson

et al., 2019). Por esse motivo, a caracterização das alterações morfológicas macro e microscópicas no local de fixação dos carrapatos é fundamental para uma avaliação correta da interação parasito-hospedeiro. Entretanto, é importante considerar que essas alterações morfológicas locais são a resultante da interação entre os danos provocados pelo parasita e as reações do hospedeiro. De fato, a saliva do ectoparasita modula muitas dessas reações (Hajnicka *et al.*, 2011; Kotál *et al.*, 2015; Wikel *et al.*, 2018).

Os estudos morfológicos das lesões, principalmente a histopatologia, foram mais intensos na segunda metade do século XX (Allen, 1973; Askenase *et al.*, 1982; Brossard e Fivaz, 1982; Szabó e Bechara, 1999), sendo posteriormente substituídos, em grande parte, por pesquisas com foco na caracterização molecular das alterações induzidas pelo parasitismo (Carvalho *et al.*, 2010). Contudo, tanto os estudos morfológicos quanto os moleculares foram realizados, majoritariamente, em animais de laboratório ou domésticos. Nessas situações experimentais, as interações estudadas diferem consideravelmente daquelas que ocorrem em ambientes naturais. Nas interações naturais, estão presentes aspectos evolutivos de longa data, que moldaram as reações dos hospedeiros — isto é, suas respostas fisiológicas e os mecanismos homeostáticos envolvidos.

O trabalho aqui apresentado representa um passo inicial na observação das alterações macro e microscópicas no local de fixação de carrapatos em ocorrências naturais no Cerrado brasileiro, envolvendo animais selvagens e domésticos. Para isso, foram utilizadas técnicas e parâmetros tradicionais da patologia veterinária, além de uma coloração específica — May-Grünwald Giemsa — que demonstrou ser eficaz na identificação de basófilos na pele de cobaias e coelhos (Allen, 1973; Askenase *et al.*, 1982; Brossard e Fivaz, 1982; Szabó e Bechara, 1999).

Desse modo, o estudo valorizou a investigação em uma situação natural de parasitismo. Contudo, algumas limitações foram observadas, especialmente devido à desuniformidade das reações inflamatórias. Em situações de ocorrência natural há extrema variação no tempo de parasitismo e do histórico de exposição dos hospedeiros a parasitas, tanto macro quanto microparasitas, bem como a lesões cutâneas de outra origem, como, por exemplo, traumática. Essa variação no período de parasitismo e no histórico de exposição de cada animal deve ter sido uma das causas, provavelmente a principal, na variação observada na intensidade das alterações (escores) microscópicas observadas mesmo entre relações envolvendo as mesmas espécies de carrapato e hospedeiro.

Mesmo considerando as limitações desta abordagem de ocorrência natural, foi possível identificar certos padrões de alterações comuns a todas as espécies de hospedeiros avaliadas, bem como alterações mais específicas relacionadas a cada espécie ou ainda à espécie de

carrapato envolvida. Uma observação marcante em todos os hospedeiros foi a presença de alterações macroscópicas discretas ou mesmo imperceptíveis, em contraste com alterações histológicas evidentes, caracterizadas por infiltrados inflamatórios focais e de leves a severos. Essa dissociação entre as alterações macro e microscópicas, muito provavelmente, está relacionado à restrição das alterações às imediações do ponto de fixação do carrapato, além do possível controle das atividades efetoras das células inflamatórias mediado pela saliva do ectoparasita (Hajnicka *et al.*, 2011; Kotál *et al.*, 2015; Wikel *et al.*, 2018).

Outro achado relevante foi a ausência de basófilos nos infiltrados inflamatórios observados em todos os hospedeiros do nosso trabalho. Trabalhos anteriores apontaram a importância dos basófilos na resistência adquirida de hospedeiros a carrapatos. Essas observações foram feitas, principalmente, em cobaias (*Cavia porcellus*), com algumas evidências em outras espécies de animais domésticos e de laboratório, como coelhos (Allen, 1973; Askenase *et al.*, 1982; Brossard e Fivaz, 1982; Szabó e Bechara, 1999). No entanto, os mecanismos pelos quais essas células exercem seu efeito na resistência permanecem desconhecidos até hoje. Nesse contexto, destaca-se o estudo experimental conduzido por Szabó e Bechara (1999), em que se verificou que cobaias apresentavam resistência inata e, principalmente, adquirida ao carrapato *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (s.l.), ao passo que cães não exibiam tal resistência. Naquele trabalho, as cobaias desenvolveram infiltrados inflamatórios ricos em basófilos, acompanhados de áreas necróticas com exsudação muito evidentes em avaliação macroscópica. Em contrapartida, os cães apresentaram infiltrado predominantemente com neutrófilos e células mononucleares em proporção menor, sem basófilos e sem alterações macroscópicas dignas de nota. Ressalta-se, ainda, que *R. sanguineus* s.l. é um parasita habitual de cães, mas não de cobaias. Essa diferença de especificidade parasitária pode explicar a maior intensidade das alterações macroscópicas observadas nas cobaias no modelo experimental, quiçá pela menor efetividade da atividade imunomodulatória da saliva sobre este hospedeiro laboratorial. Neste sentido as observações em animais selvagens do nosso estudo, em contexto natural de parasitismo, assemelham-se mais às alterações macro e microscópicas observada no cão contra o *R. sanguineus* s.l. Contudo, a ausência de basófilos nos infiltrados precisa ser mais bem investigada. Nos animais do nosso trabalho pode estar associado à ausência de uma resistência inata e /ou adquirida, mas também às limitações técnicas na detecção histológica dessas células nas diversas espécies de hospedeiros. Assim, futuros estudos devem considerar o uso de técnicas complementares, como imuno-histoquímica e microscopia eletrônica para confirmar ou refutar a real ausência de basófilos na resposta inflamatória cutânea induzida por carrapatos em condições naturais.

O tamanduá-bandeira faz parte das 195 espécies de mamíferos encontradas no bioma Cerrado, essa espécie é frequentemente encontrada próximo a humanos devido a ações antrópicas e figura como uma das principais espécies atropeladas no Brasil (Moreira *et al.*, 2010; De Freitas *et al.*, 2014). O carrapato *A. sculptum* é também relacionado ao Cerrado brasileiro (Szabó *et al.*, 2013; Martins *et al.*, 2016; Dantas-Torres *et al.*, 2016). Em um estudo com indivíduos selvagens, (Szabó *et al.*, 2019) encontrou a prevalência de 72,2% de *A. sculptum* em 1374 carrapatos coletados de 72 tamanduás-bandeiras, cuja taxa de infestação foi de 91,7%. Adultos do carrapato *A. nodosum* constituem a segunda espécie mais prevalente em tamanduás-bandeira do Cerrado e a mais prevalente em tamanduás-mirim (Szabó *et al.*, 2019) e os estágios imaturos são particularmente parasitas de em aves passeriformes (Jones *et al.*, 1972; Labruna *et al.*, 2007). Portanto, o parasitismo de tamanduá-bandeira por *A. nodosum* e principalmente por *A. sculptum* é comum e podem ser consideradas uma relação de ocorrência natural. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ao caso das alterações cutâneas dos tamanduás-mirim parasitados pelo carrapato *A. nodosum*. De fato, as amostras de tamanduás de ambas as espécies parasitadas por carrapatos de ocorrência natural, apresentaram alterações macroscópicas leves a imperceptíveis, porém um infiltrado inflamatório com maior porcentagem de mastócitos. Esta última observação é à primeira vista contraditória. Mastócitos possuem grânulos ricos em histamina e heparina (McGavin, 2009) e sua ativação deveria resultar em edema intenso, hemorragia e prurido com indução de auto-limpeza. Porém as alterações macroscópicas observadas indicam que estas células não foram ativadas (não degranularam) algo que pode ser atribuído à ação moduladora da saliva, mais efetiva em hospedeiros habituais.

Em tamanduás a proporção de eosinófilos foi também elevada em relação aos demais tipos celulares, esse achado corrobora com os achados de Alves (2023) que registrou o valor mais alto já relatado para eosinófilos relativos (17%) no sangue de tamanduás-bandeira de vida livre. Tais achados indicam que esse número elevado pode estar associado a possíveis infecções parasitárias e à estimulação antigênica, onde animais de vida livre estão mais expostos (Norberg *et al.*, 2011; Widmer *et al.*, 2012). Ainda não estão claros os mecanismos de ação dos eosinófilos sobre os carrapatos, mas evidências sugerem que essas células atuam em cooperação com basófilos e mastócitos na mediação da resistência de cobaias e coelhos a esses parasitas (Allen, 1973; Askenase *et al.*, 1982; Brossard; Fivaz, 1982). Eosinófilos são células efetoras importantes contra parasitos, principalmente larvas de helmintos. Suas funções efetoras incluem a liberação de proteínas citotóxicas, produzem espécies reativas de oxigênio e mediam citotoxicidade celular dependente de anticorpos com parasitas opsonizados por IgE (Huang *et al.*, 2015; Gazzinelli-Guimarães *et al.*, 2024). Porém, os eosinófilos também modulam a

resposta imune pela secreção de citocinas e quimiocinas reguladoras e histaminase contribuindo para a remodelação tecidual e a regulação da inflamação durante infecções parasitárias (Herman, 1982; Gazzinelli-Guimarães *et al.*, 2024). Portanto, a atuação destas células e de acordo com o grau e tipo de ativação, pode ser pró-inflamatória e anti-inflamatória, neste último caso inibindo vasodilatação, aumento de permeabilidade vascular e prurido. O papel de eosinófilos nas lesões cutâneas causadas por carrapatos é desconhecido. Essas células ocorrem nas lesões de cobaias resistentes (Brown; Knapp, 1981; Szabó e Bechara, 1999) mas também em bovinos susceptíveis a determinadas espécies de carrapatos (Walker *et al.*, 1986). Portanto, a presença destas células em uma lesão causada por carrapatos na derme dos hospedeiros pode ter significados distintos e necessita de investigações adicionais.

Os linfócitos aparecem como a terceiro tipo celular mais evidente na contagem, indicando uma possível reação imunológica. Streilein (1978) estabeleceu a ideia da existência de tecidos linfoides associados à pele (SALT). As células que formam o SALT atuam no processo e na manifestação da imunidade cutânea. Entre as funções do SALT estão a geração de uma resposta imune primária e a ativação de uma resposta imune secundária após exposições anteriores a agentes patogênicos (Streilein, 1990). Porém sabe-se que a nem sempre uma resposta imune é capaz de gerar resistência, já que a saliva dos carrapatos é capaz de modular o sistema imune levando a ausência de resistência do hospedeiro (Sá-Nunes *et al.*, 2007; Willadsen; Jongejan, 1999). Em relação à tamanduás-bandeira, merece ainda destaque o estudo de Alves (2023). Esse autor em não encontrou basófilos no sangue periférico de animais de vida livre.

A segunda espécie com maior número de amostras foi o javaporco. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) classifica os javalis e suínos ferais como espécies exóticas invasoras. Estes incluem todas as variações do javali-europeu (*Sus scrofa*), sejam formas nativas, domésticas, asselvajadas ou híbridas, bem como suas diferentes linhagens, raças e níveis de cruzamento com porcos domésticos (Frankenberg, 2005) e conhecidos popularmente como javaporco (Bosma, 1976). Essa espécie representa uma ameaça tanto ecológica quanto sanitária, promovendo a degradação de ecossistemas naturais e áreas antropizadas. Seu impacto inclui: (1) prejuízos à biodiversidade e à integridade ambiental; (2) significativas perdas econômicas para o setor agropecuário; e (3) riscos sanitários para a produção animal (IBAMA, 2017).

Em estudo recente realizado em Minas Gerais, Sousa *et al.* (2022) identificaram 415 carrapatos parasitando javaporcos em área rural, dos quais 93,7% (389 exemplares) correspondiam a adultos de *Amblyomma sculptum*. Assim como observado em tamanduás-

bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), os javaporcos demonstraram uma estreita associação com *A. sculptum*, fato que pode explicar a predominância desta espécie de carrapato nas amostras coletadas. As amostras de javaporcos analisadas evidenciam alterações macroscópicas discretas como os outros hospedeiros, porém, com incidência e intensidade de aumento de volume maiores. Essa observação pode estar relacionada com o aumento da permeabilidade vascular, resultando em edema dérmico. As alterações microscópicas variaram de leves a severas, novamente mais intensas do que aquelas do tamanduá-bandeira parasitado pela mesma espécie de carrapato. Essa maior intensidade de reação macro e microscópica pode indicar um hospedeiro com reações menos controladas pelo carrapato e, portanto, menor especificidade parasitária. Essa observação é reforçada pelo fato de se tratar de um animal exótico.

O infiltrado inflamatório dérmico também diferiu entre tamanduás-bandeira e javaporcos, com eosinófilos e neutrófilos em proporção maior no hospedeiro exótico. Como discutido anteriormente a atuação na reação aos carrapatos dos eosinófilos dependerá do grau e tipo de ativação. Os neutrófilos são reconhecidos principalmente por sua função fagocítica, mas também apresentam uma capacidade restrita de secretar moléculas imunomoduladoras (Lloyd; Oppenheim, 1992; Cassatella, 1995). Além disso, essas células podem causar danos teciduais através da liberação de enzimas líticas armazenadas em seus grânulos (Weiss, 1989). Em cães infestados por *R. sanguineus* s.l. a presença de neutrófilos foi relacionada à ausência de uma resistência ao parasito e de alterações macroscópicas mais intensas (Szabó; Bechara, 1995; 1999). Os autores atribuíram esta observação à efetividade da saliva do carrapato na imunomodulação do hospedeiro. Essa possibilidade é especificamente corroborada por Ribeiro *et al.*, (1990) que observaram que a saliva de um carrapato do gênero *Ixodes* inibia a função de neutrófilos. Portanto podemos supor que o *A. sculptum* consegue modular as reações cutâneas de javaporcos, porém com eficácia menor que em tamanduás.

‘ Nas outras espécies animais o número de amostras foi mais reduzido impedindo análises quantitativas. Porém, mesmo nestas amostras mais reduzidas os aspectos gerais das alterações discutidos anteriormente, as alterações macroscópicas reduzidas e ausência de basófilos no infiltrado inflamatório, se repetiram.

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) é o maior roedor vivo do mundo (Pachaly *et al.*, 2001). É uma espécie semiaquática nativa da América do Sul, ocorre desde o litoral atlântico até as regiões leste dos andes (Pinto, 2006). Esses animais estão geralmente associados a altos níveis de infestação ambiental principalmente por duas espécies *A. sculptum* e *A. dubitatum* (Souza *et al.*, 2006; Perez *et al.*, 2008). Além disso, as capivaras são resilientes às infestações por carrapatos, podendo suportar altas cargas parasitárias. Lesões decorrentes do parasitismo

de carrapatos em capivaras já foram descritos anteriormente por Heijden *et al.* (2005). Esses autores observaram em análise macroscópica, eritema e edema leves nos locais de fixação de carrapatos *A. sculptum* e *A. dubitatum*, sem diferenciar as alterações por espécie de parasita. Na análise histológica observaram um infiltrado com prevalência de heterófilos (caracterizados por análise ultra estrutural), necrose, hiperplasia epidérmica e edema celular. Os resultados desses autores sugerem que as células polimorfonucleares com grânulos eosinófilos de nossas amostras sejam em sua maioria composta por heterófilos e indica uma reação ao carrapato *A. dubitatum* semelhante ao de cães contra *R. sanguineus* s.l., rico em neutrófilos. Essa observação corrobora se tratar de uma relação capivara-carrapato com especificidade parasitária. O carrapato *A. dubitatum* em capivaras é considerado exemplo de especificidade por hospedeiros na região neotropical (Nava *et al.*, 2010).

Ao contrário dos demais animais analisados, os equinos são espécies domesticadas que mantêm estreita relação com as atividades humanas, seja no trabalho ou no entretenimento. Sua importância como hospedeiros é significativa, uma vez que apresentam grande susceptibilidade a infestações maciças de carrapatos e costumam ser criados em sistemas com alta densidade populacional (Vieira *et al.*, 2002, Nogueira *et al.*, 2021). Dentre os principais carrapatos de importância para equideocultura se destacam o *A. sculptum* e *D. nitens*. Pesquisas conduzidas na região Sudeste do Brasil revelaram que a espécie *D. nitens* é a mais comum em equídeos. Em aproximadamente 95% dos haras analisados, os animais apresentavam infestação por esse carrapato, com relatos recorrentes de infestações intensas (Kerber *et al.*, 2009). A contagem celular de equinos parasitados por *A. sculptum* e *D. nitens* revelou uma quantidade massiva de eosinófilos, seguida por aumento no número de linfócitos e de neutrófilos tais achados foram compatíveis com Nogueira *et al.* (2022), que, no entanto, detectaram mastócitos degranulados na derme dos animais infestados. A diferença na não detecção de mastócitos pode estar relacionada com tempo de fixação do carrapato. Os estudos de Szabó *et al.* (2004), também corroboram com os achados, nele os autores notaram o aumento de neutrófilos nas primeiras infestações, que foram substituídos por eosinófilos nas subseqüentes. Amostra cutânea no local de fixação do carrapato *D. nitens*, foi aquela que exibiu as alterações macroscópicas mais intensas, particularmente crostas. Essa espécie de carrapato habitualmente se fixa em grandes grupos na face interna do pavilhão auricular dos equídeos, o que pode resultar em lesões permanentes na cartilagem dessa região e pode favorecer o surgimento de miíases e infecções secundárias (Labruna; Amaku, 2006). As alterações cutâneas mais intensas da nossa amostra podem então ser atribuídas à confluência das lesões causadas por múltiplos carrapatos.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo contribuiu para a compreensão das respostas cutâneas de diferentes espécies de hospedeiros silvestres e domésticos frente à infestação natural por carrapatos, com ênfase na caracterização histopatológica e celular das lesões induzidas no sítio de fixação dos ectoparasitas. Através de análises macroscópicas e microscópicas detalhadas, evidenciou-se que a resposta inflamatória dos hospedeiros varia de acordo com a espécie parasitada, o tipo de carrapato envolvido e possivelmente com o grau de coevolução entre parasita e hospedeiro.

Notou-se que animais silvestres, como capivaras e tamanduás, apresentaram perfis celulares e graus de lesão compatíveis com reações moduladas por saliva, por vezes indicativas de uma relação parasitária estável. Em contraste, espécies como os equinos e javaporcos evidenciaram padrões inflamatórios mais exacerbados, sugerindo maior suscetibilidade às lesões induzidas pelos carrapatos. A observação de alterações macro e microscópicas em condições naturais permitiu evidenciar padrões inflamatórios comuns, como infiltrados dérmicos focais compostos predominantemente por mastócitos, eosinófilos, neutrófilos e linfócitos, além da intrigante ausência de basófilos, cuja interpretação demanda investigações complementares.

Esses achados reforçam a necessidade de ampliar estudos *in situ*, valorizando modelos de parasitismo natural para melhor compreensão das interações entre carrapatos e seus hospedeiros. Ademais, a utilização de técnicas adicionais, como a imunohistoquímica, será fundamental para elucidar a real participação de basófilos e outros elementos celulares na resposta cutânea ao parasitismo em diferentes contextos ecológicos e filogenéticos.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. R. Immunology of interactions between ticks and laboratory animals. **Experimental & applied acarology**, v. 7, n. 1, p. 5-13, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01200448>

ALLEN, J. R. Tick resistance: basophils in skin reactions of resistant guinea pigs. **International journal for parasitology**, v. 3, n. 2, p. 195-200, 1973. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(73\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0020-7519(73)90024-6)

ALMEIDA, R. F. C. *et al.* The first report of Rickettsia spp. in Amblyomma nodosum in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 4, n. 1-2, p. 156-159, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.08.002>

ALVES, M. H. *et al.* Hematology and biochemistry reference intervals in chemically immobilized free-ranging giant anteaters (Myrmecophaga tridactyla). **European Journal of Wildlife Research**, v. 69, n. 2, p. 37, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01663-5>

ANDERSON, J. F.; MAGNARELLI, L. A. Biology of ticks. **Infectious disease clinics of North America**, v. 22, n. 2, p. 195-215, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2007.12.006>

ANDERSON, R. M.; MAY, R. M. Coevolution of hosts and parasites. **Parasitology**, v. 85, n. 2, p. 411-426, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000055360>

ANGERAMI, R. N. *et al.* Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 3, n. 5-6, p. 346-348, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000055360>

ARAGÃO, H. D. B. Ixodidas brasileiros e de alguns países limitrofes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 31, p. 759-843, 1936. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761936000400004>

ASKENASE, W.; BAGNALL, B.G.; WORMS, M.J., 1982. Cutaneous basophil-associated resistance to ectoparasites (ticks). **Immunology**, 45: 501-511. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(73\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0020-7519(73)90024-6)

BALASHOV, Y. S. Bloodsucking ticks (Ixodoidea) vectors of diseases of man and animals. In: **A Translation of Bloodsucking Ticks (Ixodoidea) Vectors of Diseases of Man and Animals'**. Entomological Society of America, 1972. p. 167. DOI: <https://doi.org/10.4182/HKTD2318.8-5.167>

BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. In: **Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies**. 2006.

BECHARA, G. H. *et al.* Ticks associated with armadillo (Euphractus sexcinctus) and anteater (Myrmecophaga tridactyla) of Emas National Park, State of Goiás, Brazil. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 969, n. 1, p. 290-293, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2002.tb04394.x>

BERMÚDEZ, S. E. *et al.* Detection and identification of rickettsial agents in ticks from domestic mammals in eastern Panama. **Journal of medical entomology**, v. 46, n. 4, p. 856-861, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1603/033.046.0417>

BIEGELMEYER, P. *et al.* Bovine genetic resistance effects biological traits of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 208, n. 3-4, p. 231-237, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.01.010>

BORGES, L. M. F.; OLIVEIRA, P. R.; RIBEIRO, M. F. B. Seasonal dynamics of *Anocentor nitens* on horses in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 89, n. 3, p. 165-171, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00204-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00204-1)

BOSMA, A. A. Chromosomal polymorphism and G-banding patterns in the wild boar (*Sus scrofa* L.) from the Netherlands. 1976. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00128086>

BRAZ, V. *et al.* Inhibition of energy metabolism by 3-bromopyruvate in the hard tick *Rhipicephalus microplus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 218, p. 55-61, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2018.12.010>

BRITO, L. G. *et al.* *Anaplasma marginale* infection in cattle from south-western Amazonia. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 249-254, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2010000300011>

BROSSARD, M.; FIVAZ, V. *Ixodes ricinus* L.: mast cells, basophils and eosinophils in the sequence of cellular events in the skin of infested or re-infested rabbits. **Parasitology**, v. 85, n. 3, p. 583-592, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000056365>

BROSSARD, M.; RUTTI, B.; HAUG, T. Immunological relationships between host and ixodid ticks. 1991. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198546481.003.0010>

BROWN, S. J.; KNAPP, F. W. Response of hypersensitized guinea pigs to the feeding of *Amblyomma americanum* ticks. **Parasitology**, v. 83, n. 1, p. 213-223, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000050174>

BROWN, S. J. Highlights of contemporary research on host immune responses to ticks. **Veterinary Parasitology**, v. 28, n. 4, p. 321-334, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(88\)90080-5](https://doi.org/10.1016/0304-4017(88)90080-5)

CAFRUNE, M. M. *et al.* Experimental studies of the rate of infection of *Boophilus microplus* eggs with *Babesia bovis*. **Research in Veterinary Science**, v. 58, n. 3, p. 284-285, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(95\)90119-1](https://doi.org/10.1016/0034-5288(95)90119-1)

CANÇADO, Paulo Henrique Duarte. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal Sul Mato-grossense (sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas de manejos diferentes. 2008. 77 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008.

CARVALHO W. A. *et al.* Modulation of cutaneous inflammation induced by ticks in contrasting phenotypes of infestation in bovines. **Vet Parasitol.** 2010 Feb 10;167(2-4):260-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.028>

CASSATELLA, M. A. The production of cytokines by polymorphonuclear neutrophils. **Immunology today**, v. 16, n. 1, p. 21-26, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-5699\(95\)80066-2](https://doi.org/10.1016/0167-5699(95)80066-2)

CHAUDHRY, Z. I. *et al.* Prevalence of pathological conditions causing skin damage and consequently reducing its market value in domestic ruminants of Punjab, Pakistan. **Veterinary Science Development**, v. 1, n. 1, p. e4-e4, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4081/vsd.2011.e4>

CHMELAR, J. *et al.* A tick salivary protein targets cathepsin G and chymase and inhibits host inflammation and platelet aggregation. **Blood, The Journal of the American Society of Hematology**, v. 117, n. 2, p. 736-744, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1182/blood-2010-06-293241>

CHMELAR, J. *et al.* Sialomes and mialomes: a systems-biology view of tick tissues and tick-host interactions. **Trends in parasitology**, v. 32, n. 3, p. 242-254, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.10.002>

DANTAS-TORRES, F. *et al.* Phenology of *Amblyomma sculptum* in a degraded area of Atlantic rainforest in north-eastern Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 10, n. 6, p. 1012-63, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.07.007>

DANTAS-TORRES, F. *et al.* Ticks infesting wildlife species in northeastern Brazil with new host and locality records. **Journal of medical entomology**, v. 47, n. 6, p. 1243-1246, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME10156>

DANTAS-TORRES, F. Climate change, biodiversity, ticks and tick-borne diseases: The butterfly effect. **International Journal for Parasitology: parasites and wildlife**, v. 4, n. 3, p. 452-461, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2015.07.001>

DANTAS-TORRES, F.; CHOMEL, B. B.; OTRANTO, D. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. **Trends in parasitology**, v. 28, n. 10, p. 437-446, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.07.003>

DE FREITAS, C. H.; JUSTINO, C. S.; SETZ, E. Z. F. Road-kills of the giant anteater in south-eastern Brazil: 10 years monitoring spatial and temporal determinants. **Wildlife Research**, v. 41, n. 8, p. 673-680, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1071/WR14220>

DEBÁRBORA, V. N. *et al.* Natural infestation of *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Amblyomma dubitatum* ticks. **Experimental and Applied Acarology**, v. 63, p. 285-294, 2014b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-014-9768-0>

DEBÁRBORA, V. N. *et al.* Study of the life cycle of *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae) based on field and laboratory data. **Experimental and Applied Acarology**, v. 63, p. 93-105, 2014a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-014-9767-1>

DEBÁRBORA, V. N. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing endemic and exotic wild mammals in the Esteros del Iberá wetlands, Argentina. **Systematic and Applied Acarology**, v. 17, n. 3, p. 243-250, 2012. DOI: <https://doi.org/10.11158/saa.17.3.3>

DENISOV, S. S.; DIJKGRAAF, I. Immunomodulatory proteins in tick saliva from a structural perspective. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 11, p. 769574, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.769574>

DIAS FILHO, F. DC. *et al.* Obtenção de isolados puros de Babesia bovis e Babesia bigemina a partir de larvas e ninfas de Boophilus microplus em bezerros neonatos privados de colostro. 2005. DOI: <https://doi.org/10.5216/rpt.v34i3.1926>

DIAS, T. C. *et al.* Habitat selection in natural and human-modified landscapes by capybaras (Hydrochoerus hydrochaeris), an important host for Amblyomma sculptum ticks. **PLoS One**, v. 15, n. 8, p. e0229277, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229277>

EISEN, L. Control of ixodid ticks and prevention of tick-borne diseases in the United States: The prospect of a new Lyme disease vaccine and the continuing problem with tick exposure on residential properties. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 12, n. 3, p. 101649, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101649>

ESTEVEZ, E. *et al.* Low temperature affects cattle tick reproduction but does not lead to transovarial transmission of Anaplasma marginale. **Veterinary parasitology**, v. 214, n. 3-4, p. 322-326, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.07.010>

ESTRADA-PEÑA, A. *et al.* Overview: ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. 2008.

ESTRADA-PEÑA, A. *et al.* The known distribution and ecological preferences of the tick subgenus Boophilus (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. **Experimental & applied acarology**, v. 38, p. 219-235, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-006-0003-5>

EVANS, D. E.; MARTINS, J. R.; GUGLIELMONE, A. A.. A review of the ticks (Acari, ixodida) of Brazil, their hosts and geographic distribution-1. The state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, p. 453-470, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000400003>

FAIRCHILD, G. B.; KOHLS, G. M.; TIPTON, V. J. **The ticks of panama (Acarina: Ixodoidea)**. Field Museum of Natural History, 1966.

FALCE, H. C. Infestações múltiplas por ixodídeos (Acari: Ixodidae) em bovinos e eqüídeos no primeiro planalto do Estado do Paraná. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1-2, p. 11-13, 1986.

FERREIRA, B. R. *et al.* Antigens from Rhipicephalus sanguineus ticks elicit potent cell-mediated immune responses in resistant but not in susceptible animals. **Veterinary parasitology**, v. 115, n. 1, p. 35-48, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(03\)00190-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(03)00190-0)

FEZZA, F. *et al.* Endocannabinoids and related fatty acid amides, and their regulation, in the salivary glands of the lone star tick. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1633, n. 1, p. 61-67, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1388-1981\(03\)00087-8](https://doi.org/10.1016/S1388-1981(03)00087-8)

FONSECA, F. Notas de acarologia. VIII. Curiosa modalidade de parasitismo em machos de *Amblyomma longirostre* (Kock, 1844) e comentário sobre a morfologia deste carrapato. **Boletim Biológico**, v. 1, p. 57-59, 1933.

FRANCISCHETTI, I. M. B. *et al.* The role of saliva in tick feeding. **Frontiers in bioscience: a journal and virtual library**, v. 14, p. 2051, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2741/3363>

FRANCO, P. F. *et al.* Inhibition of the classical pathway of the complement system by saliva of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). **Experimental parasitology**, v. 164, p. 91-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.03.002>

FRANKENBERG, S. T. Levantamento e avaliação da Portaria 138/02 e Instrução Normativa 25/04, que regulamentaram o controle do javali (*Sus scrofa*) no Rio Grande do Sul no período compreendido entre 2003 e 2005. Produto PNUD. **Produto PNUD, Projeto BRA/01/037, Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis– Ibama**, 2005.

FUVERKI, R. B. N. *et al.* Parasitism of a capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) by *Amblyomma nodosum* Neumann, 1899 and *Amblyomma humerale* Koch, 1844 in an Amazon forest area, Rondônia, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 265-269, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12112>

GARCIA, M. V. *et al.* Environmentally associated ticks (Acari: Ixodidae) in campo grande, mato grosso do sul, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n. 1, p. 124-128, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000100023>

GAZZINELLI-GUIMARAES, P. H. *et al.* Eosinophils as modulators of host defense during parasitic, fungal, bacterial, and viral infections. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 116, n. 6, p. 1301-1323, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/jleuko/qiae173>

GHOSH, S. *et al.* Characterization and establishment of a reference deltamethrin and cypermethrin resistant tick line (IVRI-IV) of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 138, p. 66-70, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2017.03.002>

GLATZ, M. *et al.* Characterization of the early local immune response to *Ixodes ricinus* tick bites in human skin. **Experimental dermatology**, v. 26, n. 3, p. 263-269, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/exd.13207>

GOMES, A. O carrapato-do-boi *Boophilus microplus*: ciclo, biologia, epidemiologia, patogenia e controle. In: KESSLER, R. H.; SCHENK, M. A. M: Carrapato, Tristeza Parasitária e Tripanossomose dos Bovinos. Campo Grande: Embrapa-CNPQC, 1998, 157p.

GONÇALVES, D. D. *et al.* First record of *Borrelia burgdorferi* B31 strain in *Dermacentor nitens* ticks in the northern region of Parana (Brazil). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 44, p. 883-887, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000300035>

GOODMAN, J. L.; DENNIS, David Tappen; SONENSHINE, Daniel E. **Tick-borne diseases of humans**. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1128/9781555816490>

GRISI, L. *et al.* Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>

GRUHN, K. D. *et al.* Evaluation of rickettsial infection in free-range capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766)(Rodentia: Caviidae) and ticks (Acari: Ixodidae) in the Western Amazon, Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v. 10, n. 5, p. 981-986, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.04.007>

GUEDES, E. *et al.* Rickettsia species infecting Amblyomma ticks from an area endemic for Brazilian spotted fever in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, p. 308-311, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612011000400009>

GUGLIELMONE, A. A. *et al.* Ticks (Acari: Ixodida) of the neotropical zoogeographic region. 2003.

GUGLIELMONE, A. A. *et al.* **The hard ticks of the world**. Dordrecht: Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7497-1>

GUGLIELMONE, A. A. *et al.* Ticks (Ixodidae) on humans in south america. **Experimental & applied acarology**, v. 40, p. 83-100, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9027-0>

GUIMARÃES, J. H.; BATTESTI, D. M. B.; TUCCI, E. C. Ectoparasitos de importância veterinária São Paulo: Plêiade/Fapesp, 2001

HACKENBERG, M. *et al.* In silico target network analysis of de novo-discovered, tick saliva-specific microRNAs reveals important combinatorial effects in their interference with vertebrate host physiology. **Rna**, v. 23, n. 8, p. 1259-1269, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1261/rna.061168.117>

HART, C. E. *et al.* Tick-borne encephalitis virus infection alters the sialome of Ixodes ricinus ticks during the earliest stages of feeding. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 10, p. 41, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00041>

HASSETT, E. *et al.* "Integrating tick density and park visitor behaviors to assess the risk of tick exposure in urban parks on Staten Island, New York." *BMC Public Health* 22.1 (2022): 1602. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13989-x>

HERMAN, J. J. Eosinophil diamine oxidase activity in acute inflammation in humans. **Agents and Actions**, v. 12, p. 46-48, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01965105>

HOLBROOK, A. A.; ANTHONY, D. W.; JOHNSON, A. J. Observations on the development of Babesia caballi (Nuttall) in the tropical horse tick Dermacentor nitens Neumann. **The Journal of Protozoology**, v. 15, n. 2, p. 391-396, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1968.tb02143.x>

HORTA, M. C. *et al.* Rickettsia infection in five areas of the state of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, p. 793-801, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762007000700003>

HUANG, L. *et al.* Eosinophils mediate protective immunity against secondary nematode infection. **The Journal of Immunology**, v. 194, n. 1, p. 283-290, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1402219>

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, 2017. Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Agricultura, IBAMA, Brasília.

ITO, Y. *et al.* Basophil recruitment and activation in inflammatory skin diseases. **Allergy**, v. 66, n. 8, p. 1107-1113, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2011.02570.x>

JONES, E. K. *et al.* Ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of *Amblyomma* in the Western Hemisphere. **Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series**, v. 17, n. 4, p. 1, 1972.

JONGEJAN, F.; UILENBERG, G. The global importance of ticks. **Parasitology**, v. 129, n. S1, p. S3-S14, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>

KARASUYAMA, H. *et al.* Crucial role for basophils in acquired protective immunity to tick infestation. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 1769, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01769>

KAZIMÍROVÁ, M.; ŠTIBRÁNIOVÁ, I. Tick salivary compounds: their role in modulation of host defences and pathogen transmission. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 3, p. 43, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00043>

KERBER, C. E. *et al.* Prevalence of equine Piroplasmosis and its association with tick infestation in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, p. 1-8, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4322/rbpv.01804001>

KITSOU, C.; FIKRIG, E.; PAL, U. Tick host immunity: vector immunomodulation and acquired tick resistance. **Trends in immunology**, v. 42, n. 7, p. 554-574, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.it.2021.05.005>

KOTSYFAKIS, M. *et al.* Antiinflammatory and immunosuppressive activity of sialostatin L, a salivary cystatin from the tick *Ixodes scapularis*. **Journal of Biological Chemistry**, v. 281, n. 36, p. 26298-26307, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M513010200>

KRAUSE, P. J. *et al.* Dermatologic changes induced by repeated *Ixodes scapularis* bites and implications for prevention of tick-borne infection. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 9, n. 6, p. 603-610, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1089/vbz.2008.0091>

KUMAR, R.; SHARMA, A. K.; GHOSH, S. Menace of acaricide resistance in cattle tick, *Rhipicephalus microplus* in India: Status and possible mitigation strategies. **Veterinary Parasitology**, v. 278, p. 108993, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108993>

LABRUNA, M. B. Ecology of rickettsia in South America. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1166, n. 1, p. 156-166, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04516.x>

LABRUNA, M. B. *et al.* Human parasitism by the capybara tick, *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). **Entomological news**, v. 118, n. 1, p. 77-80, 2007a. DOI: [https://doi.org/10.3157/0013-872X\(2007\)118\[77:HPBTCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3157/0013-872X(2007)118[77:HPBTCT]2.0.CO;2)

LABRUNA, M. B. *et al.* Molecular evidence for a spotted fever group *Rickettsia* species in the tick *Amblyomma longirostre* in Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 41, n. 3, p. 533-537, 2004b. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.3.533>

LABRUNA, M. B. *et al.* *Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of São Paulo, Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. **Journal of clinical microbiology**, v. 42, n. 1, p. 90-98, 2004a. DOI: <https://doi.org/10.1128/JCM.42.1.90-98.2004>

LABRUNA, M. B. *et al.* Risk factors to tick infestations and their occurrence on horses in the state of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 97, n. 1, p. 1-14, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00387-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00387-9)

LABRUNA, M. B. *et al.* Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 1, p. 65-77, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00649-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00649-5)

LABRUNA, M. B. *et al.* Ticks collected on birds in the state of São Paulo, Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, p. 147-160, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9106-x>

LABRUNA, M. B.; AMAKU, Marcos. Rhythm of engorgement and detachment of *Anocentor nitens* females feeding on horses. **Veterinary parasitology**, v. 137, n. 3-4, p. 316-332, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.01.025>

LAURENS, N.; KOOLWIJK, P. D.; DE MAAT, M. P. M. Fibrin structure and wound healing. **Journal of Thrombosis and Haemostasis**, v. 4, n. 5, p. 932-939, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2006.01861.x>

LEMO, E. R. S.; MACHADO, R. D.; COURA, J. R. Rocky Mountain spotted fever in an endemic area in Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 89, p. 497-501, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761994000400001>

LLOYD, A. R.; OPPENHEIM, J. J. Poly's lament: the neglected role of the polymorphonuclear neutrophil in the afferent limb of the immune response. **Immunology today**, v. 13, n. 5, p. 169-172, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-5699\(92\)90121-M](https://doi.org/10.1016/0167-5699(92)90121-M)

LUZ, H. R. *et al.* Some biological and behavioral aspects of *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) under laboratory and natural conditions. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 10, p. 1965-1971, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11158/saa.23.10.8>

LUZ, H. R.; FACCINI, J. L. H. Parasitismo por carrapatos em anuros no Brasil. Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, p. 100-111, 2013.

LYNN, G. E. *et al.* Naturally acquired resistance to *Ixodes scapularis* elicits partial immunity against other tick vectors in a laboratory host. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 104, n. 1, p. 175, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0776>

MAGALHÃES, OD. Contribuição para o conhecimento das doenças do grupo tifo exantemático no Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 54, p. 279-306, 1956. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761956000100012>

MANS, B. J.; RIBEIRO, J. M. C; ANDERSEN, J. F. Structure, function, and evolution of biogenic amine-binding proteins in soft ticks. **Journal of Biological Chemistry**, v. 283, n. 27, p. 18721-18733, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M800188200>

MARTINS, L. A. *et al.* Small protease inhibitors in tick saliva and salivary glands and their role in tick-host-pathogen interactions. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics**, v. 1868, n. 2, p. 140336, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2019.140336>

MARTINS, T. F. *et al.* Geographical distribution of *Amblyomma cajennense* (sensu lato) ticks (Parasitiformes: Ixodidae) in Brazil, with description of the nymph of *A. cajennense* (sensu stricto). **Parasites & Vectors**, v. 9, p. 1-14, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1460-2>

MARTINS, T. F. *et al.* Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescrptions, and identification key. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 1, n. 2, p. 75-99, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.03.002>

MARTINS, T. F. *et al.* Ticks (Parasitiformes: Ixodida) on new world wild primates in Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 47, n. 2, p. 95-106, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/01647954.2020.1870554>

MAZIOLI, R.; SZABÓ, M. P. J.; MAFRA, C. *Amblyomma nodosum* (Acari: Ixodidae) parasitizing a domestic dog in Colatina, Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, p. 428-432, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612012005000006>

MCGAVIN, Donald. **Bases da patologia em veterinária 4a edição**. Elsevier Brasil, 2009.

MCGINLEY-SMITH, D. E.; TSAO, S. S. Dermatoses from ticks. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 49, n. 3, p. 363-392, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1067/S0190-9622\(03\)01868-1](https://doi.org/10.1067/S0190-9622(03)01868-1)

MCINTOSH, D. *et al.* Detection of *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) from Bahia state, northeast Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, p. 879-883, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-838246320140623>

MOREIRA, F. G. A. *et al.* Atropelamento de vertebrados silvestres na rodovia GO-060 entre Goiania e Ipora Estado de Goias, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 32, n. 3, p. 257-264, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v32i3.4752>

MORENO, E. C. **Incidência de ixodídeos em bovinos de leite e prevalência em animais domésticos da região metalúrgica de Minas Gerais**. UFMG-Instituto de Ciencias Biologicas, 1984.

MUÑOZ-LEAL, S. *et al.* *Ornithodoros cerradoensis* n. sp. (Acari: Argasidae), a member of the *Ornithodoros talaje* (Guérin-Ménéville, 1849) group, parasite of rodents in the Brazilian Savannah. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 11, n. 5, p. 101497, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101497>

NAVA, S. *et al.* Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 51, p. 335-351, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9331-6>

NAVA, S. *et al.* Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* () with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum*, and *Amblyomma sculptum* (Ixodida: Ixodidae). **Ticks and tick-borne diseases**, v. 5, n. 3, p. 252-276, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.11.004>

NAVA, S. *et al.* **Ticks of the Southern Cone of America: diagnosis, distribution, and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance.** Academic Press, 2017.

NICARETTA, J. E. *et al.* *Rhipicephalus microplus* seasonal dynamic in a Cerrado biome, Brazil: An update data considering the global warming. **Veterinary Parasitology**, v. 296, p. 109506, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109506>

NICHOLSON, W. L.; SONENSHINE, D. E.; NODEN, B. H.; BROWN, R. N. Ticks (Ixodida). In: MULLEN, G. R.; DURDEN, L. A. (Ed.). **Medical and Veterinary Entomology**. 3. ed. Amsterdam: Academic Press, 2019. cap. 27, p. 603–672. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00027-3>

NODEN, B. H.; ARNOLD, D.; GRANTHAM, R. First report of adult *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) in Oklahoma. **Systematic and Applied Acarology**, v. 20, n. 5, p. 468-470, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11158/saa.20.5.2>

NOGUEIRA, B. C. F. *et al.* Oxidative and local histopathological response on skin wound of horses due to *Amblyomma sculptum* tick parasitism. **Research in Veterinary Science**, v. 136, p. 550-560, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.013>

NOGUEIRA, B. C. F. *et al.* A histopathological description of *Amblyomma sculptum* attachment site on the skin of a mare at different moments. **Archives of Veterinary Science**, v. 27, n. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/avs.v27i4.87740>

NORBERG, S. E. *et al.* Hematology of free-ranging, lactating northern fur seals, *Callorhinus ursinus*. **Journal of wildlife diseases**, v. 47, n. 1, p. 217-221, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-47.1.217>

NUTTALL, P. A. Tick saliva and its role in pathogen transmission. **Wiener klinische Wochenschrift**, p. 1-12, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1500-y>

NUTTALL, Patricia A. Wonders of tick saliva. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 10, n. 2, p. 470-481, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.11.005>

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Rickettsial infection in *Amblyomma nodosum* ticks (Acari: Ixodidae) from Brazil. **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, v. 103, n. 5, p. 413-425, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1179/136485909X451744>

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in an Atlantic Forest area in the State of São Paulo, Brazil, with isolation of *Rickettsia* from the tick *Amblyomma longirostre*. **Journal of Medical Entomology**, v. 45, n. 4, p. 770-774, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.4.770>

OGRZEWALSKA, M.; PINTER, A. Ticks (Acari: Ixodidae) as ectoparasites of Brazilian wild birds and their association with rickettsial diseases. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 53, n. 1, p. 1-31, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v53i1p1-31>

OLIVEIRA, S. VD. *et al.* An update on the epidemiological situation of spotted fever in Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 22, p. 22, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40409-016-0077-4>

PACHALY, J. R. *et al.* Order rodentia (rodents). **Biology, medicine, and surgery of South American wild animals**, p. 225-237, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470376980.ch23>

PADDOCK, C. D.; YABSLEY, M. J. Ecological havoc, the rise of white-tailed deer, and the emergence of *Amblyomma americanum*-associated zoonoses in the United States. **Wildlife and emerging zoonotic diseases: the biology, circumstances and consequences of cross-species transmission**, p. 289-324, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-70962-6_12

PADDOCK, C. D. *et al.* Changing paradigms for tick-borne diseases in the Americas. In: **Global health impacts of vector-borne diseases: workshop summary**. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2016. p. 221-258.

PADDOCK, C. D.; GODDARD, J. The evolving medical and veterinary importance of the Gulf Coast tick (Acari: Ixodidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 52, n. 2, p. 230-252, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tju022>

PEREZ, C. A. *et al.* Carrapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) e suas relações com os hospedeiros em área endêmica para febre maculosa no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, p. 210-217, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000400008>

PINHEIRO, M. DC. *et al.* *Amblyomma nodosum* (Neumann, 1899): observations on life cycle under laboratory conditions. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, p. 357-360, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015020>

PINTO, G. R. M. *et al.* Detectability of capybaras in forested habitats. **Biota Neotropica**, v. 6, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000100008>

POUND, J. M. *et al.* Evidence for role of white-tailed deer (Artiodactyla: Cervidae) in epizootiology of cattle ticks and southern cattle ticks (Acari: Ixodidae) in reinfestations along the Texas/Mexico border in south Texas: a review and update. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 2, p. 211-218, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC09359>

RADOLF, J. D. *et al.* Of ticks, mice and men: understanding the dual-host lifestyle of Lyme disease spirochaetes. **Nature reviews microbiology**, v. 10, n. 2, p. 87-99, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro2714>

RANDOLPH, S. E. Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. **Parasitology**, v. 129, n. S1, p. S37-S65, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182004004925>

REZENDE, L. M. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) on marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) at a conservation center: Infestation and *Rickettsia parkeri* infection dynamics along nine years. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 12, n. 6, p. 101826, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101826>

RIBEIRO, J. M. C. **How ticks make a living**. 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-4758\(95\)80162-6](https://doi.org/10.1016/0169-4758(95)80162-6)

RIBEIRO, J. M. C.; WEIS, J. J.; TELFORD III, Sam R. Saliva of the tick *Ixodes dammini* inhibits neutrophil function. **Experimental parasitology**, v. 70, n. 4, p. 382-388, 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(90\)90121-R](https://doi.org/10.1016/0014-4894(90)90121-R)

RICE, S.; CLARK, M.; ROBINSON-BOSTOM, L. Localized Medium-Vessel Vasculitis From a Tick Bite. **The American Journal of Dermatopathology**, v. 43, n. 12, p. 932-934, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1097/DAD.0000000000002035>

RIZZOLI, A. *et al.* *Ixodes ricinus* and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: new hazards and relevance for public health. **Frontiers in public health**, v. 2, p. 251, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00251>

RODRIGUES, A. C. *et al.* The inoculation eschar of *Rickettsia parkeri* rickettsiosis in Brazil: Importance and cautions. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 14, n. 2, p. 102127, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2023.102127>

RODRIGUES, D. S.; LEITE, R. C. Economic impact of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: estimate of decreased milk production on a dairy farm. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1570-1572, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500039>

SÁ-NUNES, A. *et al.* Prostaglandin E2 is a major inhibitor of dendritic cell maturation and function in *Ixodes scapularis* saliva. **The journal of Immunology**, v. 179, n. 3, p. 1497-1505, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4049/jimmunol.179.3.1497>

SCHÖN, M. P. The tick and I: Parasite-host interactions between ticks and humans. **JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft**, v. 20, n. 6, p. 818-853, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddg.14821>

SCOTT, J. D. *et al.* Birds disperse ixodid (Acari: Ixodidae) and *Borrelia burgdorferi*-infected ticks in Canada. **Journal of Medical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 493-500, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.4.493>

ŠIMO, L. *et al.* The essential role of tick salivary glands and saliva in tick feeding and pathogen transmission. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 7, p. 281, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00281>

SOARES, J. F. *et al.* Occurrence of *Amblyomma longirostre* in *Ramphastos dicolorus* in Southern Brazil. **Ciência Rural**, v. 39, p. 930-932, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000012>

SONENSHINE, D. E.; ROE, R. M. (Ed.). **Biology of ticks volume 2**. Oxford University Press, 2014.

SOUSA, Ana Carolina Prado. Carrapatos e riquetsias em javaporcos (*Sus scrofa scrofa*) em uma fazenda do município de Tupaciguara - Minas Gerais e Análise proteômica da saliva dos carrapatos *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma parvum*. 2022. 169f. Tese (Doutorado em Imunologia e Parasitologia Aplicadas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2022.12>

SOUZA, S. S. A. L. D. *et al.* Dinâmica sazonal de carrapatos (Acari: Ixodidae) na mata ciliar de uma área endêmica para febre maculosa na região de Campinas, São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, p. 887-891, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300024>

SZABÓ, M. P. J.; BECHARA, G. H. Sequential histopathology at the *Rhipicephalus sanguineus* tick feeding site on dogs and guinea pigs. **Experimental & applied acarology**, v. 23, p. 915-928, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006347200373>

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Ticks and Rickettsia on anteaters from southeast and central-west Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 10, n. 3, p. 540-545, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.01.008>

SZABÓ, M. P. J.; BECHARA, G. H. An insight into the histopathology caused by the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in the skin of previously infested, vaccinated or tick-bite naïve dogs, guineapigs and hamsters. 1995. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.1994.52088>

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Differences in the acquired resistance of dogs, hamsters, and guinea pigs to repeated infestations with adult ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci**, p. 43-50, 1995. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.1994.52089>

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing humans in an Atlantic rainforest reserve of Southeastern Brazil with notes on host suitability. **Experimental & applied acarology**, v. 39, p. 339-346, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9013-6>

SZABÓ, M. P. J., Matias *et al.* *Amblyomma cajennense* ticks induce immediate hypersensitivity in horses and donkeys. **Experimental & applied acarology**, v. 33, p. 109-117, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000030016.33747.99>

SZABÓ, M. P. J.; PINTER, Adriano; LABRUNA, Marcelo B. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 3, p. 27, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00027>

- TABOR, A. E. *et al.* Cattle tick *Rhipicephalus microplus*-host interface: a review of resistant and susceptible host responses. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, p. 506, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00506>
- TATCHELL, R. J. Host-parasite interactions and the feeding of blood-sucking arthropods. **Parasitology**, v. 59, n. 1, p. 93-104, 1969. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000069857>
- TIAN, Y. *et al.* An immunosuppressant peptide from the hard tick *Amblyomma variegatum*. **Toxins**, v. 8, n. 5, p. 133, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins8050133>
- TRAGER, W. Acquired immunity to ticks. **The Journal of parasitology**, v. 25, n. 1, p. 57-81, 1939. DOI: <https://doi.org/10.2307/3272160>
- VAN DER HEIJDEN, K. M. *et al.* Histopathology of tick-bite lesions in naturally infested capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 37, p. 245-255, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-005-4155-5>
- VERÍSSIMO, C. J. *et al.* Contagens de ínstares do carrapato *boophilus microplus* em bovinos mestiços. **Boletim de Indústria Animal**, v. 54, n. 2, p. 19-24, 1997.
- VERÍSSIMO, C. J. *et al.* Length and density of filiform tongue papillae: differences between tick-susceptible and resistant cattle may affect tick loads. **Parasites & vectors**, v. 8, p. 1-5, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1196-4>
- VIEIRA, A. M. L. *et al.* Manual de vigilância acarológica. **Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde-Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN São Paulo)**. São Paulo: Editora do Estado, 2002.
- WALADDE, S; RICE, M. J. The sensory basis of tick feeding behaviour. In: **Physiology of ticks**. Pergamon, 1982. p. 71-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-024937-7.50008-1>
- WALKER, A. R.; FLETCHER, J. D. Histological study of the attachment sites of adult *Rhipicephalus appendiculatus* on rabbits and cattle. **International Journal for Parasitology**, v. 16, n. 4, p. 399-413, 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(86\)90121-9](https://doi.org/10.1016/0020-7519(86)90121-9)
- WALKER, D. H. *et al.* A vaccine for canine Rocky Mountain spotted fever: An unmet One Health need. **Vaccines**, v. 10, n. 10, p. 1626, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/vaccines10101626>
- WEISS, S. J. Tissue destruction by neutrophils. **New England Journal of Medicine**, v. 320, n. 6, p. 365-376, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJM198902093200606>
- WERDEN, L. *et al.* Geography, deer, and host biodiversity shape the pattern of Lyme disease emergence in the Thousand Islands Archipelago of Ontario, Canada. **PLoS One**, v. 9, n. 1, p. e85640, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085640>

WIDMER, C. E. *et al.* Hematology and serum chemistry of free-ranging jaguars (*Panthera onca*). **Journal of Wildlife Diseases**, v. 48, n. 4, p. 1113-1118, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7589/2011-08-231>

WIKEL, S. K.; ALLEN, J. R. Acquired resistance to ticks. II. Effects of cyclophosphamide on resistance. **Immunology**, v. 30, n. 4, p. 479, 1976.

WIKEL, S. K.; RAMACHANDRA, R. N.; BERGMAN, D. K. Tick-induced modulation of the host immune response. **International journal for parasitology**, v. 24, n. 1, p. 59-66, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0020-7519(94)90059-0)

WIKEL, Stephen K. (Ed.). **The immunology of host-ectoparasitic arthropod relationships**. 1996.

WIKEL, S. K. Immune responses to arthropods and their products. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.27.010182.000321>

WIKEL, S. K.; AKSOY, S.; DIMOPOULOS, G. (Ed.). **Arthropod vector: controller of disease transmission, volume 2: Vector saliva-host-pathogen interactions**. Academic Press, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805360-7.00009-5>

WIKEL, STEPHEN K.; ALLEN, JOHN R. Immunological basis of host resistance to ticks. In: **Physiology of ticks**. Pergamon, 1982. p. 169-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-024937-7.50010-X>

WILLADSEN, P.; JONGEJAN, F. Immunology of the tick–host interaction and the control of ticks and tick-borne diseases. **Parasitology today**, v. 15, n. 7, p. 258-262, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-4758\(99\)01472-6](https://doi.org/10.1016/S0169-4758(99)01472-6)

YOSHIKAWA, S. *et al.* The role of basophils in acquired protective immunity to tick infestation. **Parasite immunology**, v. 43, n. 5, p. e12804, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/pim.12804>

ZEIMES, C. B. *et al.* Shaping zoonosis risk: landscape ecology vs. landscape attractiveness for people, the case of tick-borne encephalitis in Sweden. **Parasites & vectors**, v. 7, p. 1-10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-370>

ZERINGÓTA, V. *et al.* Molecular detection of *Rickettsia rhipicephali* and other spotted fever group *Rickettsia* species in *Amblyomma* ticks infesting wild birds in the state of Minas Gerais, Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 8, n. 1, p. 81-89, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.10.001>