



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, NATUREZA E
DESENVOLVIMENTO**

JULIANA MACHADO PORTELA

**ESTUDO DO EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE DE
ANIMAIS SILVESTRES E O PARASITISMO POR ECTOPARASITAS NO
ASSENTAMENTO RIO PARDO - AM**

**Santarém-Pará
Junho, 2024**

JULIANA MACHADO PORTELA

**ESTUDO DO EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE DE
ANIMAIS SILVESTRES E O PARASITISMO POR ECTOPARASITAS NO
ASSENTAMENTO RIO PARDO - AM**

Tese apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título Doutora em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento. Área de concentração: Recursos Naturais, Biodiversidade e Bioprospecção na Amazônia.

Orientador: Antonio Humberto Hamad Minervino

**Santarém-Pará
Junho, 2024**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

P843e Portela, Juliana Machado
Estudo do efeito da antropização sobre a diversidade de animais silvestres e o parasitismo por ectoparasitas no Assentamento Rio Pardo - AM. / Juliana Machado Portela. – Santarém, 2024.
104 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Antonio Humberto Hamad Minervino.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, .

1. Pequenos mamíferos. 2. Distribuição. 3. Ecossistemas. 4. Carrapatos. I. Minervino, Antonio Humberto Hamad, *orient.*. II. Título.

CDD: 23 ed. 599.09811

Bibliotecária - Documentalista: Cátia Alvarez – CRB/2 843

Juliana Machado Portela

ESTUDO DO EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE DE ANIMAIS SILVESTRES E O PARASITISMO POR ECTOPARASITAS NO ASSENTAMENTO RIO PARDO -AM

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Doutora em Ciências Ambientais, ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND) em Universidade Federal do Oeste do Pará –UFOPA

Data da defesa: 28/06/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Humberto Hamad Minervino –PPGSND/UFOPA (Orientador/Presidente)

Prof. Dr. Waldiney Pires Moraes –PPGSND/UFOPA (Membro Interno)

Prof. Dr. Sérgio De Melo–PPGSND/UFOPA (Membro Interno)

Prof. Dr. JoséMax Barbosa De Oliveira Junior–PPGSND/UFOPA (Membro Interno)

Prof. Dr. Juarez De Souza –UEPA(Membro Externo)

Prof. Dr. Adriana Caroprezo Morini –UFMS(Membro Externo)

A minha mãe Neide Machado Portela e minha irmã Nicoli Machado Portela, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos os dias a Deus pelo dom da vida, por me conceder forças para nunca desistir desta caminhada e por colocar pessoas importantes ao longo desses anos de formação.

Agradeço a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), onde iniciei minha vida acadêmica na Pós-Graduação *stricto sensu* e conheci o quão importante é um cientista para a humanidade.

Ao Programa de Pós-graduação Sociedade, natureza e desenvolvimento (PPGSND) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pela grande oportunidade concedida e por viabilizar o meu curso de doutorado. Agradeço imensamente a todos os professores deste programa pelos conhecimentos compartilhados.

A Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa (FAPESPA) pelo apoio financeiro.

Ao Laboratório de Sanidade Animal (LARSANA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), agradeço o apoio e suporte durante esses anos na pesquisa.

A Dr. Maria Nazareth Ferreira da Silva da Coleção de Mamíferos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM que auxiliou na identificação das espécies de pequenos mamíferos não voadores roedores e marsupiais.

Agradecimento à Dra. Alessandra Ferreira Dales Nava do Instituto Leonidas e Maria Deane - Laboratório de Ecologia de Doenças Infecciosas Transmissíveis na Amazônia - Núcleo PReV que ajudou na preparação, coletas e identificação das espécies de animais.

Aos profissionais Dr. Marcelo B. Labruna, Dr. Thiago F. Martins e Dr. Sebastian Muñoz-Leal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), que me receberam na Universidade, transmitindo conhecimento, auxiliando na identificação dos ectoparasitas e se disponibilizando ao acompanhamento deste trabalho.

Ao meu amigo Me. Helder Ribeiro Batista da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), foi primordial ao auxílio durante as coletas no Rio Pardo.

Ao Professor Dr. Antonio Humberto Hamad Minervino pelo apoio, conhecimento, incentivo e dedicação a este trabalho e por me mostrar o quão interessante é a área de biodiversidade de animais e ectoparasitas.

Aos membros da Banca Examinadora, pela participação e contribuições neste trabalho.

Minha família, principalmente minha Mãe (Neide Machado Portela) e minha Irmã (Nicoli Machado Portela). Não há palavras que descrevam o que sinto por vocês, muito obrigada pela força, investimento e por lutarem comigo para que este sonho se concretizasse.

A todos os colegas e amigos de laboratório, pelo convívio, colaboração e aprendizado, em especial a Osvaldo Gato Nunes, Hélder Batista, Thiago Moreira, Poliana Leão, Salatiel Dias e Flávio Assis que guardarei para sempre.

Aos demais amigos Sara Freitas, Carla Paxiúba e José Alexandre da Silva Júnior que tornaram essa jornada mais leve e com muitas risadas, com boas conversas e momentos compartilhados. Gratidão!

Ao diretor do Instituto de Esperança de Ensino Superior (IESPES) e amigo Dr. Paulo Marcelo Pedroso.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigada.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, abrigando uma enorme biodiversidade, incluindo diversas espécies de pequenos mamíferos e seus parasitas. A antropização, especialmente através da criação de assentamentos rurais e a expansão agrícola, tem causado mudanças significativas nos ecossistemas locais, afetando a distribuição e prevalência de ectoparasitas como carrapatos e ácaros. O objetivo deste estudo foi investigar a diversidade de pequenos mamíferos silvestres e a prevalência de ectoparasitas, especificamente carrapatos e ácaros, no Assentamento Rural Rio Pardo, no município de Presidente Figueiredo, AM. Foram realizadas coletas de dados em diferentes tipos de ambientes (Floresta, Capoeira, Plantio e Domiciliar) e em dois períodos distintos em estações climáticas diferentes (seca e chuva). Foram coletados ectoparasitas de pequenos mamíferos com a utilização de armadilhas Sherman e Tomahawk. Os ectoparasitas foram retirados da pele dos animais por inspeção e removidos manualmente, armazenados em álcool 70% até a sua identificação, com auxílio de estereomicroscópio, chaves taxonômicas e base de dados da literatura. Para carrapatos duros, foram fotografados com o software ZEN Pro 2, o qual é anexado a um estereomicroscópio Stereo Discovery V12. Já para larva de carrapato mole (Argasidae), foi clarificada e feito uma lâmina e comparado sua morfologia com outras literaturas. Para análises dos índices de diversidade dos hospedeiros foram utilizadas curvas de rarefação, abundância relativa versus riqueza, índice de Margalef, equitabilidade e o índice de Simpson não paramétrico (1-D). Para análise da infestação dos animais foram utilizada análise univariada para verificar a associação entre uma maior prevalência de infestação e os potenciais fatores de risco por meio do teste de Qui-quadrado de Person ou Teste exato de Fisher. A prevalência, a abundância média e a intensidade média dos carrapatos e seus respectivos intervalos de confiança (IC 95%) foram calculadas utilizando o software Quantitative Parasitology 3.0. A taxa de captura dos animais foi prevalente na ordem rodentia. A Capoeira apresentou a maior diversidade de animais com 124 espécies registradas e o maior índice de Margalef, indicando uma alta diversidade específica. A Floresta, apresentou altos índices de Simpson e Equitabilidade J. Houve uma prevalência de infestação de ectoparasitas de 21,2%, carrapatos com 6,7% e ácaros com 14,4%. Fatores como menor antropização, ordem didelphimorphia e a família com Cricetidae apresentaram uma presença significativa de ácaros. Diante das análises de carrapatos, houve uma prevalência em relação a ordem didelphimorphia. A espécie mais prevalente foi *Amblyomma sp.*, dos animais examinados infestados. O estudo trouxe

resultados inéditos sobre a fauna de carrapatos no Norte do Brasil, bem como as relações parasita-hospedeiro. Os resultados indicam que ambientes menos antropizados, como Floresta e Capoeira, possuem uma maior diversidade de pequenos mamíferos e uma prevalência significativa de ectoparasitas. A conservação de habitats heterogêneos é crucial para a manutenção da biodiversidade e a mitigação dos riscos associados aos ectoparasitas. Este estudo fornece uma base sólida para futuras pesquisas e estratégias de conservação na Amazônia Central.

Palavras-Chave: Pequenos mamíferos. Distribuição. Ecossistemas. Carrapatos.

ABSTRACT

The Amazon is the largest tropical forest in the world, home to enormous biodiversity, including several species of small mammals and their parasites. Anthropization, especially through the creation of rural settlements and agricultural expansion, has caused significant changes in local ecosystems, affecting the distribution and prevalence of ectoparasites such as ticks and mites. The objective of this study was to investigate the diversity of small wild mammals and the prevalence of ectoparasites, specifically ticks and mites, in the Rio Pardo Rural Settlement, in the municipality of Presidente Figueiredo, AM. Data collection was carried out in different types of environments (Forest, Capoeira, Plantation and Home) and in two distinct periods in different climatic seasons (dry and rainy). Ectoparasites from small mammals were collected using Sherman and Tomahawk traps. The ectoparasites were removed from the animals' skin by inspection and removed manually, stored in 70% alcohol until identification, with the aid of a stereomicroscope, taxonomic keys and literature database. For hard ticks, they were photographed with the ZEN Pro 2 software, which is attached to a Stereo Discovery V12 stereomicroscope. As for soft tick larvae (Argasidae), it was clarified and a slide was made and its morphology was compared with other literature. For analyzes of host diversity indices, rarefaction curves, relative abundance versus richness, Margalef index, equitability and the non-parametric Simpson index (1-D) were used. To analyze animal infestation, univariate analysis was used to verify the association between a higher prevalence of infestation and potential risk factors using Person's Chi-square test or Fisher's exact test. The prevalence, mean abundance and mean intensity of ticks and their respective confidence intervals (95% CI) were calculated using the Quantitative Parasitology 3.0 software. The capture rate of animals was prevalent in the Rodentia order. Capoeira presented the greatest diversity of animals with 124 registered species and the highest Margalef index, indicating a high specific diversity. The Forest presented high levels of Simpson and J Equitability. There was a prevalence of ectoparasite infestation of 21.2%, ticks with 6.7% and mites with 14.4%. Factors such as lower anthropization, order didelphimorphia and the Cricetidae family showed a significant presence of mites. In view of the tick analyses, there was a prevalence in relation to the order didelphimorphia. The most prevalent species was *Amblyomma* sp., of the infested animals examined. The study brought unprecedented results on the tick fauna in Northern Brazil, as well as parasite-host relationships. The results indicate that less anthropic environments, such as Forest and Secondary vegetation, have a greater diversity of small mammals and a significant prevalence of ectoparasites. The

conservation of heterogeneous habitats is crucial for maintaining biodiversity and mitigating the risks associated with ectoparasites. This study provides a solid foundation for future research and conservation strategies in the Central Amazon.

Keywords: Small mammals. Distribution. Ecosystems. Ticks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da coordenada geográfica do Assentamento Rio Pardo no Município de Presidente Figueredo, estado do Amazonas.....	32
Figura 2 - Acesso via terrestre pela BR-174 no Assentamento Rio Pardo, AM.....	33
Figura 3 - Localização das coordenadas dos pontos de coletas dos pequenos mamíferos não voadores no Assentamento Rio Pardo.....	34
Figura 4 – Armadilha do tipo Tomahawk® dispostas ao longo de cada transecto.....	34
Figura 5 – Armadilha do tipo Sherman® dispostas ao longo de cada transecto.....	35
Figura 6 – Ambiente Domiciliar.....	37
Figura 7 – Ambiente de Floresta.....	37
Figura 8 - Ambiente de Floresta com Rio.....	38
Figura 9 – Ambiente de Plantio.....	38
Figura 10 - Áreas ocupadas por assentamentos em hectares e número de famílias assentadas, no período de 1974 a 2014 nos estados da Amazônia Legal.....	39
Figura 11 - Áreas ocupadas por assentamentos em hectares e número de famílias assentadas, no período de 1974 a 2014 nos estados da Amazônia Legal.....	39
Figura 12 – Ambiente de Capoeira.....	40
Figura 13 - Estereomicroscópio Stereo Discovery V12.....	41
Figura 14 - Microtubos de armazenamentos de carrapatos em álcool 70%.....	41
Figura 15 - Curva de rarefação demonstrando riqueza das amostras dos animais coletados por dias de amostragem nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar) na estação chuvosa.....	46
Figura 16 - Curva de rarefação demonstrando riqueza das amostras dos animais coletados por dias de amostragem nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar) na estação de seca.....	47

Figura 17 – Vista dorsal larva <i>Amblyomma.sp</i>	55
Figura 18 – Vista 1 dorsal da larva <i>Ornithodoros mimon</i>	55
Figura 19 – Vista 2 dorsal da larva <i>Ornithodoros mimon</i>	56
Figura 20 – Vista hipostômio da larva <i>Ornithodoros mimon</i>	56
Figura 21 – Vista placa dorsal larva <i>Ornithodoros mimon</i>	57
Figura 22 - Vista dorsal ninfa <i>Amblyomma coelebs</i>	57
Figura 23 - Vista ventral ninfa <i>Amblyomma coelebs</i>	58
Figura 24 - Vista dorsal ninfa <i>Amblyomma humerale</i>	58
Figura 25 - Vista ventral ninfa <i>Amblyomma humerale</i>	59
Figura 26 - Vista dorsal fêmea <i>Ixodes luciae</i>	59
Figura 27 - Vista ventral fêmea <i>Ixodes luciae</i>	60

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Distribuição de 208 espécies de pequenos animais, organizados por ordem, família e espécies, capturados durante as estações de seca e chuvosa no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).....	44
Tabela 2 - Índices de diversidade* calculados para comunidades de pequenos mamíferos nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).....	45
Tabela 3 - Número de ectoparasitas (carrapatos e ácaros) coletados de pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).....	47
Tabela 4 - Número de ectoparasitas coletados de pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).....	48
Tabela 5 - Fatores de riscos relacionados a presença de ectoparasitas a nível de animal no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.....	50
Tabela 6 Número de ácaros coletados de pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).....	51
Tabela 7 - Fatores de riscos relacionados a presença de ácaros no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.....	52
Tabela 8 - Número total de carrapatos identificados de acordo com a espécie e estágio evolutivo e número total de animais infestados no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.....	54
Tabela 9 - Prevalência, intensidade média, abundância média e grau de interação de infestação de carrapatos em mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.....	61
Tabela 10 - Mamíferos capturados e infestação por carrapatos de acordo com o tipo de ambiente.....	61

Tabela 11 - Fatores de riscos relacionados a presença de carrapatos a nível de animal no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.....	64
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ARP	Assentamento de Reforma Agrária Rio Pardo
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
SFG	Febre maculosa
ROK	República da Coréia
CEV	Célula endotelial vascular
EMC	Erliquiose Monocítica Canina
EMH	Erliquiose Monocítica Humana
EGC	Erliquiose Granulocítica Canina
EGH	Erliquiose Granulocítica Humana
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
FMVZ-USP	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
KOH	Hidróxido de Potássio
FR	Frequência Relativa
AR	Índice de Abundância relativa
Nested ANOVA	Análise de Variância Aninhada
ANOM	Análise de Médias
H	Índice de Diversidade de <i>Brillouin</i>
IC	Intervalo de Confiança

LISTA DE SIGLAS

AM	Amazonas
ha	Hectares
cm	Centímetros
m	Metros
F	Floresta
C	Capoeira
P	Plantio
D	Domiciliar
sp	Espécie

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 Aspectos gerais.....	20
2.2 Efeitos da antropização sobre a diversidade de pequenos mamíferos terrestres.....	21
2.3 Ácaros.....	22
2.4 Carrapatos (ixodida).....	24
3 OBJETIVOS.....	30
3.1 Objetivo Geral.....	30
3.2 Objetivos específicos.....	30
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Coleta de amostras.....	31
4.2 Localização do estudo.....	31
4.3 Delineamento experimental.....	33
4.3.1 Esforço amostral.....	33
4.4 Descrição dos sítios amostrais.....	35
4.5 Armazenamento e conservação das amostras.....	40
4.6 Análise de dados.....	42
5 RESULTADOS.....	44
5.1 Comunidades de pequenos mamíferos.....	44
5.2 Análise do parasitismo por ectoparasitas em pequenos mamíferos não voadores.....	47
5.3 Análise do parasitismo por ácaros em pequenos mamíferos não voadores.....	51
5.4 Análise do parasitismo por carrapatos em pequenos mamíferos não voadores.....	54
6 DISCUSSÃO.....	66
7 CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO.....	97

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior e mais diversificada das florestas tropicais do mundo, abrangendo mais de 6 milhões de km² em nove países da América do Sul. A maioria dos organismos é desconhecida, estudos recentes indicam pelo menos 427 anfíbios, 1294 aves, 3.000 peixes, 378 répteis, 427 mamíferos e 40.000 espécies de plantas na floresta amazônica (BASEIA et al., 2016).

A Amazônia Central, apresenta floresta tropical pluvial densa de terra firme, a qual, segundo (VELOSO, 1991), cobre a maior parte da biota amazônica, possui águas naturais caracterizadas por uma acentuada pobreza química, enquanto a Região Periférica tem águas naturais muito mais ricas em íons e nutrientes. Desta forma, sabe-se, então, que não existe na Amazônia de maneira alguma uma uniformidade de estrutura biológica e ecológica nem tão pouco uma morfologia semelhante em todas suas partes (Beek; Wambeke, 1973). Na Amazônia brasileira, a cultura agrícola capitalista é praticada em grande escala, causam mudanças no ambiente natural, incluindo biodiversidade e ecossistema (SOLEN et al., 2018).

Os assentamentos de reforma agrária têm um papel de destaque em relação ao desmatamento. Atualmente cerca de 8% do território dos estados amazônicos (41,8 milhões de hectares) encontra-se destinado aos 3.589 assentamentos de reforma agrária. Posteriormente, a área explorada é desmatada e convertida em área agrícola e, em seguida, transforma-se em pastagem para a pecuária extensiva (ALENCAR et al., 2016).

Dentre eles, existe o Assentamento de Reforma Agrária Rio Pardo (ARP), criado em 1996 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), uma autarquia federal brasileira. O ARP está localizado no município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas (AM). Possui ainda 134.3429 hectares (ha) de ambiente florestal contínua e próximas ao rio, dos quais 9.200 hectares são de Reserva Legal. O núcleo urbano compreende 104.0198 habitantes, nos quais residem 154 famílias segundo o Censo 2015 realizado pelo Projeto Ecologia e Saúde. Promovem ecossistemas domiciliares, florestas secundárias (ou capoeiras) e áreas de plantio, com plantação de banana, mandioca, cupuaçu, pupunha, pimentão e pimenta-de-cheiro (FERREIRA; LUZ; BUSS, 2016). O período sazonal é distribuído entre os meses que chovem mais (dezembro, janeiro, fevereiro e março) e aqueles que chovem menos (junho, julho, agosto e setembro), respectivamente como período de inverno (muito chuvoso) e verão (quase sem chuvas).

Famílias do Assentamento de Reforma Agrária Rio Pardo, vivem no entorno da floresta em contato constante com animais silvestres, dentre eles roedores e marsupiais. Pequenos mamíferos não voadores são organismos que permitem observações precisas sobre diferenças nos aspectos de riqueza, abundância, composição e uso de habitats. Além de explicar de forma fidedigna o grau de comprometimento da fauna pela fragmentação da vegetação, sendo o método de transectos lineares (*line transects*) é o mais utilizado na Amazônia na estimativa de densidade de populações (ROOS, 2010).

Uma pesquisa conduzida no estado do Amazonas, Rio Madeira teve como objetivo maior conhecimento sobre a diversidade de pequenos mamíferos da região, calculando o esforço amostral e o sucesso de captura agrupando-se as estações seca e chuvosa. A amostragem baseou-se no número total de cada tipo de armadilha empregada nas capturas (Tomahawk, Sherman, pitfall e funnel trap) enquanto o cálculo do sucesso de captura considerou a abundância relativa dos indivíduos capturados (PEQUENO et al., 2006). A maioria dos trabalhos que utiliza mais de um tipo de armadilha tem demonstrado maior eficiência nas estimativas de riqueza e abundância de pequenos mamíferos (ARDENTE et al., 2017).

As populações de animais silvestres estão cada vez mais em contato com homem e essas populações são grupos estratégicos para estudos de saúde pública e transmissão de zoonoses, uma vez que atuam como indicadores na assistência e intervenção nas populações humanas, visando à prevenção de surtos e epidemias (BARROS et al., 2018).

Pouco se sabe sobre a epidemiologia das doenças que acometem animais silvestres e como esses agentes são distribuídos nas diferentes espécies em especial os que possuem carrapatos como vetores (SOARES, 2013). Recentemente, a incidência de doenças transmitidas por carrapatos em humanos e animais aumentou devido a vários fatores, que em associação favorecem as chances de contato entre animais silvestres e ectoparasitos, como exemplo os roedores silvestres, um grupo das Riquetsioses, a febre maculosa transmitida por carrapatos (RICHARDS; GOODRICH; ANDRÉ, 2018). Os membros da ordem Rodentia e Didelphimorphia são mamíferos com grande endemismo no bioma Amazônico e importantes reservatórios de doenças infecciosas emergentes e reemergentes (SASTRE et al., 2008).

A hipótese de que certas estações do ano sejam especialmente favoráveis a determinados estágios de carrapatos vem sendo discutida na literatura há décadas. Labruna et al., 2003 atribuíram este padrão sazonal à diapausa com comportamental das larvas no período que antecede o início da estação seca, garantindo assim que os adultos entrem em atividade durante o período quente e chuvoso, com condições climáticas favoráveis à postura e

incubação dos ovos e ao desenvolvimento da cobertura vegetal, que protege ovos e larvas da dessecação.

Nesse contexto, este trabalho visa obter informações sobre quais espécies de pequenos mamíferos podem ser encontradas numa determinada área, como estão distribuídas, se são raras ou abundantes e quais fatores podem estar relacionados com distribuição. Resultados que irão auxiliar na identificação de estratégias de conservação da biodiversidade local, principalmente em ambientes alterados. Além de informações sobre quais espécies de carrapatos e ectoparasitas de pequenos animais silvestres em uma determinada área, como estão distribuídos em diferentes ecossistemas e estações climáticas em uma comunidade na Amazônia central, considerando a falta de informação sobre o parasitismo de pequenos mamíferos nessa região.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos gerais

A Amazônia é a maior e mais diversificada das florestas tropicais do mundo, abrangendo mais de 6 milhões de km² em nove países da América do Sul (Baseia et al., 2016). Na Amazônia brasileira, a cultura agrícola capitalista é praticada em grande escala, causam mudanças no ambiente natural, incluindo biodiversidade e ecossistema (SOLEN et al., 2018). Com isso as populações de animais silvestres estão cada vez mais em contato com homem que vivem no entorno da floresta em contato constante com animais silvestres, dentre eles roedores e marsupiais. Esses pequenos mamíferos não voadores são organismos que permitem observações precisas sobre diferenças nos aspectos de riqueza, abundância, composição e uso de habitats (ROOS, 2010).

Pouco se sabe sobre a epidemiologia das doenças que acometem animais silvestres e como esses agentes são distribuídos nas diferentes espécies em especial os que possuem carrapatos como vetores (Soares, 2013). Os membros da ordem Rodentia e Didelphimorphia são mamíferos com grande endemismo no bioma Amazônico e importantes reservatórios de doenças infecciosas emergentes e reemergentes (SASTRE et al., 2008).

Recentemente, a incidência de doenças transmitidas por carrapatos em humanos e animais aumentou devido a vários fatores, que em associação favorecem as chances de contato entre animais silvestres e ectoparasitos (Richards; Goodrich; André, 2018). Apesar da enorme

extensão do bioma amazônico, apenas uma minoria de estudos foram conduzidos com carrapatos coletados na região amazônica (SOARES et al., 2015b)

Sabe-se que a manutenção de patógenos transmitidos por carrapatos na natureza também depende das relações carrapato-hospedeiro (Gray et al., 2009). Por exemplo, dinâmica populacional de carrapatos/hospedeiros, períodos de alimentação de carrapatos, tempos de transmissão de patógenos, transmissão transtadiária e transovarianas (Gray et al., 2009) e (Colwell; Dantas-Torres; Otranto, 2011) são conceitos fundamentais que ajudam a explicar os padrões de transmissão de certos patógenos em carrapatos e destes para humanos. Apesar de entender a ecologia dos carrapatos é fundamental para prever risco de transmissão de patógenos determinar área estudos de campo sobre a dinâmica populacional, porém ainda limitado. Isto representa uma lacuna importante em nosso conhecimento, principalmente porque pode apresentar diferentes padrões de atividade sazonal mesmo em partes adjacentes de sua área geográfica (GRAY et al., 2009; BARANDIKA et al., 2010).

Do ponto de vista científico, as doenças infecciosas na vida selvagem são um desafio ecológico porque sua dinâmica é determinada por processos que operam em múltiplas causas e por dificuldades práticas com coletas de dados em populações, que muitas vezes são difíceis de observar ou amostrar (Restif et al., 2012). Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo obter informações sobre quais espécies e distribuição de carrapatos e ectoparasitas de pequenos animais silvestres em uma determinada área, sua distribuição em diferentes ecossistemas e estações climáticas em uma Região de Rio Pardo, Bioma Amazônico, considerando a falta de informação sobre o parasitismo de pequenos mamíferos nessa região.

2.2 Efeitos da antropização sobre a diversidade de pequenos mamíferos terrestres

A urbanização aumenta em todo o mundo, fragmentando, isolando ou destruindo habitats nativos com a subsequente perda de biodiversidade, alterações estruturais e de composição das comunidades bióticas e enfraquecimento do funcionamento dos processos biológicos e dos serviços ecossistêmicos (MAGURA; KISS; LÉ, 2021).

A invasão humana na natureza e as mudanças ambientais que a acompanham são uma grande preocupação para a biodiversidade e a saúde da vida selvagem (Heni et al., 2023). As alterações ambientais antropogênicas podem ter impacto nas características da comunidade e população de pequenos mamíferos silvestres, tais como a diversidade de espécies e as

densidades populacionais, fator que pode influenciar na prevalência de microrganismos em reservatórios de vida selvagem. A modificação do habitat contínuo em manchas de habitat parcialmente conectadas ou isoladas podem estar ligadas as mudanças na diversidade de espécies e nas assembleias de espécies. A influência das mudanças na paisagem induzidas pelo homem aumenta a probabilidade de infecção e, portanto, na prevalência de microrganismo na vida selvagem (SCHMID et al., 2018).

A avaliação do impacto da atividade humana nos ecossistemas estar ligada muitas vezes a biodiversidade local. Contudo, ainda podem ocorrer perturbações remotas que também afetam a biodiversidade local, perdas de cobertura florestal em áreas até 30 quilômetros distante dos locais de amostragem de biodiversidade e mesmo assim foram associadas a reduções de mais de 22% na riqueza taxonômica e funcional da fauna terrestre de pequenos mamíferos. Isto sublinha a vulnerabilidade da biodiversidade mesmo aos baixos níveis de antropização (CANTERA et al., 2022).

Mudanças na escala macroecológica, ou seja, na comunidade de espécies e no padrão de abundância estão bem documentadas, os impactos na escala microecológica, como a comunidade microbiana do hospedeiro, permanecem pouco estudados. De especial interesse são as espécies simpátricas e generalistas, consideradas mais resilientes às mudanças ambientais e que muitas vezes são reservatórios de patógenos bem conhecidos e impulsionadores de eventos de repercussão (HENI et al., 2023).

Urbanização tem um impacto significativo nas populações selvagens, favorecendo as espécies que vivem nas cidades em detrimento daquelas que são incapazes de se adaptar às mudanças rápidas. Estas capacidades adaptativas diferenciais podem ser mediadas pelo microbioma, que pode modular rapidamente o fenótipo do hospedeiro através de muita flexibilidade. Por outro lado, sob perturbações antrópicas, a microbiota de algumas espécies pode ser perturbada, resultando em disbiose e impactos negativos na aptidão do hospedeiro (Bouilloud et al., 2024). Espécies de mamíferos urbanos estão provavelmente bem adaptadas às condições e pressões ambientais acompanhadas pela urbanização através da adaptação em nível individual

2.3 Ácaros

Os ácaros (Acari) habitam uma ampla variedade de ambientes, incluindo solos, plantas, água doce e salgada, e como ectoparasitas em animais vertebrados e invertebrados. Eles são adaptáveis a diferentes condições ambientais, como florestas tropicais, áreas urbanas e desertos. A diversidade de habitats influencia diretamente a distribuição e a densidade populacional dos ácaros (Sandridge, 1991; Walter; Krantz, 2009). Estudos mostram que ácaros em solos florestais desempenham papéis cruciais na decomposição e ciclagem de nutrientes (WALTER; KRANTZ, 2009).

As estações climáticas afetam significativamente a atividade e a reprodução dos ácaros. Em climas temperados, sua atividade aumenta durante a primavera e o verão, quando as temperaturas são mais altas e a umidade é elevada, proporcionando condições ideais para sua proliferação (Sandridge, 1991; Castro et al., 2016). Em regiões tropicais, a atividade dos ácaros pode ser mais constante ao longo do ano, embora picos sazonais ainda possam ser observados devido a variações nas precipitações (DE SILVA; VALIM; GRACIOLLI, 2017).

O desmatamento e a fragmentação de habitats florestais têm um impacto profundo nas populações de ácaros. A destruição do habitat reduz a disponibilidade de refúgios e hospedeiros, o que pode levar a uma diminuição na diversidade e abundância de ácaros. Além disso, o desmatamento pode facilitar a invasão de espécies exóticas de ácaros, que competem com as espécies nativas e alteram a dinâmica ecológica (Rocha et al., 2014). Estudos indicam que a conservação de habitats naturais é essencial para a manutenção da diversidade de ácaros (SANTOS-FILHO et al., 2012).

Os ácaros (Acari) desempenham papéis cruciais em vários ecossistemas, participando na decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e controle de populações de pequenos invertebrados. Eles são encontrados em habitats diversos, como solos florestais, folhas, corpos d'água e como parasitas de plantas e animais. A diversidade de ácaros é impressionante, com adaptações que permitem sua sobrevivência em condições ambientais extremas (WALTER; KRANTZ, 2009).

Ácaros ectoparasitas podem ser vetores de zoonoses, transmitindo doenças entre animais e humanos. Entre as doenças causadas por ácaros estão a sarna, a tungíase e a febre da picada do ácaro. Estas infecções podem causar irritação na pele, alergias e infecções secundárias, sendo particularmente prejudiciais em ambientes com alta densidade de hospedeiros (REIS, 2013).

Os ácaros pertencem à ordem Acari, que inclui diversas famílias de importância médica e veterinária, como Ixodidae (carrapatos duros), Argasidae (carrapatos moles) e Laelapidae. A família Laelapidae é composta por espécies ectoparasitas que infestam

mamíferos, incluindo roedores e marsupiais. Estes ácaros têm importância ecológica e sanitária significativa devido ao seu impacto nos hospedeiros (LINARDI; GUIMARÃES, 2000; MARTINS, 2016).

Diversas espécies de ácaros são de interesse científico e médico. *Laelaps nuttalli* e *Androlaelaps fahrenheitzi* são exemplos notáveis dentro da família Laelapidae, conhecidas por parasitar roedores e marsupiais. A infestação por estas espécies pode levar a problemas de saúde nos hospedeiros, incluindo anemia e a transmissão de patógenos (DIAS et al., 2005; REIS, 2013).

Roedores e marsupiais são hospedeiros frequentes de ácaros da família Laelapidae. Estes ácaros se alimentam de sangue e fluidos corporais, causando desconforto e debilitando os hospedeiros. A infestação por ácaros em roedores pode variar amplamente dependendo das condições ambientais e da densidade populacional. Marsupiais como gambás também são frequentemente infestados, refletindo sua ecologia e comportamento (FERREIRA; LUZ; BUSS, 2016).

2.4 Carrapatos (ixodida)

Carrapatos (Acari) são artrópodes parasitas encontrados em todas as regiões do planeta, que se alimentam do sangue de uma variedade de mamíferos, aves, répteis e anfíbios. No mundo são reconhecidas aproximadamente 900 espécies de carrapatos, das quais cerca de 700 espécies são carrapatos de “corpo duro” por possuírem um escudo dorsal quitinoso (Ixodida: Ixodidae) e 200 espécies são carrapatos de “corpo mole” por não possuírem este escudo quitinoso (Ixodida: Argasidae) (GUGLIELMONE et al., 2014).

Os carrapatos constituem o primeiro grupo em importância de vetores de doenças infecciosas para animais e o segundo para humanos. Entre os microrganismos transmitidos, incluem-se vírus, bactérias, protozoários e helmintos. Carrapatos geralmente têm quatro fases da vida: ovo, larva, ninfa e adultos. Os ovos podem chegar aos milhares e eclodem em larvas que normalmente se ligam a animais menores, como camundongos e pássaros. Depois de vários dias de alimentação, as larvas se desenvolvem em ninfas, que podem então se ligar a hospedeiros maiores e depois se transformar em carrapatos adultos (MARTINS et al., 2015).

Possuem diversas substâncias em sua saliva com potencial imunoregulatório, que modula as atividades de citocinas nos hospedeiros (Klein et al., 2008), que favorecem a inoculação e transmissão de patógenos (Randolph; Craine, 1995). São capazes de permanecer por longos períodos (meses) no ambiente esperando no mesmo local por um hospedeiro, garantindo

assim o foco de doenças por um maior tempo. Possuem grande longevidade, sendo importantes vetores e reservatórios de agentes infecciosos (NUTTALL; LABUDA, 2004).

Pertencem ao Filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, Classe Arachnida, Subclasse Acari, Superordem Parasitiformes, Ordem Ixodida, Superfamília Ixodoidea. As características básicas da classe são a ausência de antenas e asas; a presença de quelíceras e pedipalpos; possuem quatro pares de pernas (exceção em larvas que apresentam três pares); e o corpo dividido em cefalotórax e abdome, sendo que as segmentações abdominais (tagmas) apresentam-se fundidas. Em Ixodoidea encontram-se registradas três famílias: Argasidae, Ixodidae e Nuttalliellidae, sendo que esta última é representada por apenas uma espécie africana, *Nuttalliella namaqua* (Wilson; Koller; Garcia, 2016).

Os argasídeos, possuem peças bucais de ninfas e adultos situam-se ventralmente no interior de uma depressão, chamada camerostoma. A única espécie descrita de Nuttalliellidae têm como distinção um pseudoescudo com a parte mais elevada rígida e articulações nas pernas. Análises filogenéticas recentes comprovaram não se tratar de uma evolução intermediária entre Ixodidae e Argasidae, mas que *Nuttalliella namaqua* ocupa uma posição basal dentro da classe Ixodida (WILSON; KOLLER; GARCIA, 2016).

Ixodídeos tem um número de atributos que melhoram seu vetor potencialmente. Se alimentam por períodos relativamente longos (vários dias), durante os quais permanecem firmemente ligados ao hospedeiro. Além disso, sua mordida é geralmente indolor e podem passar despercebidos por longos períodos. Cada estágio do carrapato se alimenta apenas uma vez, e essa alimentação pode envolver uma grande variedade de vertebrados que ocupam vários habitats. Por outro lado, os Argasídeos alimentam-se brevemente e geralmente em uma única espécie hospedeira. Eles tendem morar em áreas secas, e a maioria das espécies vive em abrigos próximos aos seus hospedeiros (SONENSHINE; ROE, 2013).

A origem e disseminação das zoonoses transmitidas por carrapatos tem sido objeto de numerosas hipóteses e inclui o conceito de coevolução dos microrganismos, dos carrapatos e dos hospedeiros animais. As doenças transmitidas por carrapatos são geograficamente localizadas e ocorrem apenas em focos com condições ótimas para os carrapatos e animais envolvidos na circulação dos patógenos bacterianos. Nesta configuração específica, os vetores e hospedeiros são submetidos a pressão seletiva que leva à coevolução (SONENSHINE; MATHER, 1994).

Foi identificado *Borrelia burgdorferi* como a agente da doença de Lyme em 1982, posteriormente mais 15 patógenos bacterianos transmitidos por ixodídeos e desde então têm sido descritos em todo o mundo, incluindo 8 rickettsias, 3 ehrlichiae e 4 espécies do complexo

Borrelia burgdorferi. As espécies de *Rickettsia* pertencentes ao grupo da febre maculosa (SFG) causam infecções em humanos, animais domésticos e selvagens. Pelo menos dez tipos de espécies de *Rickettsia* SFG são conhecidas por ocorrer na China (ZHONG; NOURI; RÅBERG, 2019).

Na Guiana Francesa, América do Sul, foram encontradas espécies de carrapatos como *Amblyomma*, *Rhipicephalus*, *Ixodes*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ornithodoros*. Coletados em humanos, animais domésticos e silvestres (BINETRUY et al., 2019).

Infestações por carrapatos e detecção de riquetsiose em carrapatos que infestam mamíferos selvagens de vida livre foram capturados na ecorregião da Caatinga no Brasil, dos quais identificaram *Amblyomma auricularium*, *Amblyomma parvum*, *Amblyomma sp.*, *Ornithodoros rietcorraei* e um não identificado *Ornithodoros sp.* (MAIA et al., 2018).

Os estudos com *Rickettsia* iniciaram em 1906 por Howard Ricketts relacionando à febre maculosa (SF), 27 espécies rickettsias surgiram, das quais pelo menos 17 são patogênicas para os seres humanos (Fang; Blanton; Walker, 2017). Atualmente, o gênero *Rickettsia* podem ser subdivididos em quatro grupos principais: febre maculosa grupo (SFG), grupo tifo (TG), grupo de transição (TRG), e grupo ancestral (AG) (GILLESPIE et al., 2007).

As riquetsias são bactérias gram-negativas intracelulares obrigatórias, são observadas em vacúolos citoplasmáticos de leucócitos e plaquetas, infectam livremente citoplasma ou núcleo de células hospedeiras. Do grupo da febre maculosa são um grupo diverso de alfa-proteobactérias, exclusivamente associadas a artrópodes, que podem atuar como vetores ou reservatórios nos ciclos de vida dessas bactérias (Raoult; Roux, 1997). São transmitidas por carrapatos e pode causar doença febril e infecções emergentes negligenciadas em humanos e animais, com sintomas que variam de leves a fatais (Parola; Paddock; Raoult, 2005). Mais de 20 espécies com potencial patogênico para humanos são descritas, e outras espécies e subespécies foram propostas (PAROLA et al., 2013).

Análises filogenéticas recentes sugeriram mudanças no agrupamento de espécies de *Rickettsia* em cinco táxons: o SFG, o grupo incluindo, e *Rickettsia felis*, o grupo do tifo, e grupos *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia bellii* e *Rickettsia canadensis*, respectivamente (Merhej; Raoult, 2011; Murray et al., 2016). As doenças mais graves incluem a “Febre maculosa do Mediterrâneo” com erupção cutânea e febre (por exemplo, causada por *R. conorii*) ou miocardite e meningite (por exemplo, por *R. helvética* (NILSSON et al., 1999).

Um estudo realizado na Sardenha forneceu evidências de uma grande variedade de espécies de *Rickettsia* do grupo da Febre Maculosa em carrapatos Ixodídeos e estabelece pela

primeira vez a presença de *R. raoultii* em *Rhipicephalus sanguineus s.l.* e *Dermacentor marginatus* (CHISU; FOXI; MASALA, 2018).

Na Romênia, *Rickettsia spp.* foi o patógeno mais comumente detectado, nos carrapatos, principalmente em cães (Andersson et al., 2018). Na China, República da Coreia (ROK) e Japão encontraram duas espécies isoladas de *Rickettsia spp.* (ROK-HL727 e XinXian HL9). ROK-HL727 foi considerado uma nova espécie, introduzida como *Candidatus Rickettsia longicornii* e a XinXian-HL9 era geneticamente similar ao patógeno humano *Rickettsia heilongjiangensis* (JIANG et al., 2018).

Rickettsia parkeri sensu stricto (ss.s.) é o agente de uma *rickettsiose emergente* associada à escara em humanos na América do Sul, bioma Pampa, onde forma encontrados canídeos silvestres apresentando anticorpos contra *R. parkeri.*, sugerindo ciclo enzoótico de *R. parkeri s.s.* que poderia ser responsável pela dispersão de patógenos (e seus vetores) (DALL'AGNOL et al., 2018).

Na região do Pantanal Sul, Centro-oeste do Brasil, analisou amostras de carrapatos, animais silvestres e cães domésticos, dos quais apresentaram soro reativos para pelos menos uma espécie de *Rickettsia* (DE SOUSA et al., 2018).

Já na Amazônia brasileira, nos estados de Mato Grosso e Pará, animais silvestres e seus carrapatos foram amostrados, sendo detectado *Candidatus Rickettsia amblyommii*, *R. bellii* juntamente com duas possíveis novas espécies de *Rickettsia* (*A. naponense* e *R. africae*) no Estado do Pará e um grupo *Canadensis* no Mato Grosso. Célula endotelial vascular (CE) é o principal alvo da *Rickettsia*, uma bactéria obrigatoriamente intracelular que causa doença sistêmica grave em humanos e animais (SOARES et al., 2015b).

Dentre as enfermidades transmitidas por carrapatos, a erliquiose destaca-se como importante doença de distribuição cosmopolita, sendo causada por microorganismos do gênero *Ehrlichia*, acometendo principalmente cães e humanos (Birchard; Sherding, 1998). Pesquisas vêm demonstrando também que os felinos domésticos (*Felis catus domesticus*) são infectados por espécies do gênero *Ehrlichia*. *Ehrlichia spp.* pertence à Ordem Rickettsiales e Família Anaplasmataceae (Dumler et al., 2001). Espécie *Ehrlichia canis*, são bactérias Gram negativas, intracelulares obrigatórias dos leucócitos (monócitos), com forma de cocobacilos e multiplicam-se por divisão binária (ALMOSNY, 2022).

Diversas espécies são apontadas como causadoras de erliquiose, como a *Ehrlichia canis*, responsável pela Erliquiose Monocítica Canina (EMC); *E. chaffeensis*, agente etiológico da Erliquiose Monocítica Humana (EMH); *E. ewingii*, agente da Erliquiose

Granulocítica Canina (EGC) e Humana (EGH) (CABEZAS-CRUZ et al., 2019; CABEZAS-CRUZ et al., 2019) e *E. ruminantium*, agente de uma erliquiose de ruminantes africanos e caribenhos conhecida por Hidropericardite bovina (Bryson et al., 2002), compreendendo espécies filogeneticamente relacionadas, porém genética e antigenicamente diferentes.

Quando um carrapato morde um humano, do tipo *E. chaffeensis* e *E. ewingii* espalhar-se pelo corpo através dos vasos sanguíneos e linfáticos em um período de incubação que varia de 5 a 21 dias (THOMAS; DUMLER; CARLYON, 2009).

Erliquiose Monocítica Humana, apresenta características clínicas que vão de assintomáticos ou moderados a graves que podem resultar em morte. Apresentam febre (frequentemente > 39 ° C), erupção cutânea (especialmente em HIV positivos), dor de cabeça, mialgia, artralgia, anorexia ou náusea. A erupção cutânea se desenvolve nas extremidades na primeira semana da infecção. Anemia, leucopenia, trombocitopenia podem também aparecer. Crianças com infecção podem apresentar edema periférico mais frequentemente do que em adultos. Linfadenopatia, faringite, tosse, diarreia, dor abdominal e distúrbios mentais (menos frequentes). Além de disfunção do Miocárdio, insuficiência hepática, renal aguda, cardíaca e coagulopatia intravascular disseminada na forma multissistêmica da EMH (THOMAS; DUMLER; CARLYON, 2009; PADDOCK; CHILDS, 2003; ISMAIL; BLOCH; MCBRIDE, 2010).

Aproximadamente 20% de todos os pacientes podem ter um achado neurológico como síndromes de meningite ou encefalopatia. Manifestações clínicas com história de picada de carrapato podem ser útil para o diagnóstico de erliquioses (PADDOCK; CHILDS, 2003; ISMAIL; BLOCH; MCBRIDE, 2010).

As espécies de *Anaplasmas* são bactérias intracelulares obrigatórias transmitidas por carrapatos que infectam muitos animais silvestres, domésticos e humanos. São comuns em regiões tropicais, subtropicais e algumas temperadas do mundo; possui como agente causadores os carrapatos (HAN et al., 2019). Entre os patógenos transmitidos por carrapatos, o gênero *Anaplasma* (ordem Rickettsiales, família Anaplasmataceae) é composto por bactérias intracelulares obrigatórias transmitidas por carrapatos, que incluem *A. ovis*, *A. bovis*, *A. marginale*, *A. phagocytophilum*, *A. platys*, *A. centrale* e *A. capra* (LI et al., 2015).

O *Anaplasma phagocytophilum* foi reconhecido pela primeira vez por causar anaplasmose granulocítica em humano nos EUA em 1994 (Chen et al., 1994) e o *Anaplasma capra* também foi relatada em humanos (ZHANG et al., 2008).

A. phagocytophilum é transmitido por *Ixodes scapularis*, que também transmite agentes que causam doença de Lyme e babesiose. Anaplasmose granulocítica em humano têm

apresentações clínicas incluindo febre, dor de cabeça, leucopenia, trombocitopenia e elevação das enzimas hepáticas. Os sintomas geralmente começam em média com 9 dias após a picada do carrapato, com a maioria dos pacientes buscando atenção nos primeiros 4 dias de doença (ISMAIL; BLOCH; MCBRIDE, 2010).

Anaplasma platys são reconhecidas como a etiologia da anemia e trombocitopenia em cães. Alguns sinais clínicos variam de assintomáticos a sintomas graves. Na província de Kalasin, na Tailândia encontraram anaplasmosose em cães selvagens que indicaram que essa doença pode ser de cunho zoonótico (Piratae et al., 2019). Anaplasmosose foi encontrada em camelos no Paquistão, os autores alertam para evoluções clínicas como neutropenia, a linfopenia e a trombocitopenia que podem exacerbar a doença, tornando o animal predisposto a outras doenças. *Anaplasma. ovis* também foi encontrado como patógeno prevalente em ovelhas no Sudão (LEE et al., 2018).

Em regiões no norte da China, foram encontradas uma nova espécie de *Anaplasma*, a qual foi denominada de "*Anaplasma capra*". Dentre os pacientes, desenvolveram manifestações febris não específicas, cefaleia, mal-estar, tontura, mialgia e calafrios. Além disso, alguns apresentaram erupção cutânea ou escara, linfadenopatia, sintomas gastrointestinais e rigidez do pescoço. Dentre alguns pacientes foram admitidos no hospital por causa de doença grave e tinham altas concentrações de amino transferases hepáticas (LI et al., 2015).

Uma análise filogenética realizada no Brasil encontrara *Anaplasma* em roedores com isolados próximos aos de *Anaplasma phagocytophilum* ou *Anaplasma marginale* e *Anaplasma odocoilei*, as coletas foram realizadas nos cinco biomas brasileiros (BENEVENUTE et al., 2017). No estado do Rio de Janeiro, detectaram *A. platys* em gatos domésticos (GUIMARÃES et al., 2019). No Pantanal, o gado de corte foi altamente exposto a *A. marginale*, além de apresentar uma alta diversidade genética com oito novas linhagens (De Ramos et al., 2019). No Paraná, *Anaplasma* sp. filogeneticamente relacionado a *A. phagocytophilum* em aves de vida livre (MONGRUEL et al., 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

Avaliar o impacto da mudança do uso da terra sobre a diversidade de pequenos mamíferos silvestre com enfoque na prevalência de ectoparasitas na área impactada pelo assentamento Rio Pardo, Bioma Amazônico.

3.2 Objetivos específicos:

- Identificar espécies de ectoparasitas capturados em pequenos mamíferos silvestres não voadores no Bioma Amazônico;
- Realizar levantamento de pequenos mamíferos não-voadores em escala local, sua sazonalidade e sua distribuição de acordo com o mosaico de ambientes e estação do ano;
- Identificar possíveis efeitos do uso da terra e da urbanização na riqueza, abundância e diversidade da infestação por carrapatos em espécies de pequenos mamíferos não-voadores;
- Correlacionar a prevalência, abundância e intensidade da infestação de ectoparasitas em pequenos mamíferos silvestres não voadores com nível de antropização, variação sazonal e espécie do hospedeiro;

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de amostras

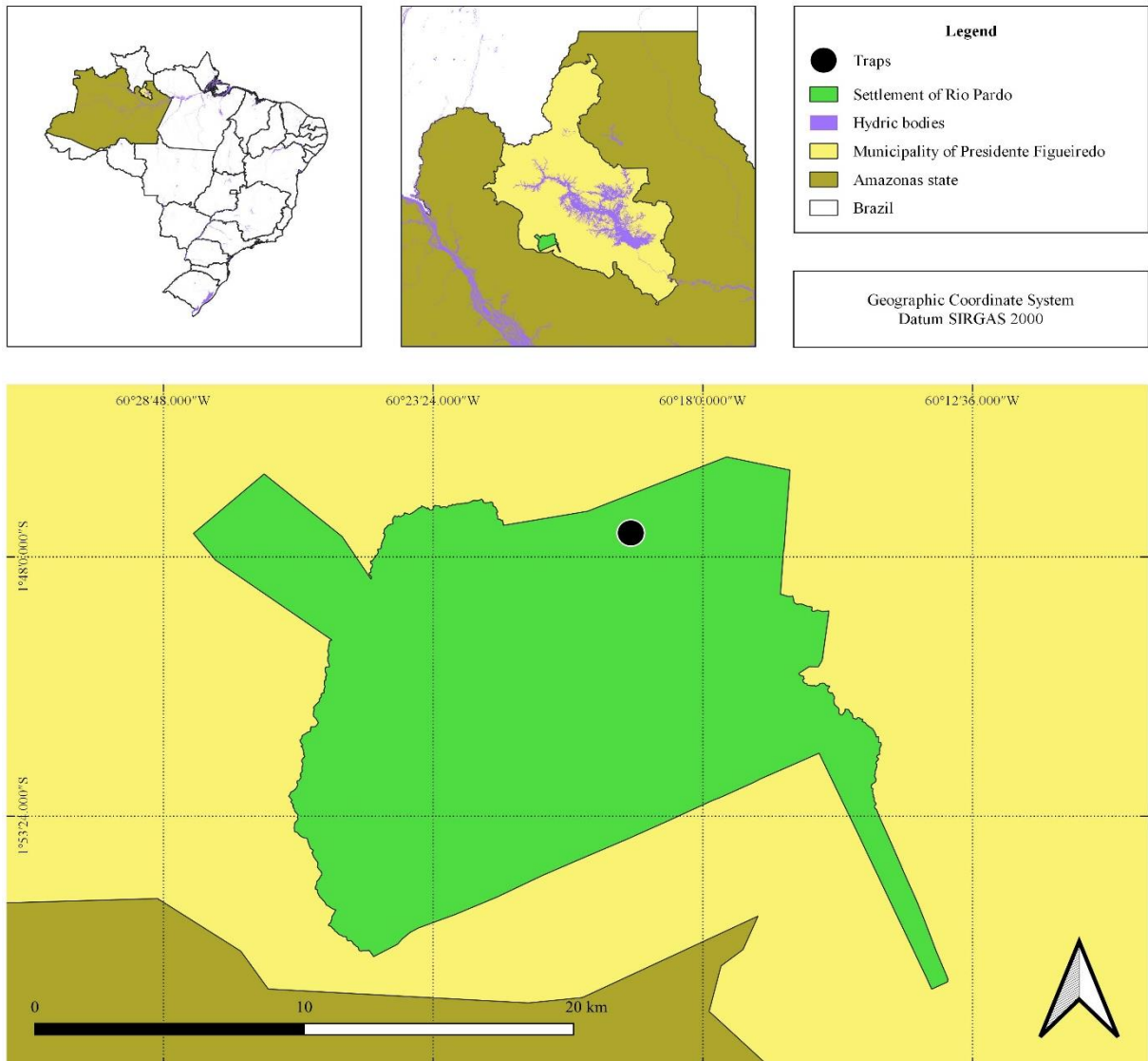
Foram coletadas amostras de animais silvestres de diferentes espécies (mamíferos), os exemplares foram coletados de acordo com a autorização SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) protocolos nº19BR031890/DF e mediante a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) (ANEXO1) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), protocolo nº 0120180002

O trabalho de campo foi realizado em dois períodos distintos em estações climáticas diferentes, cada período correspondeu em 21 dias. O período da estação de seca correspondeu entre os dias de 19/08/2016 à 08/09/2016 e já o período da estação chuvosa foram entre os dias de 18/11/2016 à 08/12/2016.

4.2 Localização do estudo

As coletas se deram de agosto de 2016 a setembro de 2017 do qual contemplaram dois períodos (chuva e seca). O estudo foi realizado no Assentamento Rural Rio Pardo, criado pelo INCRA em 1996 (Brito et al., 1996), no município de Presidente Figueiredo, AM. O município localiza-se a 110 km ao norte de Manaus e o assentamento – localizado na coordenada geográfica S 01°47'52" W 60°15'82" (Figura 1) – dista 35 quilômetros da sede do município. O acesso é feito por via terrestre pela BR-174 e depois por 17 quilômetros em estrada de terra (Figura 2), ou por via fluvial, através do igarapé do Rio Pardo, um pequeno afluente do Rio Negro. O assentamento é composto por estradas de terra, denominadas “ramais”. Possui 584 habitantes e um ramal principal, quatro vicinais e uma área onde os moradores residem às margens do igarapé, apenas com acesso fluvial. O município tem uma área de 25.422.33 km² (IBGE, 2013) estando à distância de 118 km de Manaus com acesso pela BR - 174. A comunidade limita com o assentamento Canoas, com a Reserva Indígena Waimiri - Atroari, e com terras privados ou da União, a maioria florestada.

Figura 1 - Localização da coordenada geográfica do Assentamento Rio Pardo no Município de Presidente Figueiredo, estado do Amazonas.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 2 - Acesso via terrestre pela BR-174 no Assentamento Rio Pardo, AM



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

4.3 Delineamento experimental

4.3.1 Esforço amostral

Foram coletados os ectoparasitas dos pequenos mamíferos não voadores, cada unidade amostral foi formada por um transecto linear de 400 m de extensão e 0,5 m de largura, orientado preferencialmente no sentido norte-sul (Figura 3). Vinte e seis armadilhas de captura viva, sendo metade do tipo Tomahawk® (Figura 4) (14 x 14 x 40 cm) e metade do tipo Sherman® (8 x 8 x 23 cm), (Figura 5) foram dispostas ao longo de cada transecto. A cada 30 m ao longo do transecto foram instaladas uma armadilha de cada tipo, armadas de forma alternada ao nível do solo ou sobre a vegetação, em média a 2 m do solo. No caso das unidades amostrais montadas em ambientes domiciliar ou de cultivo, em que não houve a possibilidade de colocar as armadilhas no alto devido à falta de substrato, estas foram dispostas ao nível do solo (BRAGA, 2014).

Figura 3 - Localização das coordenadas dos pontos de coletas dos pequenos mamíferos não voadores no Assentamento Rio Pardo.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 4 – Armadilha do tipo Tomahawk® dispostas ao longo de cada transecto.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 5 – Armadilha do tipo Sherman® dispostas ao longo de cada transecto.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para todas as curvas de acúmulo de espécies, foram realizadas 1000 aleatorizações das amostras. Foi utilizado um estimador não-paramétrico porque, em geral, estes apresentam desempenho bastante acurado sendo, portanto, menos tendenciosos (Brose et al., 2003). Dessa forma, foi utilizado o estimador Bootstrap, pois, à medida que novas espécies são acrescentadas ao total, este passa a ser independente do tamanho da amostra (COLWELL; CODDINGTON, 1995).

A manobra inicial consiste na retirada do animal da armadilha, suspendendo o mesmo pela base da cauda, e a seguir, rapidamente apoiá-lo em uma superfície para que ele possa se agarrar, por exemplo, a tampa da gaiola. Ao agarrar a gaiola, dá mais firmeza para a passo seguinte da contenção. Pressionou-se levemente sobre a superfície, segurando primeiramente a pele da região dorso-cervical, entre os dedos indicador e polegar. Em seguida houve a fixação de sua cauda entre os outros dedos e a palma da mão, para a limitação total de seus movimentos.

4.4 Descrição dos sítios amostrais

Para o levantamento das espécies de pequenos mamíferos não voadores foram utilizados mapas de uso de solo, em escala de 1:25.000, para uma prévia seleção dos maiores fragmentos de vegetação nativa. Durante os meses agosto de 2016 a setembro de 2017, realizadas visitas a campo para a confirmação das características dos sítios amostrais. Quatro ambientes foram selecionados para a distribuição das trilhas ou unidades amostrais: domiciliar (Figura 6), floresta (Figura 7 e 8), plantio (Figura 9, 10 e 11) e capoeira (Figura 12).

Existem três principais categorias de mudanças que têm se tornando frequentes nas florestas do mundo: 1) a redução na área total da floresta; 2) a conversão de florestas, naturalmente estruturadas, em plantações e monoculturas e, 3) a fragmentação progressiva de remanescentes de florestas naturais em pequenas manchas, isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento agrícola, industrial ou urbano (HARRISON, 1989)

A vegetação predominante na Amazônia é a Floresta Ombrófila Densa, que corresponde a 41,67% do bioma. Cerca de 12,47% deste foram alterados por ação humana, sendo que 2,97% encontram-se em recuperação (vegetação secundária ou capoeira) e 9,50% encontram-se com uso agrícola (plantio) ou pecuária (CHIARELLO, 2000).

A agricultura familiar na Amazônia, caracteriza-se pela prática da agricultura rotacional. Tal prática baseia-se na intercalação de períodos de cultivo com períodos de pousio e no acúmulo, na vegetação secundária (capoeira), dos bioelementos a serem disponibilizados aos cultivos subsequentes. Pratica-se predominantemente a agricultura rotacional, alternando períodos de cultivo (principalmente com plantação de banana, mandioca, cupuaçu, pupunha, pimentão e pimenta-de-cheiro) com períodos de pousio, em que a vegetação secundária (capoeira) acumula carbono e nutrientes, prestando-se como oferta de produtos para usos diversos (madeireiros e não madeireiros) e, em especial, como suprimento de nutrientes para os cultivos subsequentes, por meio do que é disponibilizado principalmente na forma de cinza, através do preparo de área conhecido como derruba-e-queima (KATO et al., 2004).

Figura 6 – Ambiente Domiciliar



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 7 – Ambiente de Floresta



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 8 - Ambiente de Floresta com Rio



Fonte: Elaborada pelo Próprio Autor

Figura 9 – Ambiente de Plantio



Fonte: Elaborada pelo Próprio Autor

Figura 10 - Áreas ocupadas por assentamentos em hectares e número de famílias assentadas, no período de 1974 a 2014 nos estados da Amazônia Legal.



Fonte: Desmatamento nos assentamentos da Amazônia histórico, tendências e oportunidades, 93p. IPAM, 2016.

Figura 11 - Áreas ocupadas por assentamentos em hectares e número de famílias assentadas, no período de 1974 a 2014 nos estados da Amazônia Legal.



Fonte: Desmatamento nos assentamentos da Amazônia histórico, tendências e oportunidades, 93p. IPAM, 2016.

Figura 12 – Ambiente de Capoeira

Fonte: Elaborada pelo Próprio Autor

4.5 Armazenamento e conservação das amostras

Os ectoparasitas dos mamíferos silvestres foram retirados da pele dos animais por inspeção e removidos manualmente, armazenados em álcool 70% até a sua identificação no Laboratório de Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), com auxílio de estereomicroscópio com iluminação incidente, chaves taxonômicas e base de dados da literatura (Battesti et al., 2006). Separados em carrapatos adultos, ninfas e larvas (MANGOLD; BARGUES; MAS-COMA, 1998). Para carrapatos duros, foram fotografados um de cada espécie com o software ZEN Pro 2, o qual é anexado a um estereomicroscópio Stereo Discovery V12 (Figura 13) (Carl Zeiss, Munique, Alemanha) (Muñoz-Leal et al., 2019). Já para larva de carrapato mole (Argasidae), a qual foi encontrada no presente estudo, foi clarificada em KOH 25%, hidratado em água destilada e feito uma lâmina usando a solução de Hoyer. Após 2 dias a 25 ° C, o carrapato foi observado através de microscopia ótica (Olympus BX40 microscópio óptico) e comparado sua morfologia com outras literaturas já descritas (Maia et al., 2018; Vargas-Sandoval et al., 2007). Os ectoparasitas foram coleados e armazenados em microtubos (Figura 14)

Figura 13 - Estereomicroscópio Stereo Discovery V12



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 14 - Microtubos de armazenamentos de carrapatos em álcool 70%



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

4.6 Análise de dados

Para pequenos mamíferos, a diversidade de hospedeiros foi avaliada levando em consideração diversos índices e análises gráficas, conforme proposto em (Melo, 2008). Curvas de rarefação (Collins; Simberloff, 2009), foram utilizadas para avaliação de estabilização da riqueza de acordo com esforço de coleta de hospedeiros no Assentamento como um todo, além das duas estações (seca e chuva), utilizando os dias de coleta como unidade amostral. Devido ao fato de que, em qualquer curva do coletor, a ordem na qual as amostras são adicionadas ao total afeta o formato da mesma, foi realizado o procedimento de rarefação, pelo qual são feitas aleatorizações das amostras a fim de se eliminar esta arbitrariedade (Colwell; Coddington, 1995).

Para análise da abundância relativa versus riqueza, utilizou-se Whittaker. O índice de Margalef, que é menos dependente do tamanho da amostra, foi calculado como um estimador de riqueza (riqueza corrigida) (Magurran, 1988). Para equitabilidade, utilizou-se o parâmetro Equidade (Smith; Wilson, 1996). Como foram capturados em ambientes diferentes (Floresta, Capoeira, Plantio e Domiciliar) e cada um foi utilizado como categoria, calculado um índice de diversidade regional (diversidade γ) para cada categoria, usando o índice de Simpson não paramétrico (1-D), onde $D = \sum pi^2$ e pi = proporção de indivíduos de i espécie. Este índice dá um peso maior para espécies dominantes, que são consideradas mais relevantes em nossa comparação. O índice γ -diversidade obtido para cada área foi comparado por um Teste t de Student (Magurran, 1988). As análises acima descritas são comparações complementares e, de nenhuma forma, excludentes. O que se pretende avaliar é de que forma, se, mais evidente ou mais sutil, os ecossistemas amostrados diferem quanto à diversidade de pequenos mamíferos não-voadores.

Para análise dos dados foram elaboradas tabelas com a lista das espécies de mamíferos silvestres identificadas e sua presença nos diferentes ecótonos (floresta, capoeira, plantio, domiciliar) e estações do ano (seca e chuvosa) separados por ordem (Marsupialia e Rodentia).

Para análise dos dados da infestação dos animais silvestres considerou-se três condições distintas: I- presença de ectoparasitas (incluindo carrapatos e ácaros); II- presença de ácaros; III- presença de carrapatos. Os dados de prevalência destas três categorias foram inicialmente analisados separadamente por meio de análise univariada para verificar a associação entre uma maior prevalência de infestação e os potenciais fatores de risco diante dos ecótonos, condições do ambiente (antropizado corresponde a plantio + domiciliar e menos antropizado floresta e capoeira), ordem, família, sexo, faixa etária e estação do ano por meio

do teste de Qui-quadrado de Person ou Teste exato de Fisher. Variáveis com $n \leq 5$ optou-se pelo Teste Exato de Fisher, quando possível e variáveis com $n > 5$ optou-se pelo teste de Qui-quadrado. As variáveis com $P < 0,2$ na análise univariada foram então submetidas a uma análise multivariada por meio de regressão logística binária do tipo logito com remoção backward considerando como variável dependente a prevalência de ectoparasitas ou carrapatos ou ácaros e os potenciais fatores de risco como fatores fixos. Foram consideradas significativas as diferenças cujo valor de “p” apresentou valores iguais ou inferiores a 0,05. Na análise dos fatores de risco a razão de chances (*odds ratio*) e o respectivo intervalo de confiança (95% IC) foram calculados utilizando o software GraphPad Prism 6 software (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA). As análises estatísticas foram realizadas utilizando um programa estatístico (Minitab 17, Minitab Inc, State College, EUA). As diferenças cujo valor de P foi $\leq 0,05$ foram consideradas significativas.

A prevalência, a abundância média e a intensidade média dos carrapatos e seus respectivos intervalos de confiança (IC 95%) foram calculadas segundo (Bush et al., 1997) e utilizando o software Quantitative Parasitology 3.0 (TAHATA; MIYAMOTO; TOMIZAWA, 2015). Neste estudo, a prevalência refere-se ao número de animais infestados por carrapatos/número de animais examinados x 100; intensidade média é o número total de carrapatos coletados/número de animais infestados; e abundância média é o número total de carrapatos coletados/número total de animais examinados.

Para o cálculo dos índices parasitológicos foi utilizado o software Quantitative Parasitology (TAHATA; MIYAMOTO; TOMIZAWA, 2015). Neste estudo foram considerados os seguintes índices: prevalência = refere-se ao número de animais infestadas / número de animais examinados x 100; intensidade média = número total de carrapatos coletados / número de animais infestados; abundância média = número total de carrapatos coletados / número total de animais analisados. Os cálculos dos índices parasitológicos foram realizados considerando todos os carrapatos coletados de maneira geral, para as larvas de *Amblyomma sp.* e individualmente para cada uma das espécies de carrapatos identificadas.

5. RESULTADOS

5.1 Comunidades de pequenos mamíferos

Um total de 208 pequenos mamíferos não voadores foram coletados. Identificados vinte tipos de diferentes espécies, entre eles marsupiais e roedores. Foram capturados, dezoito tipos de espécies na área de floresta, dezoito na área de capoeira, sete na área de plantio e sete tipos de diferentes espécies na área domiciliar. Já nas diferentes estações climáticas, foram encontrados oito tipos de diferentes espécies na estação seca e dezesseis diferentes tipos de espécies na estação chuvosa. Resultados presentes na Tabela 1, que mostra a distribuição dos pequenos mamíferos não voadores separados por ecótonos e estação de seca e chuvosa.

Tabela 1 – Distribuição de 208 espécies de pequenos animais, organizados por ordem, família e espécies, capturados durante as estações de seca e chuvosa no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).

Pequenos mamíferos	Estação seca				Estação chuvosa			
	F	C	P	D	F	C	P	D
MARSUPIALIA								
<i>Caluromys philander</i>						1	3	2
<i>Didelphis marsupialis</i>	5			3		3		
<i>Marmosa demerarae</i>	1				3	6	1	1
<i>Marmosops parvidens</i>		2			1			
<i>Marmosops pinheiroi</i>		1			1	2		
<i>Marmosops sp.</i>	1				4	11		
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	1	2			1			
<i>Monodelphis breviceaudata</i>		1			3	2	1	
<i>Monodelphis cunsi (saci) cf.</i>		1						
<i>Philander opossum</i>			1			6		
RODENTIA								
<i>Hylaeamys megacephalus</i>					1	6	2	1
<i>Hylaeamys sp.</i>	5	2		1		2		
<i>Isothrix pagurus</i>		1						
<i>Neacomys paracou</i>	3	9			4	55		
<i>Nectomys rattus</i>		1						
<i>Oecomys bicolor cf.</i>					1			
<i>Oecomys paricola cf.</i>		1						
<i>Oecomys sp.</i>	3	2			4	2		
<i>Proechimys sp.</i>	5	1				4	2	
<i>Rattus rattus</i>			1	4				14
Total de números por espécies	8	12	2	3	10	12	5	4
Total de números por indivíduos	24	24	2	8	23	100	9	18

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

De acordo com tabela 1, a taxa de captura dos animais mais prevalentes foi da ordem rodentia com 65,9% em relação a ordem marsupialia com 34,1%. Verificou-se também uma predominância de animais capturados na estação chuvosa com 72,1% dos animais silvestres em relação a estação de seca com 27,9% dos animais. Quando se analisa a prevalência de espécies de acordo com o ambiente, o mais predominante é a capoeira nas duas estações e o animal mais prevalente é o roedor da espécie *Neacomys paracou*. Já a área do tipo plantio foi menos prevalente em relação ao número de indivíduos coletados nas duas estações. Espécies como *Caluromys philander*, *Hylaeamys megacephalus* e *Oecomys bicolor* cf. foram encontrados apenas na estação chuvosa, porém espécies *Monodelphis cunsi (saci)* cf., *Isothrix pagurus*, *Nectomys rattus* e *Oecomys paricola* cf. só presentes na estação de seca.

Alguns animais exibem peculiaridades nas diferentes estações, como por exemplo os *Didelphis marsupialis*, que são encontrados na estação seca nas áreas de florestas e domiciliar, porém, na estação chuvosa presente no ambiente de capoeira. A espécie *Marmosops parvidens* na estação seca foi capturado na capoeira e na estação chuvosa na floresta. O animal *Philander opossum* foi identificado no plantio na seca e capoeira na estação chuvosa. A espécie *Rattus rattus* foi mais predominante no ambiente domiciliar.

Quando se analisa os índices de diversidade, revela-se que a Capoeira apresentou o maior número de espécies (124) e o maior índice de Margalef (3.942), indicando uma alta diversidade específica. A Floresta, embora tenha um menor número de espécies comparado à Capoeira, apresentou altos índices de Simpson (0.8954) e Equitabilidade J (0.9232), sugerindo uma distribuição mais uniforme das espécies, como mostra a tabela 2.

Tabela 2 - Índices de diversidade* calculados para comunidades de pequenos mamíferos nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).

Parâmetros da comunidade	Floresta	Capoeira	Plantio	Domiciliar
Número de espécies	47	124	11	26
Simpson_1-D	0,8954	0,7125	0,8264	0,4793
Equitability_J	0,9232	0,6642	0,9488	0,5888
Margalef	3,117	3,942	2,502	1,228

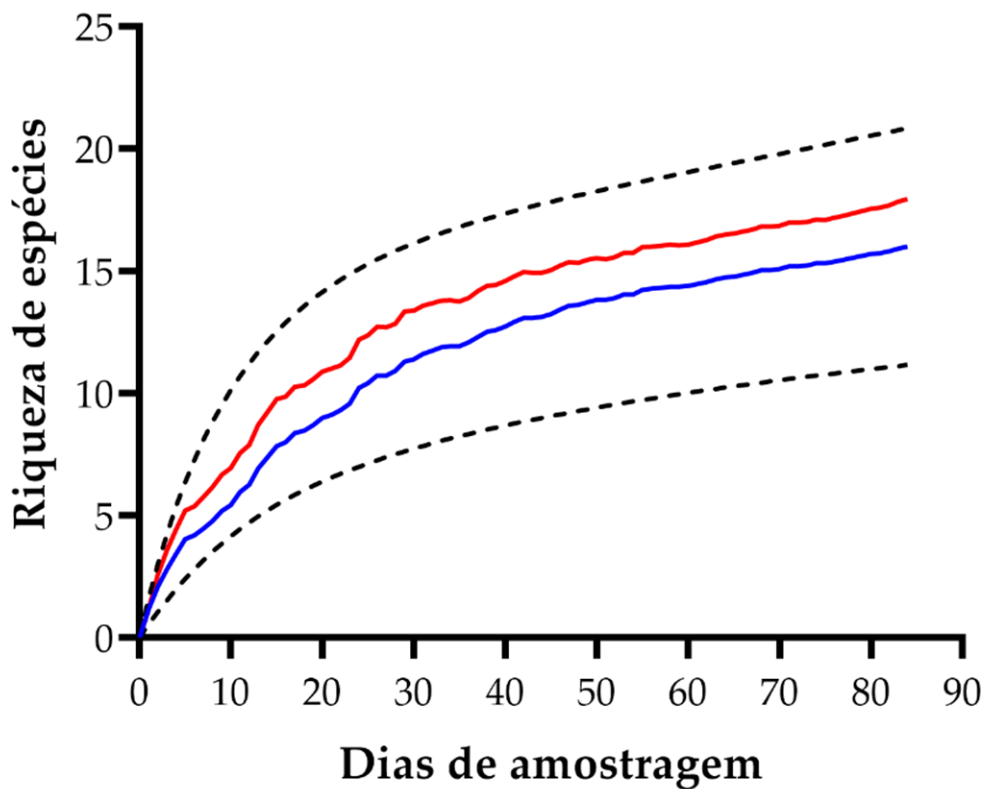
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

* índice de diversidade é calculado a partir de uma matriz comparativa (pareada) e o os resultados são descritos ao longo do texto.

A Figura 15 e 16, mostram curvas de rarefação que demonstram a riqueza das amostras dos animais coletados por dias de amostragem em relação as estações de chuva e seca. As curvas de rarefação apresentadas, destacaram-se pela inclinação acentuada, indicando uma maior riqueza de espécies conforme o esforço de amostragem aumenta. Isso

reflete a diversidade e a complexidade desses ambientes, sugerindo que há muitas espécies diferentes a serem descobertas com um aumento no esforço de amostragem. As curvas indicam como a riqueza de espécies aumenta com o esforço de amostragem em cada área.

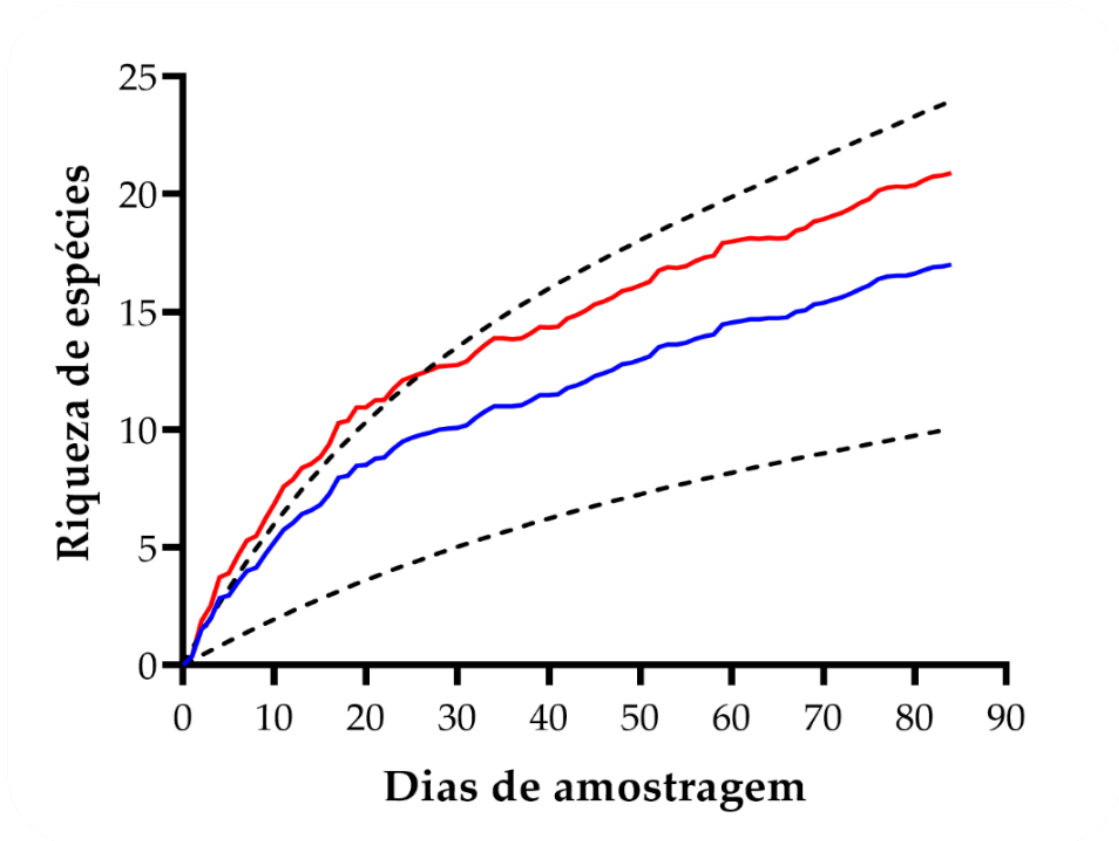
Figura 15 - Curva de rarefação demonstrando riqueza das amostras dos animais coletados por dias de amostragem nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar) na estação chuvosa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A Figura 16, apresenta a curva de rarefação para as mesmas quatro áreas de estudo durante a estação de seca. Comparando-se com a estação chuvosa, as curvas de rarefação na estação seca mostram uma menor riqueza de espécies em todas as áreas, o que pode ser atribuído a condições ambientais menos favoráveis para a captura de pequenos mamíferos.

Figura 16 - Curva de rarefação demonstrando riqueza das amostras dos animais coletados por dias de amostragem nas quatro áreas de estudo F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar) na estação de seca.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

5.2 Análise do parasitismo por ectoparasitas em pequenos mamíferos não voadores

Dentre os 208 animais, 44 tinham algum tipo de ectoparasitas (carrapatos ou ácaros), com uma prevalência de 21,2%. A prevalência de parasitismo em roedores foi de 14,9% e marsupiais de 6,3%. Dentre os ectoparasitas destacaram-se carrapatos com uma prevalência de 6,7% e ácaros com 14,4%. A tabela 3 apresenta o número de ectoparasitas coletados de animais silvestres nos diferentes tipos de ambientes, floresta, capoeira, plantio e domiciliar.

Tabela 3 - Número de infestação de ectoparasitas (carrapatos e ácaros) coletados em pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).

	Número infestado/Número capturado (prevalência)				
	Floresta	Capoeira	Plantio	Domiciliar	Geral
<i>Ectoparasita</i>	14/208 (6,7%)	26/208 (12,5%)	3/208 (1,4%)	1/208 (0,5%)	44/208 (21,2%)

Ácaros	9/208 (4,3%)	20/208 (9,6%)	1/208 (0,5%)	0/208 (0%)	30/208 (14,4%)
Carrapatos	5/208 (2,4%)	6/208 (2,9%)	2/208 (0,9%)	1/208 (0,5%)	14/208 (6,7%)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A prevalência de ectoparasitas em pequenos animais silvestres foi mais predominante no ambiente de capoeira com 12,5% e a menor taxa na área domiciliar com 0,5%. Nas infestações por ácaros e carrapatos, apresentaram uma prevalência de 9,6% e 2,9% respectivamente no ambiente de capoeira e com menor grau de infestação no ambiente domiciliar por ácaros e carrapatos com uma prevalência 0% e 0,5% respectivamente (tabela 3). Destaca-se que nenhum animal silvestre apresentou infestação concomitante por ácaros e carrapatos. A tabela 4, apresenta a distribuição da infestação de ectoparasitas em diferentes espécies de animais silvestres que habitavam diferentes ecótonos.

Tabela 4 - Número de infestação de ectoparasitas coletados em pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).

Hospedeiro	N. infestado/N capturado (prevalência)				
	Floresta	Capoeira	Plantio	Domiciliar	Geral
MARSUPIALIA					
<i>Caluromys philander</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>Didelphis marsupialis</i>	3/5 (60%)	3/3 (100%)	2/3 (66,7%)	1/5 (20%)	9/16 (56,3%)
<i>Marmosa demerarae</i>	1/4 (25%)	0/6	0/1	0/1	1/12 (8,3%)
<i>Marmosops parvidens</i>	0/1	0/2	0/0	0/0	0/3
<i>Marmosops pinheiroi</i>	0/1	1/3 (33,3%)	0/0	0/0	1/4 (25%)
<i>Marmosops sp.</i>	0/5	0/11	0/0	0/0	0/16
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	0/2	0/2	0/0	0/0	0/4
<i>Monodelphis</i>	0/3	1/3 (33,3%)	0/1	0/0	1/7 (14,3%)

<i>brevicaudata</i>					
<i>Monodelphis</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>cunsi (saci) cf.</i>					
<i>Philander</i>	0/0	1/6 (16,7%)	0/1	0/0	1/7 (14,3%)
<i>opossum</i>					
RODENTIA					
<i>Hylaeamys</i>	0/1	5/6 (83,3%)	0/2	0/1	5/10 (50%)
<i>megacephalus</i>					
<i>Hylaeamys sp.</i>	3/5 (60%)	0/4	0/0	0/1	3/10 (30%)
<i>Isothrix pagurus</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>Neacomys</i>	1/7 (14,3%)	13/64	0/0	0/0	14/70 (20%)
<i>paracou</i>		(20,3%)			
<i>Nectomys rattus</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>Oecomys bicolor</i>	1/1 (100%)	0/0	0/0	0/0	1/1 (100%)
<i>cf.</i>					
<i>Oecomys</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>paricola cf.</i>					
<i>Oecomys sp.</i>	3/7(42,9%)	1/3 (33,3%)	0/0	0/0	4/10 (40%)
<i>Proechimys sp.</i>	2/5 (40%)	1/5 (20%)	½ (50%)	0/0	4/12 (33,3%)
<i>Rattus rattus</i>	0/0	0/0	0/1	0/0	0/1

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Os pequenos mamíferos coletados no Assentamento Rural Rio Pardo com a presença de ectoparasitas, foram identificados em onze espécies distintas de animais, sendo cinco espécies marsupiais, *Didelphis marsupialis*, *Marmosa demerarae*, *Marmosops pinheiroi*, *Monodelphis brevicaudata* e *Philander opossum* e seis roedores das espécies *Hylaeamys megacephalus*, *Hylaeamys sp.*, *Neacomys paracou*, *Oecomys bicolor cf.*, *Oecomys sp.* e *Proechimys sp.* Os cinco animais com maior prevalência de ectoparasitas foram *Didelphis marsupialis*, *Hylaeamys megacephalus*, *Oecomys sp.*, *Proechimys sp.*, *Hylaeamys sp.* O ambiente de capoeira apresentou a maior prevalência com 100% de infestação na espécie *Didelphis marsupialis*, seguido pela espécie *Hylaeamys megacephalus* com 83,3%.

A tabela 5, apresenta a análise estatística univariada para a presença de ectoparasitas infestando pequenos mamíferos não voadores. Observa-se que não foram identificados fatores associados a uma prevalência de ectoparasitas dentre as condições estudadas. No entanto, as

variáveis tipos de ambiente e família apresentaram uma tendência à interação com a presença de ectoparasitas. Indivíduos da família muridae não apresentaram infestação.

Tabela 5 - Fatores de riscos relacionados a presença de ectoparasitas a nível de animal no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.

Fator de risco	Ectoparasitas Positivos/Total (%)	P
Tipo de Ambiente		0,071
Floresta	14/47 (29,8)	
Capoeira	26/124 (20,9)	
Plantio	3/11 (27,3)	
Domiciliar	1/26 (3,9)	
Condição do habitat*		0,119
Antropizado	4/37 (10,8)	
Menor antropização	40/171 (23,4)	
Ordem		0,591
Didelphimorphia	13/71 (18,3)	
Rodentia	31/137(22,6)	
Família		0,058
Cricetidae	27/105 (25,7)	
Didelphidae	13/71 (18,3)	
Echimyidae	4/13 (30,7)	
Muridae	0/19 (0,0)	
Sexo		0,974
Macho	27/125 (21,6)	
Fêmea	17/78 (27,8)	
Não identificado		
Faixa etária		0,990
Jovem	10/46 (21,7)	
Adulto	34/157 (21,7)	
Não identificado	0/0 (0,0)	
Estação do ano		0,707
Chuvosa	33/150 (22,0)	
Seca	11/58 (19,0)	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

* (plantio + domiciliar): Ambiente Antropizado; (floresta + capoeira): Menor Antropização

5.3 Análise do parasitismo por ácaros em pequenos mamíferos não voadores

Dos 208 pequenos mamíferos coletados e inspecionados do Assentamento Rural Rio Pardo em diferentes tipos de ambientes, um total de 30 indivíduos estavam parasitados por ácaros da família *Laelapidae*. Estes animais compreenderam nove espécies diferentes, sendo quatro marsupiais (*Didelphis marsupialis*, *Marmosops pinheiroi*, *Monodelphis brevicaudata* e *Philander opossum*) e cinco roedores (*Hylaeamys megacephalus*, *Hylaeamys sp.*, *Neacomys*

paracou, *Oecomys bicolor* cf. e o *Oecomys* sp). A tabela 6, apresenta a presença a lista de espécies de pequenos mamíferos capturados nos diferentes ecótonos e a presença de animais infestados por ácaros.

Tabela 6 Número de infestação por ácaros coletados de pequenos mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM em diferentes ambientes F (Floresta), C (Capoeira), P (Plantio), D (Domiciliar).

Hospedeiro	N. infestado/N capturado (prevalência)				
	Floresta	Capoeira	Plantio	Domiciliar	Geral
MARSUPIALIA					
<i>Caluromys</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>philander</i>					
<i>Didelphis</i>	1/5 (20%)	0/3	0/3	0/5	1/16 (6,3%)
<i>marsupialis</i>					
<i>Marmosa</i>	0/4	0/6	0/1	0/1	0/12
<i>demerarae</i>					
<i>Marmosops</i>	0/1	0/2	0/0	0/0	0/3
<i>parvidens</i>					
<i>Marmosops</i>	0/1	1/3 (33%)	0/0	0/0	1/4 (25%)
<i>pinheiroi</i>					
<i>Marmosops</i> sp.	0/5	0/11	0/0	0/0	0/16
<i>Metachirus</i>	0/2	0/2	0/0	0/0	0/4
<i>nudicaudatus</i>					
<i>Monodelphis</i>	0/3	1/3 (33%)	0/1	0/0	1/7 (14,3%)
<i>brevicaudata</i>					
<i>Monodelphis</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>cunsi (saci) cf.</i>					
<i>Philander</i>	0/0	1/6 (16%)	0/1	0/0	1/7 (14,3%)
<i>opossum</i>					
RODENTIA					
<i>Hylaeamys</i>	0/1	4/6 (66%)	0/2	0/1	4/10 (40%)
<i>megacephalus</i>					
<i>Hylaeamys</i> sp.	3/5 (60%)	0/4	0/0	0/1	3/10 (30%)
<i>Isothrix pagurus</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1

<i>Neacomys paracou</i>	1/7 (14%)	13/64 (20%)	0/0	0/0	14/71 (19,8%)
<i>Nectomys rattus</i>	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>Oecomys bicolor</i> cf.	1/1 (100%)	0/0	0/0	0/0	1/1 (100%)
<i>Oecomys paricola</i> cf.	0/0	0/1	0/0	0/0	0/1
<i>Oecomys sp.</i>	3/7 (43%)	1/4 (25%)	0/0	0/0	4/11 (36%)
<i>Proechimys sp.</i>	0/5	0/5	0/2	0/0	0/12
<i>Rattus rattus</i>	0/0	0/0	0/1	0/18	0/19

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

O ambiente com maior prevalência de infestação foi o de capoeira, sendo seis espécies presente no ambiente, entre elas estão, *Marmosops pinheiroi*, *Hylaeamys megacephalus*, *Philander opossum*, *Hylaeamys megacephalus*, *Neacomys paracou* e *Oecomys sp.* As espécies *Didelphis marsupialis* e *Oecomys bicolor* cf. foram parasitadas somente no ambiente de floresta. Vale ressaltar que os ambientes mais antropizados como plantio e domiciliar não apresentaram nenhum grau de infestação por ácaros. A tabela 7, apresenta a análise estatística univariada para a presença de ácaros infestando pequenos mamíferos não voadores em relação aos fatores de riscos.

Tabela 7 - Fatores de riscos relacionados a presença de ácaros no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.

Fator de risco	Ácaros Positivos/Total (%)	P
Tipo de Ambiente		0,123
Floresta	9/47 (19,2)	
Capoeira	20/124 (16,1)	
Plantio	1/11 (9,1)	
Domiciliar	0/26 (0,0)	
Condição do habitat		0,021
Antropizado	1/37 (2,7)	
Menor antropização	29/171 (16,96)	
Ordem		0,001
Didelphimorphia	3/71 (4,2)	
Rodentia	27/137 (19,7)	
Familia		0,000
Cricetidae	26/105 (24,8)	
Didelphidae	3/71 (4,2)	
Echimyidae	1/13 (7,7)	

Muridae	0/9 (0,0)	
Sexo		0,842
Macho	18/125 (14,4)	
Fêmea	12/78 (15,38)	
Não identificado	0/0 (0,0)	
Faixa etária		0,484
Jovem	5/46 (10,9)	
Adulto	25/157 (15,9)	
Não identificado	0/5 (0,0)	
Estação do ano		0,662
Chuvosa	23/150 (15,3)	
Seca	7/58 (12,1)	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

* (plantio + domiciliar): Ambiente Antropizado; (floresta + capoeira): Menor Antropização

De acordo com a tabela acima, o habitat com menor antropização (floresta e capoeira) com $p=0,021$ apresentou uma presença significativa de ácaros em relação ao ambiente mais antropizado (plantio + domiciliar). Outro fator de risco com prevalência altamente significativa foi o a ordem Rodentia com $p=0,001$ em relação a ordem Didelphimorphia. Houve também uma forte predominância em relação a família com Cricetidae em relação as demais famílias com $p=0,000$. A família Muridae não apresentou nenhum ácaro em relação as famílias. Os fatores tipo de ambiente floresta, capoeira, plantio e domiciliar não apresentaram associação com uma maior prevalência de ácaros ($p>0,05$). A análise multivariada para presença de ácaros não apresentou uma modelo confiável, provavelmente devido ao baixo número de animais prevalentes em relação os diferentes fatores analisados.

5.4 Análise do parasitismo por carrapatos em pequenos mamíferos não voadores

Dentre os 208 mamíferos silvestres capturados, quatorze apresentaram carrapatos, uma prevalência de 6,7% (3,72 - 11,04 95% IC). A Tabela 8, demonstra o número de carrapatos de acordo com a identificação das espécies e estágio evolutivo. Ao todo foram identificadas onze larvas *Amblyomma sp* (Figura 17), uma larva *Ornithodoros mimon* (Figura 18, 19, 20 e 21) uma ninfa *Amblyomma coelebs* (Figura 22 e 23) trinte e duas ninfas *Amblyomma humerale* (Figura 24 e 25), seis adultos *Ixodes luciae* (fêmeas) (Figura 26 e 27), totalizando cinquenta e um exemplares. Dentre as espécies de carrapatos mais frequentes destacam-se trinta e duas espécimes de *Amblyomma humerale*. infestando sete animais e onze espécimes *Amblyomma sp* infestando seis animais.

Tabela 8 - Número total de carrapatos identificados de acordo com a espécie e estágio evolutivo e número total de animais infestados no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM

Carrapatos	Números de carrapatos (Números de hospedeiros)				Total
	Larva	Ninfa	Adulto		
			Macho	Fêmea	
<i>Amblyomma sp</i>	11 (7)	-	-	-	11 (7)
<i>Ornithodoros mimon</i>	1 (1)	-	-	-	1 (1)
<i>Amblyomma humerale</i>	-	32 (9)	-	-	32 (9)
<i>Amblyomma coelebs</i>	-	1 (1)	-	-	1 (1)
<i>Ixodes luciae</i>	-	-	-	6 (3)	6 (3)

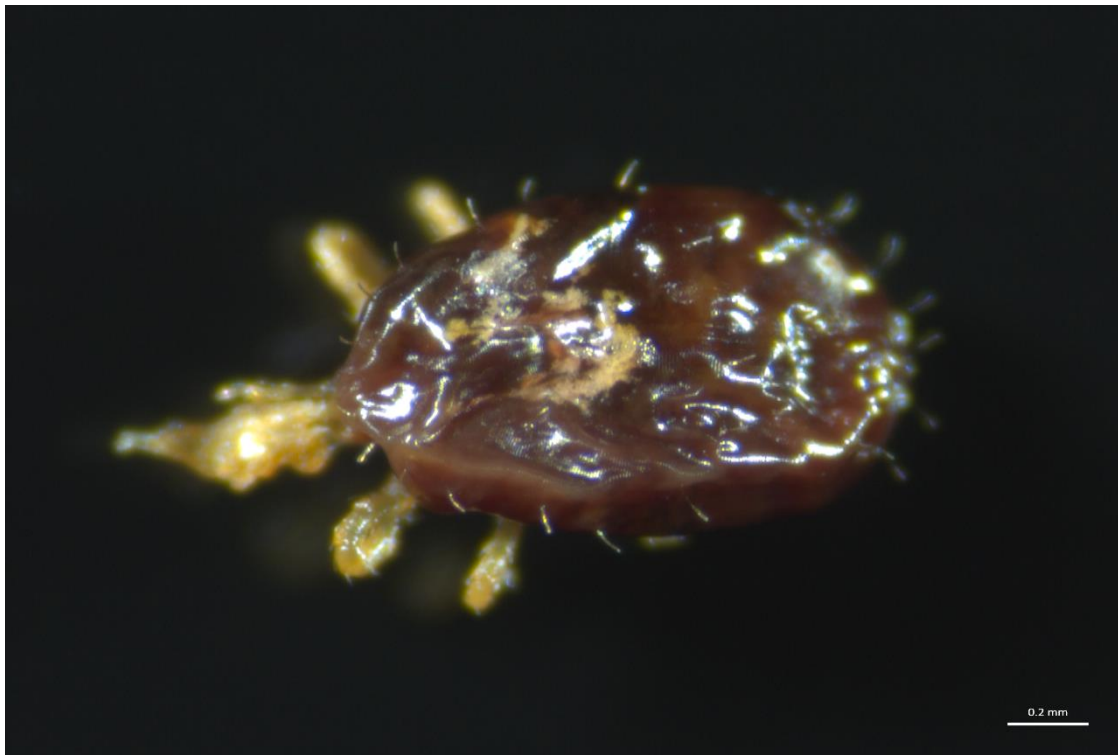
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 17 – Vista dorsal larva *Amblyomma.sp*



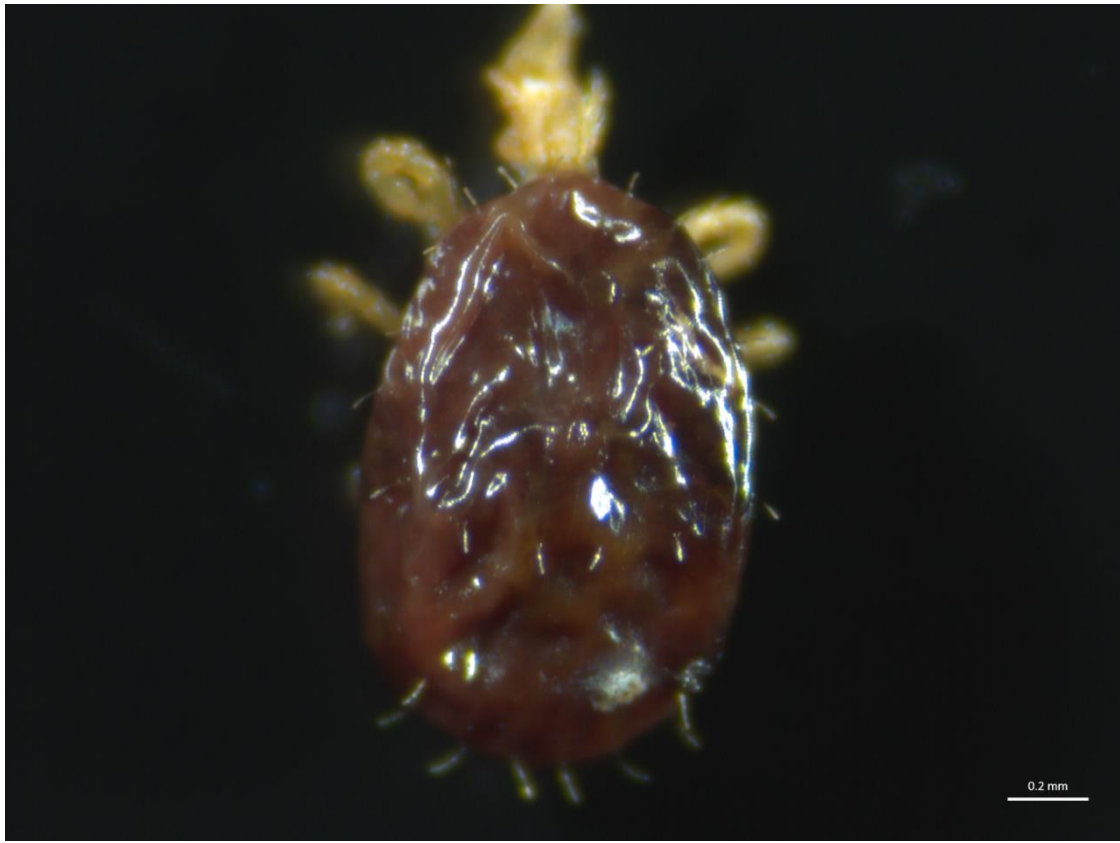
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 18 – Vista 1 dorsal da larva *Ornithodoros mimon*



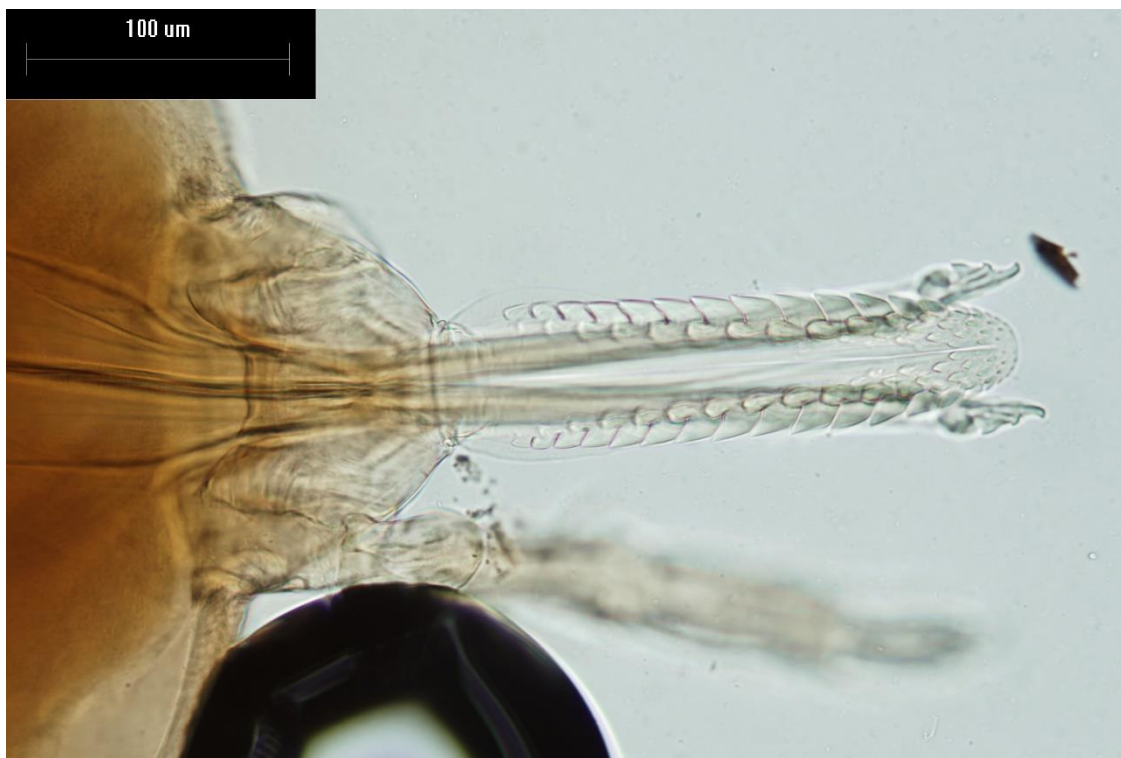
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 19 – Vista 2 dorsal da larva *Ornithodoros mimom*



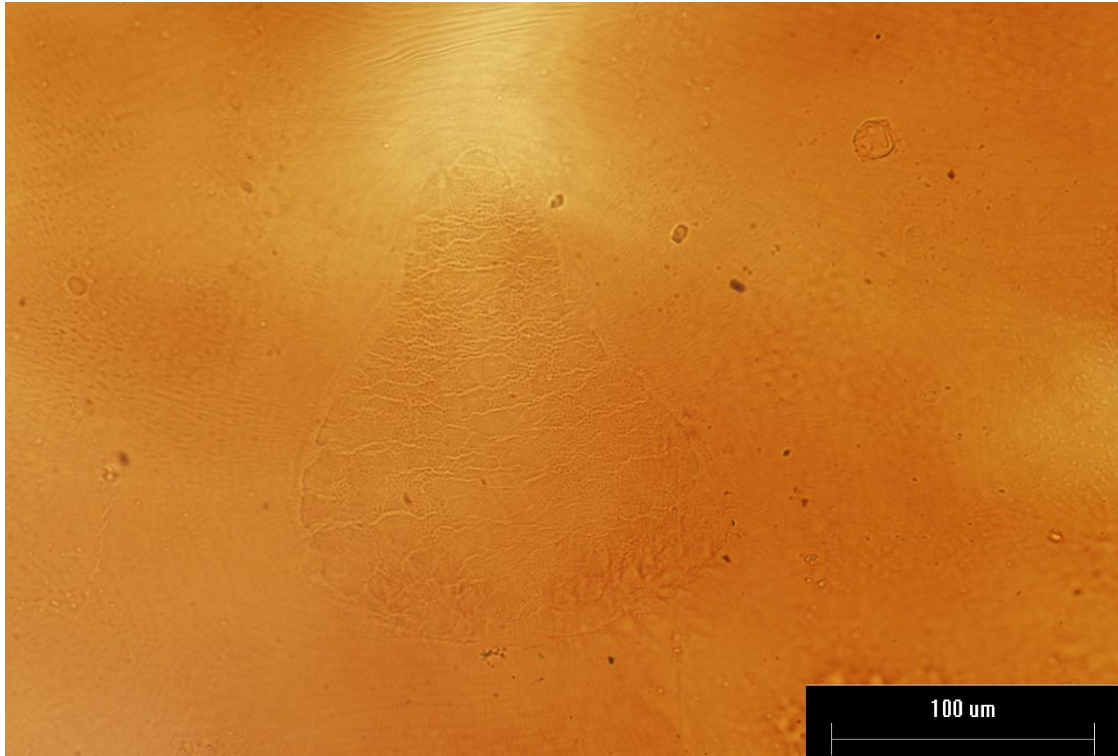
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 20 – Vista hipostômio da larva *Ornithodoros mimom*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 21 – Vista placa dorsal larva *Ornithodoros mimon*



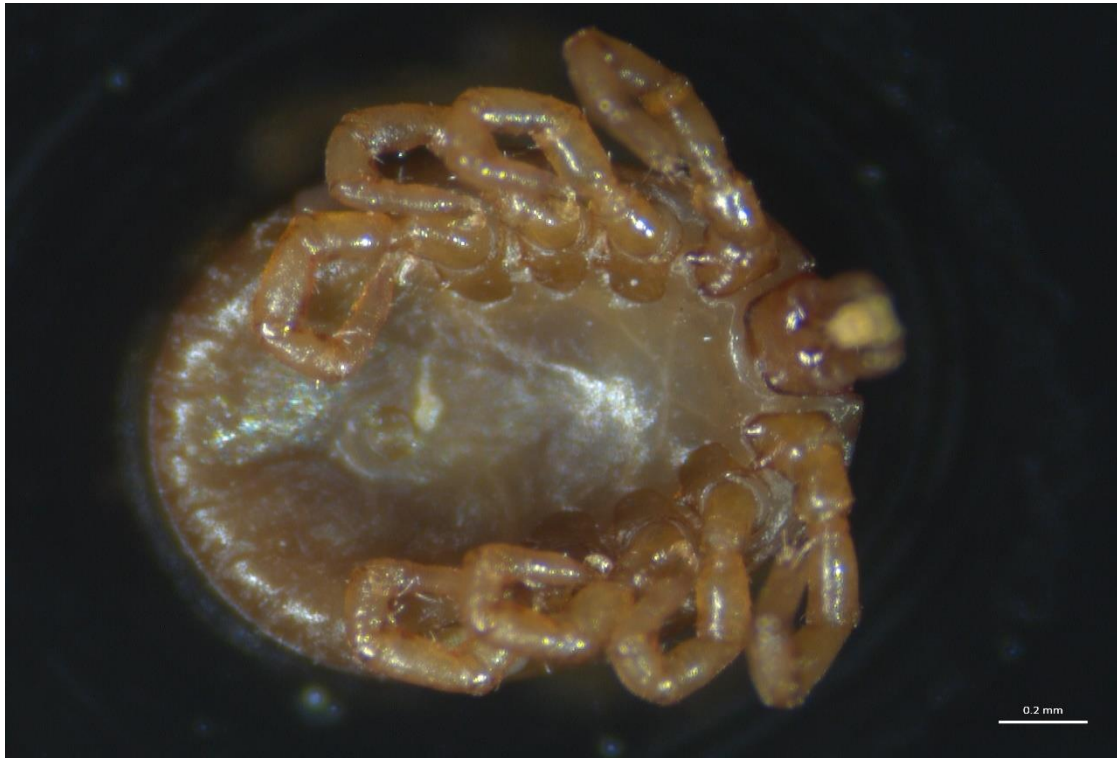
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 22 - Vista dorsal ninfa *Amblyomma coelebs*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 23 - Vista ventral ninfa *Amblyomma coelebs*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 24 - Vista dorsal ninfa *Amblyomma humerale*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 25 - Vista ventral ninfa *Amblyomma humerale*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 26 - Vista dorsal fêmea *Ixodes luciae*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Figura 27 - Vista ventral fêmea *Ixodes luciae*



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Usualmente os cálculos de índices parasitológicos são individualizados por espécie de parasita. Observa-se dados para as espécies de carrapatos *Ixodes luciais*, *Amblyomma coelebs*, *Amblyomma humerale*, *Ornithodoros mimom*. Entretanto, optou-se por calcular os índices considerando todos os carrapatos. A análise da Tabela 9, revela que a prevalência geral de carrapatos em mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo foi de 6,7%, com uma intensidade média de 3.34 carrapatos por animal infestado e uma abundância média de 0.25 carrapatos por animal examinado. A espécie mais prevalente foi *Amblyomma sp.*, com 6.3% dos animais examinados infestados, seguida por *Amblyomma humerale* com 4.3%. *Ornithodoros mimon* e *Amblyomma coelebs* apresentaram as menores prevalências com 0.5%.

Tabela 9 - Prevalência, intensidade média, abundância média e grau de interação de infestação de carrapatos em mamíferos silvestres no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM

Carrapatos (51)	Prevalência (n infestados/N examinado (%)* (95%IC)	Intensidade média ** (95%IC)	Abundância média *** (95%IC)
Carrapatos	14/208 - 6,7% (3,72 – 11,04)	3,34 (1.7 - 10.4)	0,25 (0.09 - 0.72)
<i>Amblyomma sp</i> (11)	13/208 - 6.3% (3.36 – 10.46)	2.0 (1.0 – 2.0)	0.22 (0.09 – 0.63)
<i>Ornithodoros mimon</i> (1)	1/208 – 0,5% (0.00 - 0.03)	1.0	-
<i>Amblyomma humerale</i> (32)	9/208 – 4.3% (1.99 – 8.06)	3.6 (1.2 - 10.1)	0.15 (0.04 – 0.53)
<i>Amblyomma coelebs</i> (1)	1/208 – 0,5% (0.00 - 0.03)	1.0	-
<i>Ixodes luciae</i> (6)	3/208 – 1.4% (0.29 – 4.16)	2.0 (1.0 – 3.0)	0.03 (0.0 – 0.1)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

* Prevalência refere-se ao número de animais infestados / número de animais examinados x 100 ** intensidade média é o número total de carrapatos coletados / número de animais infestados *** abundância média é o número total de carrapatos coletados / número total de animais analisados. § Grau de interação de um parasita com indivíduos da mesma espécie no mesmo hospedeiro. NA: não avaliado.

A tabela 10, apresenta a descrição das espécies de mamíferos capturados de acordo as infestações e tipos de ambientes, floresta, capoeira, plantio e domiciliar. Dentre as espécies de mamíferos infestadas por carrapatos estão *Didelphis marsupialis*, *Proechimys sp.*, *Hylaeamys megacephalus*, *Philander opossum* e *Marmosa demerarae*.

Tabela 10 - Mamíferos capturados e infestação por carrapatos de acordo com o tipo de ambiente.

Hospedeiro	No. infestados/ No. capturados (prevalência)	Ambient e	Número de carrapatos				
			A. <i>coelebs</i>	A. <i>humerale</i>	I. <i>luciae</i>	O. <i>mimon</i>	<i>Amblyomma</i> spp.
MARSUPIALI							
A							
<i>Didelphis marsupialis</i>	2/5 (40)	Floresta		3 ninfas			1 larva
<i>Marmosa demerarae</i>	1/4 (25)			1 ninfa			
<i>Marmosops</i>	0/1 (0)						

<i>parvidens</i>						
<i>Marmosops pinheiroi</i>	0/1 (0)					
<i>Marmosops sp.</i>	0/5 (0)					
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	0/2 (0)					
<i>Monodelphis brevicaudata</i>	0/3 (0)					
RODENTIA						
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	0/1 (0)					
<i>Hylaeamys sp.</i>	0/5 (0)					
<i>Neacomys paracou</i>	0/7 (0)					
<i>Oecomys bicolor</i>	0/1 (0)					
<i>Oecomys sp.</i>	0/7 (0)					
<i>Proechimys sp.</i>	2/5 (40)					5 larvas
Total	5/47 (10.6)		4 ninfas			6 larvas
MARSUPIALI						
A						
<i>Caluromys philander</i>	0/1 (0)					
<i>Didelphis marsupialis</i>	3/3 (100)		3 ninfas	1 fêmea	1 larva	1 larva
<i>Marmosa demerarae</i>	0/6 (0)					
<i>Marmosops parvidens</i>	0/2 (0)					
<i>Marmosops pinheiroi</i>	0/3 (0)					
<i>Marmosops sp.</i>	0/11 (0)					
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	0/2 (0)					
		Capoeira				
<i>Monodelphis brevicaudata</i>	0/3 (0)					
<i>Monodelphis cunsi</i>	0/1 (0)					
<i>Philander opossum</i>	1/6 (16.7)		1 ninha	1 ninha		
<i>Proechimys sp.</i>	1/5 (20)					1 larva
RODENTIA						
<i>Hylaeamys sp.</i>	0/4 (0)					
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	1/6 (16.7)					2 larvas
<i>Isothrix pagurus</i>	0/1 (0)					
<i>Neacomys</i>	0/64 (0)					

<i>paracou</i>						
<i>Nectomys rattus</i>	0/1 (0)					
<i>Oecomys</i>	0/1 (0)					
<i>paricola</i>						
<i>Oecomys sp.</i>	0/4 (0)					
Total	6/124 (4.8)		1 ninha	4 ninfas	1 fêm ea	1 larva
<hr/>						
MARSUPIALI						
A						
<i>Didelphis marsupialis</i>	2/3 (66.7)			3 ninfas	1 fêm ea	
<i>Marmosa demerarae</i>	0/1 (0)					
<i>Monodelphis breviceaudata</i>	0/1 (0)	Plantio				
<i>Philander opossum</i>	0/1 (0)					
RODENTIA						
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	0/2 (0)					
<i>Proechimys sp.</i>	0/2 (0)					
<i>Rattus rattus</i>	0/1 (0)					
Total	2/11 (18.2)			3 ninfas	1 fêm ea	
<hr/>						
MARSUPIALI						
A						
<i>Didelphis marsupialis</i>	1/5 (20)			21 ninfas	4 fêm eas	1 larva
<i>Marmosa demerarae</i>	0/1 (0)	Domiciliar				
RODENTIA						
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	0/1 (0)					
<i>Hylaeamys sp</i>	0/1 (0)					
<i>Rattus rattus</i>	0/18 (0)					
Total	1/26 (3.8)			21 ninfas	4 fêm eas	1 larva

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Verificou-se que mamíferos capturados no ambiente domiciliar apresentaram a menor prevalência de infestação por carrapatos (3,8%), no entanto, apresentaram uma elevada abundância (abundância = 1) com um animal da espécie *Didelphis marsupialis* apresentando um total de 26 carrapatos, vinte uma ninfas *Amblyomma humerale*, quatro fêmeas adultos *Ixodes luciae* e uma larva *Amblyomma spp.* A abundância média para os ecótonos Floresta, Capoeira e Plantio foi de 0,21, 0,09 e 0,036, respectivamente.

Em relação a frequência de infestação por carrapatos, a espécie *Didelphis marsupialis* foi a mais parasitada, sendo oito animais parasitados. Das espécies de carrapatos que utilizaram *Didelphis marsupialis* como hospedeiro destacaram-se, as larvas *Amblyomma sp* e *Ornithodoros mimon*, ninfa *Amblyomma humerale*, fêmea *Ixodes luciae*. Dos três animais infestados da espécie *Proechimys sp.*, todos foram parasitados por carrapatos do tipo *Amblyomma sp*. O único marsupial parasitado da espécie *Philander opossum* foi infestado por ninfas *Amblyomma humerale* e *Amblyomma coelebs*

No ambiente de capoeira houve a maior diversidade de espécies de carrapatos com larvas das espécies *Ornithodoros mimon* e *Amblyomma spp.*; ninfas *Amblyomma coelebs* e *Amblyomma humerale* e fêmea *Ixodes luciae*.

O ambiente do tipo floresta não apresentou infestação por carrapatos na sua forma adulta, com apenas infestação de ninfas *Amblyomma humerale* e larvas *Amblyomma spp*. Os animais infestados nesse ambiente foram *Proechimys sp.*, *Didelphis marsupialis* e *Marmosa demerarae*. Já a área de plantio houve infestação de ninfas *Amblyomma humerale* e fêmea adulta *Ixodes luciae*, todas no mesmo hospedeiro *Didelphis marsupialis*. O animal da espécie *Marmosa demerarae* foi parasitado por ninfa de *Amblyomma humerale* e o roedor da espécie *Hylaeamys megacephalus* infestado por larvas *Amblyomma sp*.

A tabela 11 apresenta, uma análise estatística relacionada aos fatores de riscos ligados a presença de carrapato nos animais, em relação ao tipo de ambiente, condições do habitat, ordem, família, faixa etária e estação do ano.

Tabela 11 - Fatores de riscos relacionados a presença de carrapatos a nível de animal no Assentamento Rural Rio Pardo, município de Presidente Figueiredo, AM.

Fator de risco	Carrapatos Positivos/Total (%)	P	OR (95%) IC
Tipo de Ambiente		NA	
Floresta	5/47 (10.6)		
Capoeira	6/124 (4.8)		
Plantio	2/11 (18.2)		
Domiciliar	1/26 (3.8)		
Condição do habitat		0,712	
Antropizado	3/37 (8.1)		
Menor antropização	11/171 (6.4)		
Ordem		0.002	5,5 (1,7 - 18,5 95% IC)
Didelphimorphia	10/71 (14.1)		
Rodentia	4/134 (2.9)		
Família		NA	
Cricetidae	1/105 (1)		
Didelphidae	10/71 (14.1)		

Echimyidae	3/13 (23.1)		
Muridae	0/19 (0)		
Sexo		0.829	
Macho	9/125 (7.2)		
Fêmea	5/78 (6.4)		
Não identificado	0/5 (0.0)		
Faixa etária		0.227	2,0 (0,6 - 6,7 95% IC)
Jovem	5/46 (10.9)		
Adulto	9/157 (5.7)		
Não identificado	0/5 (0)		
Estação do ano		0.953	
Chuvosa	10/150 (6.7)		
Seca	4/58 (6.9)		

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

NA: p-value not available (probabilidade de aproximação de Qui-Quadrado inválida).

Diante das análises, foi encontrado uma prevalência altamente prevalente em relação a ordem didelphimorphia sobre a ordem rodentia com $p=0.002$, ou seja, a ordem didelphimorphia tem 5,5 mais chances variando de 1,7 - 18,5 95% IC de ser infestado por carrapatos do que a ordem rodentia. Os outros fatores de riscos não apresentaram relevância quanto ao grau infestação de carrapatos em pequenos animais silvestres.

6 DISCUSSÃO

De acordo com a coleta realizada no Assentamento Rio Pardo, foram capturados 208 pequenos mamíferos não-voadores, sendo 65,9% dos animais da ordem rodentia com maior prevalência em relação a ordem marsupialia com 34,1%. Resultados similares foram encontrados no Estado do Amazonas, com a captura de 58 % de roedores com maior abundância em relação aos 42% de marsupiais (Bezerra; Carmignotto; Rodrigues, 2009). Em contrapartida Gheler-Costa et al., 2012, capturam 134 exemplares, sendo mais predominante na ordem Didelphimorphia com 53,7% 46,3% em relação a ordem Rodentia com 46,3%.

Houve uma predominância de animais capturados na estação chuvosa em relação a estação de seca, outros estudos também evidenciaram uma maior abundância de coleta de animais silvestres durante a estação chuvosa, segundo estudos no Maranhão e Rio de Janeiro (BONECKER et al., 2009; REIS, 2013; AMARAL, 2008).

Estudos realizados na Amazônia, confirmaram que a sazonalidade influencia significativamente na abundância e a atividade de pequenos mamíferos, com maior densidade durante a estação chuvosa (MALCOLM, 1994; MENDES-OLIVEIRA et al., 2012). Em florestas tropicais na África e na Ásia, resultados similares foram observados, com uma maior atividade e captura de roedores durante as estações chuvosas (SOLEEN et al., 2018; WELLS et al., 1981).

Segundo Lambert et al., 2006, a explicação para essa predominância na estação chuvosa é a disponibilidade de recursos alimentares e a umidade como fatores determinantes para maior abundância de captura entre roedores e marsupiais. Além da dinâmica de habitat que favorecem a atividade e a detecção de animais durante essa época.

Pequenos mamíferos não-voadores, tendem a preferir habitats com maior cobertura vegetal e disponibilidade de recursos alimentares específicos, como frutos, sementes e insetos, que são mais abundantes durante a estação chuvosa, além de oferecer um ambiente mais úmido e favorável para a sobrevivência e reprodução dos animais (GRELLE, 2003; MALCOLM, 1994).

Estudos encontraram uma taxa de sucesso diferente da estação chuvosa, com uma predominância de captura maior na estação de seca. Isto possivelmente pode ser explicado pela variação ao longo do ano na disponibilidade de recursos alimentares e possivelmente consequência da disponibilidade (escassez) de recursos naturais e a queda acentuada das

temperaturas nos meses de inverno (MORAES BARROS-BATLESTI et al., 2000; MONTICELLI et al., 2021).

Na África Ocidental, por exemplo, roedores como *Mastomys natalensis* são mais abundantes na estação de seca, devido à disponibilidade de sementes após a colheita agrícola (Leirs et al., 1997). Na Ásia, estudos em florestas tropicais do sudeste asiático indicam que a densidade de pequenos mamíferos é maior durante a estação seca, quando a competição por recursos é reduzida (Wells et al., 1981). Essas observações indicam que a variação sazonal na abundância e diversidade de espécies é um fenômeno global, influenciado por fatores ecológicos semelhantes. A sazonalidade é um fator crucial na dinâmica populacional de pequenos mamíferos (LEIRS et al., 1997).

Espécies como *Caluromys philander*, *Hylaeamys megacephalus* e *Oecomys bicolor* cf. foram exclusivas da estação chuvosa, provavelmente são mais dependentes da alta disponibilidade de recursos alimentares e das condições microclimáticas favoráveis dessa estação. Essas espécies podem utilizar a estação chuvosa para maximizar a reprodução e o crescimento populacional (HANSKI et al., 2001; PARDINI, 2004).

Por outro lado, espécies como *Monodelphis cunsi (saci) cf.*, *Isothrix pagurus*, *Nectomys rattus* e *Oecomys paricola* cf. foram encontrados apenas na estação seca e podem ter adaptações que lhes permitem sobreviver em condições mais áridas, como a capacidade de utilizar recursos alimentares mais escassos e a eficiência na conservação de água. Essas espécies podem também se beneficiar da menor competição e predação durante a estação seca, quando outras espécies são menos ativas (Cáceres, 2002). Essa segregação sazonal pode ser comparada a estudos realizados na Mata Atlântica, onde diferentes espécies de pequenos mamíferos também mostram preferências sazonais devido à disponibilidade de alimento e condições microclimáticas (PARDINI, 2004).

A reprodução desses animais é um fator sazonal, que pode começar no meio do período seco e terminar nos últimos meses do período chuvoso, espécie como *Neacomys squamipes* são abundantes nesse período, pois se reproduz durante todo o ano, mas principalmente durante os períodos chuvosos, devido à estreita associação deste roedor aos recursos encontrados na água. Colaborando com o resultado encontrado neste artigo, com uma abundância do roedor do gênero de *Neacomys*, animal mais predominante na estação chuvosa (FILHO-SANTOS et al., 2008).

A espécie *Neacomys paracou* foi encontrada com maior predominância em áreas de capoeira, resultado que pode ser atribuído à maior oferta de recursos alimentares e à estrutura

heterogênea do habitat, que proporciona refúgio, locais de forrageamento, adaptação a áreas perturbadas e sua alta capacidade reprodutiva, características comuns a muitos pequenos roedores que se desenvolvem em habitats secundários (Voss, 1991; Beck-king; Von Helversen; Beck-king, 1999). De acordo, Grelle, 2003, espécies como *Akodon cursor* e *Oligoryzomys nigripes* também são encontradas no ambiente de capoeira, aproveitando a diversidade de recursos e abrigo proporcionado por esse habitat.

A análise dos índices de diversidade neste estudo, revelou que a Capoeira apresentou o maior número de espécies (124) e o maior índice de Margalef (3.942), indicando uma alta diversidade específica. Este resultado é consistente com estudos que apontam para uma maior diversidade em áreas de sucessão secundária, onde a heterogeneidade estrutural favorece a coexistência de várias espécies (CADEMARTORI; MARQUES; PACHECO, 2008).

A Floresta, embora tenha um menor número de espécies comparado à Capoeira, apresentou altos índices de Simpson (0.8954) e Equitabilidade J (0.9232), sugerindo uma distribuição mais uniforme das espécies. Isso pode ser atribuído à complexidade estrutural e à estabilidade do ambiente florestal, que proporciona nichos estáveis e variados para diferentes espécies (PASSAMANI; FERNANDEZ, 2011).

Os ambientes de Plantio e o ambiente Domiciliar, por outro lado, mostraram menor diversidade de espécies. No Plantio, o índice de Margalef foi de 2.502, indicando uma diversidade moderada. A baixa diversidade nesses ambientes pode ser explicada pela menor heterogeneidade estrutural e pela menor disponibilidade de recursos, que limitam a variedade de espécies que podem ser sustentadas (CARMIGNOTTO; AIRES, 2011).

A Equitabilidade J, que mede a uniformidade da distribuição das espécies, foi maior no Plantio (0.9488), indicando que, apesar do menor número de espécies, a distribuição é mais equilibrada. Já no ambiente Domiciliar, a equitabilidade foi de 0.5888, sugerindo que poucas espécies dominam a comunidade, o que pode ser uma consequência da maior perturbação antrópica e da simplificação do habitat (LIMA, 2011).

Esses resultados destacam a importância de considerar tanto a diversidade quanto a equitabilidade das espécies na formulação de estratégias de conservação. A alta diversidade observada na Capoeira e na Floresta sugere que esses habitats são cruciais para a manutenção da biodiversidade regional.

Segundo Umetsu; Pardini, 2007, sugerem que florestas mais jovens ou alteradas, como a capoeira, podem ter maior produção de biomassa e, conseqüentemente, maior disponibilidade de frutos e artrópodes que são os principais alimentos consumidos por pequenos mamíferos não voadores. Além disso, ambiente como a capoeira possui um dossel

mais aberto o que favorece a proliferação de espécies terrestres e minimiza a chance de ocupação por espécies do dossel florestal, além de encontrarem excedente de alimentos nesse ambiente GHELER-COSTA et al., 2012).

Emmons, 1984, na Floresta Amazônica Brasileira, encontrou uma abundância de animais no ambiente de capoeira e explica o resultado que o solo pobre e vegetação rasteira, quedas de árvores e aberturas de vinhas, geralmente aumentam a qualidade do habitat para pequenos roedores como *Proechimys* e alguns gambás. Destacando a importância desse tipo de habitat secundário para a manutenção da biodiversidade (VOSS, 1991; BONVICINO; LINDBERGH; MAROJA, 2002).

Em contraste, áreas de plantio mostraram menor abundância de indivíduos nas duas estações, possivelmente devido à menor complexidade estrutural e à homogeneidade do ambiente, o que não oferece tantos recursos e abrigo quanto a capoeira ou a floresta. Características que influenciam negativamente a presença e a permanência de várias espécies (Pardini, 2004). Esse padrão foi observado em outros estudos realizados em ambientes agrícolas na Amazônia, onde a simplificação do habitat leva a uma redução na diversidade e abundância de pequenos mamíferos (UMETSU; PARDINI, 2007).

O ambiente de plantio, caracterizado por monoculturas e menor complexidade estrutural, tende a ter uma menor diversidade e densidade de pequenos mamíferos. No entanto, espécies como *Necomys lasiurus* podem ser encontradas devido à sua capacidade de se adaptar a ambientes alterados e a ecossistemas agrícolas (Voss, 1991). A baixa captura em áreas de plantio em ambas as estações sugere que a homogeneidade do habitat e a menor oferta de recursos não suportam uma alta densidade de roedores e marsupiais (PEREIRA; GEISE, 2009).

As peculiaridades observadas nas diferentes estações, como a presença de *Didelphis marsupialis* na estação seca em áreas de floresta e domiciliares, e sua ocorrência na capoeira durante a estação chuvosa, indicam uma adaptabilidade e/ou flexibilidade a diferentes habitats e uma possível estratégia de migração em resposta às variações sazonais (GRELLE, 2003).

Essas mudanças de habitat podem estar relacionadas à busca por recursos alimentares ou locais de reprodução, como observado em estudos sobre a ecologia de marsupiais neotropicais (Cáceres, 2002). A predominância de *Didelphis marsupialis* entre os marsupiais, provavelmente se deve ao ambiente alterado pela ação antrópica, confirmando sua característica como bioindicador de áreas alteradas (PAGLIA et al., 2012).

Didelphis marsupialis, espécie conhecida por sua capacidade de explorar uma ampla variedade de habitats e fontes de alimento, o que lhe permite ajustar seu comportamento e

habitat conforme as mudanças nas condições ambientais (COSTA et al., 2000). Essa flexibilidade de adaptação resulta de uma proximidade cada vez mais presente com ambientes antropizados (domiciliar), o que pode ser um fator preocupante para a saúde humana, pois de acordo com (BRITO JUNIOR et al., 2020), foi relatado a ocorrência de anticorpos contra *Toxoplasma gondii* em marsupiais da espécie *Didelphis marsupialis*.

Marmosops parvidens, capturado em ambiente de capoeira durante a estação seca e na floresta durante a estação chuvosa, pode estar respondendo à variação na disponibilidade de alimento e abrigo, fatores críticos para a sobrevivência e reprodução (VIEIRA et al., 2014)

Philander opossum, identificado no plantio durante a seca e na capoeira na estação chuvosa, demonstra flexibilidade ecológica e uma capacidade de exploração de diferentes tipos de habitats ao longo do ano (Gardner, 2013). A flexibilidade de habitat de *Philander opossum* é bem documentada e indica uma estratégia adaptativa para lidar com a variabilidade sazonal (MALCOLM, 1994).

A espécie *Rattus rattus*, mais abundante no ambiente domiciliar durante a estação chuvosa, pode estar associada à busca por refúgios seguros e à disponibilidade de recursos alimentares proporcionados por áreas urbanizadas, conforme discutido por (Panti-may et al., 2016). Espécies domésticas de acordo com Gheler-Costa et al., 2012, como *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758), *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) e *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) tendem a estar mais associados fortemente com as habitações humanas do que com os agroecossistemas.

Rattus rattus, podem ser espécies restritas a habitats antrópicos e são úteis como indicadores de habitat. Espécies sinantrópicas em áreas urbanas e periurbanas durante a estação chuvosa, semelhante ao que foi observado no ambiente domiciliar na Amazônia (BONVICINO; LINDBERGH; MAROJA, 2002; SKUPIEN et al., 2022).

Nas grandes cidades o processo de urbanização desenfreado, expansão de comunidades e loteamentos clandestinos sem redes de esgoto e com coleta de lixo inadequada ou insuficiente formam condições propícias para proliferação destas espécies (Henrique et al., 2002). Desta forma, o ambiente urbano propicia um ótimo habitat para os roedores sinantrópicos, um contato próximo desses animais com seres humanos e a possibilidade de transmissão de doenças potencialmente zoonóticas. Os roedores trazem risco à saúde humana, pois participam da cadeia epidemiológica de pelo menos 30 espécies representantes de zoonoses que incluem doenças bacterianas, virais, por protozoários e helmintos (ACHA; SZYFRES, 2001)

SOARES, 2021, sugerem que espécies de roedores e marsupiais podem ser indicadores eficazes de mudanças ambientais devido à sua sensibilidade a alterações no habitat. Esta perspectiva reforça a relevância dos resultados obtidos na Amazônia para estratégias de conservação e monitoramento.

O parasitismo estar presente entre roedores e marsupiais, resultados presentes no estudo, levando em consideração os ectoparasitas, que apresentaram uma prevalência de 21,2% entre os pequenos mamíferos não voadores. Roedores e marsupiais divergiram em suas prevalências, com 14,9% em roedores e 6,3% em marsupiais. Dentre os ectoparasitas destacaram-se carrapatos e ácaros, com uma prevalência de 6,7% e 14,4% respectivamente. Estudos no Maranhão, encontraram uma prevalência para ectoparasitas em marsupiais de 50,94% e roedores 72% (Reis, 2013). No Rio de Janeiro uma prevalência de 97% roedores e 26% de marsupiais (FILHO-SANTOS et al., 2008)

Os resultados deste estudo evidenciam que a prevalência de ectoparasitas, como ácaros e carrapatos, em roedores e marsupiais na Amazônia varia significativamente entre os diferentes tipos de ambiente e estações do ano. A maior prevalência de ectoparasitas foi encontrada na capoeira com 12,5%, enquanto a menor taxa foi observada na área domiciliar com 0,5%. Resultados seguiram um padrão semelhante diante de infestações por ácaros e carrapatos com prevalências mais altas na capoeira (9,6% para ácaros e 2,9% para carrapatos) e mais baixas na área domiciliar (0% para ácaros e 0,5% para carrapatos). A ausência de ácaros em áreas domiciliares pode ser atribuída à menor complexidade do habitat e à maior intervenção humana, que reduz a proliferação de ectoparasitas (SKUPIEN et al., 2022).

Estes resultados estão em concordância com a literatura, que indica que ambientes de vegetação secundária, como a capoeira, frequentemente apresentam uma maior densidade de pequenos mamíferos e, conseqüentemente, uma maior taxa de parasitismo (MENDES-OLIVEIRA et al., 2012; UMETSU; PARDINI, 2007).

Este padrão pode ser explicado pela maior complexidade estrutural e diversidade de micro habitats na capoeira, que oferecem melhores condições para a sobrevivência e proliferação de ectoparasitas. Além disso, a densidade e diversidade de pequenos mamíferos na capoeira proporcionam uma maior disponibilidade de hospedeiros para os ectoparasitas (GARDNER, 2013).

No Assentamento Rural Rio Pardo, foram coletadas 11 espécies diferentes de pequenos mamíferos com a presença de ectoparasitas, incluindo 5 espécies de marsupiais e 6 espécies de roedores. Dentre os hospedeiros mais abundantes com ectoparasitas, destacam-se

Neacomys paracou, *Didelphis marsupialis*, *Hylaeamys megacephalus*, *Proechimys sp.* e *Hylaeamys sp.*

Neacomys paracou e *Didelphis marsupialis* foram encontrados predominantemente na capoeira, o que corrobora com a alta prevalência de ectoparasitas nesse ambiente. *Proechimys sp.* foi mais comum na área de plantio, enquanto *Hylaeamys sp.* predominou na floresta. Esses padrões podem ser explicados pela distribuição específica de cada espécie e suas preferências de habitat (Soares, 2021). Estudos realizados em outras regiões do Brasil, como na Mata Atlântica e no Cerrado, também mostram uma variação na prevalência de ectoparasitas conforme o tipo de habitat e a intervenção humana (PARDINI, 2004; SKUPIEN et al., 2022)

Skupien et al., 2022 observaram uma menor prevalência de ectoparasitas em pequenos mamíferos em áreas urbanas e periurbanas na Mata Atlântica devido à menor complexidade estrutural e à maior intervenção humana. Já Soares, 2021, destaca que áreas conservadas de Mata Atlântica e Cerrado apresentam uma maior diversidade de pequenos mamíferos e, conseqüentemente, uma maior prevalência de ectoparasitas, sendo estas áreas importantes para o monitoramento ambiental.

A coleta que foi realizada durante os períodos das estações de chuva e seca revelou que houve uma prevalência de ectoparasitas na estação chuvosa. Resultado que pode ser influenciado pelas condições climáticas, já que na estação chuvosa, a umidade elevada e a maior disponibilidade de recursos favorecem a proliferação de ectoparasitas e a atividade de pequenos mamíferos, resultando em uma maior prevalência de parasitismo (Hanski et al., 2001). Já na estação seca, a redução na disponibilidade de água e recursos pode limitar a população de ectoparasitas e a atividade dos hospedeiros, reduzindo a taxa de infestação (PARDINI, 2004)

Levando em consideração o parasitismo por ácaros no Assentamento Rio Pardo, a família Cricetidae foi fortemente significativamente com $p=0,000$ em relação as demais famílias como a Didelphidae, Echimyidae e Muridae. Esta diferença pode ser atribuída a uma combinação de fatores ecológicos, comportamentais e fisiológicos específicos das espécies de roedores da família Cricetidae. Em um estudo realizado no Cerrado Maranhense, a espécie *Oecomys paricola* mostrou uma prevalência de ácaros significativamente maior, com *Gigantolaelaps* ou *demansi* sendo encontrada em 96,15% dos indivíduos capturados (ABREU, 2016). Este estudo destaca a alta suscetibilidade dos cricetídeos ao parasitismo por ácaros, contrastando com as taxas mais baixas observadas em didelfídeos e equimídeos.

Os cricetídeos, que incluem gêneros como *Oecomys*, *Hylaeamys* e *Neacomys*, são frequentemente encontrados em alta densidade em diversos habitats, incluindo florestas,

capoeiras e áreas de plantio. Estes ambientes, caracterizados por uma vegetação densa e complexa, proporcionam micro-habitat ideais para a proliferação de ácaros. A vegetação densa não apenas fornece abrigo, mas também retém umidade, criando condições favoráveis para a sobrevivência dos ácaros (ZDUNIAK et al., 2023).

Além disso, muitos cricetídeos têm hábitos arborícolas ou terrestres conhecidos por seu comportamento exploratório e a construção de ninhos em locais que podem abrigar grandes populações de ácaro (Abreu, 2016). Fisiologicamente, os cricetídeos podem apresentar características que os tornam mais suscetíveis ao parasitismo por ácaros. Estudos indicam que os níveis hormonais, como a testosterona, que é mais elevada em machos, pode suprimir o sistema imunológico, tornando-os mais propensos a infestações parasitárias. Este fenômeno é mais pronunciado em cricetídeos do que em didelfídeos ou equimídeos, onde tais variações hormonais podem ter menor impacto sobre a imunocompetência (GROSSMAN, 1985).

A família Didelphidae, que inclui marsupiais como *Didelphis marsupialis* e *Philander opossum*, tende a mostrar menores taxas de infestação por ácaros. Isso pode ser devido a várias razões: marsupiais geralmente têm comportamentos de forrageamento mais solitários e cobrem áreas maiores, reduzindo a densidade de indivíduos e, portanto, a transmissão de ectoparasitas. Além disso, os marsupiais possuem uma resposta imunológica robusta que pode reduzir a carga parasitária (KRASNOV et al., 2012)

A família Echimyidae, composta por roedores como *Proechimys*, também apresenta menor prevalência de ácaros em comparação aos cricetídeos. *Proechimys* é frequentemente encontrado em ambientes menos densos e pode ter hábitos mais reclusos, diminuindo o risco de infestação. Estudos indicam que a estrutura social e os hábitos de nidificação dos equimídeos não favorecem a proliferação de ácaros tanto quanto nos cricetídeos (MORAND et al., 2004).

Embora os murídeos, como *Rattus rattus*, sejam altamente sinantrópicos e encontrados frequentemente em ambientes urbanos, a diversidade de ácaros parasitando esses roedores tende a ser menor. Isso pode ser devido à alta intervenção humana, que controla populações de ectoparasitas através de medidas sanitárias. Além disso, a diversidade de habitats ocupados pelos murídeos é ampla, mas muitos desses habitats são menos favoráveis à proliferação de ácaros comparados aos habitats naturais dos cricetídeos (KRASNOV et al., 2012).

A família Muridae não apresentou nenhum ectoparasita em presença no ambiente domiciliar. A família Muridae, embora a maioria dos roedores vivam em ambientes silvestres fazendo parte da cadeia alimentar de espécies predadoras, espécies adaptaram-se às condições

ambientais criadas pelo homem, onde encontram água, abrigo e alimento para sobreviver, sendo considerados roedores sinantrópicos e onde tem maior intervenção humana que controla as populações de parasitas. Esses representam o mamífero mais bem adaptado no planeta depois dos seres humanos. Dentro dos roedores sinantrópicos comensais temos o *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*.(CARVALHO NETO; PAIM, 1986).

Ácaros da família *Laelapidae* foram encontradas nas espécies *Didelphis marsupialis*, *Philander opossum*, *Hylaeamys megacephalus*, *Hylaeamys sp.*, *Neacomys paracou*, *Oecomys bicolor cf.* e o *Oecomys sp.* A família *Laelapidae* foram descritos no Rio de Janeiro, Espírito Santos e Distrito Federal em pequenos mamíferos nas espécies *Cerradomys goytaca* e *Cerradomys scotti* (MARTINS; DE OLIVEIRA; DE ALMEIDA, 2020).

Já no Amazonas foram coletados ácaros em animais das espécies *Micoureus demerarae*, *Monodelphis breviceudata*, *Mesomys hispidus*, *Proechimys guyannensis*, *Neacomys guianae*, *Oecomys bicolor*, *Oecomys bicolor*, *Oecomys paricola*, *Oryzomys macconnelli* e *Rhipidomys mastacalis* (Fuenzalida-Araya et al., 2022). Estudos conduzidos por Abreu, 2016, no cerrado maranhense mostraram que os ácaros da família *Laelapidae*, com uma prevalência de 96,15% em roedores do gênero *Oecomys*. A espécie de laelapídeo foi encontrada associada à pelagem da cuíca, *Marmosops incanus*, na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (MARTINS; DE OLIVEIRA; DE ALMEIDA, 2020).

No Cerrado brasileiro, pesquisas destacam uma alta incidência de ácaros em pequenos mamíferos. Um estudo realizado no Parque Estadual do Prosa, em Mato Grosso do Sul, revelou que ácaros das famílias *Laelapidae* eram os ectoparasitas predominantes em espécies como *Gracilinanus agilis*, *Didelphis albiventris* e *Rhipidomys macrurus* em 100% dos roedores capturados (VIEIRA, 2014).

O parasitismo por ácaros foi significativo em condições de habitat com menor grau de antropização como floresta e capoeira apresentaram uma presença significativa ($p=0,021$) em relação ao ambiente mais antropizado como plantio e domiciliar. Os ambientes de capoeira demonstram uma alta prevalência de ácaros em pequenos mamíferos. Essa alta infestação pode ser atribuída às características estruturais e de micro-habitat da capoeira, que proporcionam condições ideais para a proliferação de ácaros e a sobrevivência prolongada desses parasitas no ambiente (VIEIRA, 2014).

Nas florestas, a prevalência de ácaros em pequenos mamíferos é intermediária. Estudos realizados na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, mostraram uma diversidade significativa de ácaros parasitando roedores e marsupiais, com destaque para espécies das famílias *Laelapidae* e *Macronyssidae* (VIEIRA, 2014).

Em áreas de floresta primária na Amazônia, *Oecomys bicolor* e *Neacomys guianae* foram encontrados parasitados por espécies de ácaros como *Gigantolaelaps amazonae* e *Laelaps crinigera*, reforçando a presença de ácaros especializados em roedores arborícolas na região. A complexidade estrutural das florestas, com sua diversidade de nichos ecológicos, favorece a coexistência de múltiplas espécies de ácaros, resultando em uma infestação moderada a alta dependendo da densidade de hospedeiros. A complexidade estrutural das florestas, com sua diversidade de nichos ecológicos, favorece a coexistência de múltiplas espécies de ácaros, resultando em uma infestação moderada a alta dependendo da densidade de hospedeiros (GRAÇA et al., 2020).

Os ambientes domiciliares mostraram a menor taxa de infestação por ácaros. Em áreas urbanas de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, indicaram uma prevalência reduzida de ácaros em pequenos mamíferos como *Didelphis albiventris* e *Rhipidomys macrurus*, possivelmente devido à menor densidade de hospedeiros e à maior intervenção humana que controla as populações de parasitas.(VIEIRA, 2014).

Os ambientes de plantio, por outro lado, apresentaram uma menor taxa de infestação por ácaros em comparação com a capoeira. Essa diferença pode estar relacionada à menor complexidade estrutural e à aplicação de práticas agrícolas que reduzem a densidade de hospedeiros e a diversidade de micro-habitat, afetando negativamente a sobrevivência dos ácaros. Além disso, as perturbações frequentes nesses ambientes podem interferir nas interações ecológicas entre hospedeiros e parasitas (VIEIRA, 2014).

A prevalência de ácaros em pequenos mamíferos silvestres, especialmente em roedores da ordem Rodentia em relação aos marsupiais da ordem Didelphimorphia, revela padrões significativos com igual $p=0,001$, fator de risco importante que pode ser influenciado por diversos fatores comportamentais, ecológicas e fisiológicas entre essas duas ordens.

Os roedores, devido à sua alta densidade populacional, grande mobilidade e ampla distribuição geográfica, apresentam uma maior exposição aos ectoparasitas. Eles ocupam uma variedade de habitats, desde áreas florestais até ambientes antrópicos, o que aumenta suas chances de encontrar e hospedar ectoparasitas. Estudos realizados na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, mostraram que roedores como *Oecomys paricola* têm uma prevalência significativamente maior de ácaros em comparação aos marsupiais (SILVA; VALIM; GRACIOLLI, 2017).

As características fisiológicas dos roedores também podem contribuir para sua maior suscetibilidade ao parasitismo. Os roedores têm uma taxa metabólica elevada e produzem mais calor corporal, o que pode criar um microclima favorável para a proliferação de

ectoparasitas como ácaros. Além disso, a estrutura social e comportamental dos roedores, que frequentemente formam colônias ou vivem em proximidade, facilita a transmissão de ectoparasitas entre indivíduos (REIS, 2013).

Em contraste, os marsupiais, apesar de também serem hospedeiros de ectoparasitas, geralmente apresentam uma menor prevalência de infestação. A ordem Didelphimorphia, como por exemplos de espécies de *Didelphis albiventris* e *Marmosops incanus*, tendem a ter hábitos solitários e são menos sociais em comparação aos roedores, o que pode reduzir a transmissão de ectoparasitas. Além disso, marsupiais possuem comportamentos específicos de higiene, que podem efetivamente remover ectoparasitas (REIS, 2013).

Estudos comparativos realizados no Cerrado e na Mata Atlântica evidenciam que a prevalência de ectoparasitas, especialmente ácaros, é consistentemente maior em roedores do que em marsupiais. Em áreas de Cerrado, pesquisas apontaram que a prevalência de ácaros em roedores era significativamente maior devido às diferenças na ecologia comportamental e nas interações sociais dessas espécies (Abreu, 2016). Na Mata Atlântica, um estudo observou que roedores, como *Nectomys squamipes*, apresentavam uma maior carga de ácaros em comparação a marsupiais, reforçando a ideia de que as características ecológicas e comportamentais dos roedores aumentam sua exposição aos ectoparasitas (VIEIRA, 2014).

Com base nos resultados das análises estatísticas sobre fatores de riscos e parasitismo de carrapatos, houve uma alta prevalência de carrapatos na ordem Didelphimorphia em comparação com a ordem Rodentia. Este fenômeno pode ser explicado por vários fatores ecológicos, comportamentais e biológicos.

Os marsupiais da ordem Didelphimorphia, como o gambá *Didelphis*, possuem uma alta mobilidade e uma ampla distribuição geográfica, que contribuem para uma maior exposição aos carrapatos. Este estudo colabora com os resultados do presente estudo que apresentou a espécie *Didelphis marsupialis* o animal mais parasitado. Eles são encontrados em diversos habitats, incluindo áreas urbanas, rurais e florestais, o que aumenta suas chances de encontrar carrapatos que são portadores de diversos patógenos (BORŞAN et al., 2021)

Além disso, os marsupiais frequentemente utilizam áreas de borda e ambientes antropizados, assim como resultado encontrado neste trabalho que teve a maior prevalência de parasitismo de carrapatos encontrados no ambiente domiciliar, que são locais onde a densidade de carrapatos pode ser elevada devido à presença de hospedeiros sinantrópicos (como cães e gatos) e a proximidade com áreas de vegetação que favorecem o ciclo de vida dos carrapatos (QUEIROGAS, 2010).

A biologia dos marsupiais pode também influenciar na alta taxa de infestação. Eles possuem hábitos noturnos e tendem a abrigar-se em locais úmidos e escuros, que são condições ideais para a sobrevivência e reprodução dos carrapatos. Além disso, os marsupiais têm um sistema imunológico que pode permitir a coexistência com parasitas, o que facilita a manutenção de populações de carrapatos em seus corpos por períodos prolongado (BORŞAN et al., 2021).

Estudos como o de Reis, 2013a, mostraram uma prevalência significativa de ectoparasitos em marsupiais comparados a roedores, com uma infestação de 56% dos hospedeiros capturados, sendo 82% em roedores e 44% em marsupiais. Outro estudo realizado por Oliveira et al., 2007, em Santa Catarina revelou uma alta prevalência de carrapatos em *Didelphis aurita*, com índices de infestação variando significativamente entre diferentes populações insulares e continentais.

Esses resultados destacam que a interação entre carrapatos e marsupiais é complexa e influenciada por múltiplos fatores ecológicos e comportamentais. A alta prevalência de carrapatos em *Didelphimorphia* pode ser vista como uma consequência da sua ecologia, comportamento e biologia específica, que favorecem a exposição e a manutenção de carrapatos em comparação com os roedores da ordem Rodentia. Contribuindo assim com o resultado do presente trabalho, que destaca que nenhum animal silvestre apresentou infestação concomitante por ácaros e carrapatos, ou seja, tipo de parasitas como ácaros tem predominância pela ordem Rodentia e carrapatos pela ordem *Didelphimorphia*.

Para inferirmos sobre o impacto do nível de antropização sobre a prevalência de carrapatos, seria importante a obtenção de animais silvestres da mesma espécie ou pelo menos do mesmo gênero nos diferentes habitats. No entanto, percebe-se uma variação das espécies em função dos locais de coleta característica de aspectos ecológicos e biológicos das espécies de roedores e marsupiais. Tendo este ponto em consideração, não observamos interferência do habitat (capoeira, domiciliar, floresta e plantio) sobre a prevalência de carrapatos (6,7%) e ectoparasitas (21,2%). Mesmo agrupando os habitats em dois grupos, mais antropizado (domiciliar e plantio) com 8,1% e menos antropizado (floresta e capoeira) com 6,4%, não foi possível verificar qualquer diferença estatística. Deste modo, optou-se por avaliar os presentes em todos os ambientes.

A prevalência de carrapatos em animais silvestres foi de 6,7%, inferior à encontrada no trabalho realizado nos Estados do Mato Grosso e Pará, Bioma Amazônico com 28,6% (Soares et al., 2015b). Estudos no Brasil. No Pantanal uma ocorrência de carrapatos de 78% associados a animais silvestres (Bechara et al., 2000). No Rio de Janeiro apresentou uma

prevalência de 24,3% de mamíferos silvestres parasitados por adultos, ninfas e larvas de carrapatos (Luz et al., 2018). Na República da Korea teve uma prevalência de 33,1% (KIM et al., 2014).

Além disso, a intensidade média de infestação de *Amblyomma humerale* foi a mais alta entre as espécies identificadas, com 3.6 carrapatos por animal infestado. Este dado é consistente com os resultados obtidos por (Amaral, 2008), que relatou uma alta intensidade de infestação por *Amblyomma* em áreas de floresta densa devido à sua adaptação a esses ambientes.

A baixa prevalência de *Ornithodoros mimon* e *Amblyomma coelebs* pode ser atribuída à menor adaptação dessas espécies aos ecótonos presentes no Assentamento Rio Pardo. Conforme apontado por (Soares, 2013), a distribuição de carrapatos é altamente dependente da disponibilidade de hospedeiros específicos e das condições microclimáticas do ambiente.

A abundância média de *Ixodes luciae* foi a menor entre as espécies identificadas, o que pode indicar uma baixa taxa de reprodução ou uma alta mortalidade nessa região. Estudos realizados por (REIS, 2013) sugerem que fatores como umidade e temperatura influenciam diretamente na sobrevivência e na reprodução de *Ixodes*, justificando a baixa abundância observada.

A maioria dos carrapatos foram encontrados no estágio imaturo. Carrapatos imaturos parasitam pequenos mamíferos e apresentam grande plasticidade adaptativa, incluindo várias espécies de pequenos mamíferos não voadores (Nava; Guglielmo, 2013). No presente estudo, houve uma prevalência com dois períodos de sazonalidade, apresentando maiores taxas no mês de julho (período seco). A sazonalidade pode influenciar os padrões populacionais de indivíduos, principalmente imaturos, que acabam aumentando devido à eclosão dos ovos afetada por altas temperaturas (Labruna; Terassini; Camargo, 2009). Em relação ao sexo do hospedeiro, apresentou uma pequena diferença na prevalência de machos em relação as fêmeas, assim como descrito no trabalho com mamíferos não voadores no Mato Grosso, Mendonça et al., 2020, sugerindo maior frequência de deslocamento e contato com outros indivíduos, pois realiza atividades competitivas ou reprodutivas ou até mesmo pode ser aliado aos hormônios esteroides (como a testosterona) que causam imunossupressão, aumentar a suscetibilidade ao parasitismo (ROBERTS et al., 2007).

No presente trabalho foram encontrados carrapatos da espécie *Amblyomma humerale* apresentando o hospedeiro *Didelphis marsupialis*, fato encontrado também nos Estados de Rondônia (Labruna et al., 2002) e Pará (Soares et al., 2015b), além de animais como

tamanduá-bandeira (*C. didactylus*), lagartos *Plica plica* (L.) e *Plica umbra* (L. *Kentropyx calcarata* Spix) (Labruna et al., 2002), lagartos foram também padrões de parasitismo encontrados na Amazônia Central (Dantas-Torres et al., 2022a) e Rondônia (*U. superciliosus*) (Zimmermann et al., 2018)

Tatus também foram descritos como hospedeiro da espécie *Amblyomma humerale* na Mata Atlântica (*Dasyus novemcinctus*) e jabuti-de-patas-amarela (*Chelonoidis denticulatus*) (Martins et al., 2014), jabutis na Bolívia (Robbins., 2003) e Espírito Santo (Acosta et al., 2016), capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) em Rio Branco, Acre (Gruhn et al., 2019), pássaros no Canadá (Morshed et al., 2005) e no estado do Pará (Ogrzewalska; Uezu; Labruna, 2010). O presente estudo relata também o parasitismo por *Amblyomma humerale* em animais hospedeiro das espécies *Philander opossum* e *Marmosa demerarae*, fato este descrito pela primeira vez na literatura.

A espécie *Ornithodoros mimon* foi registrada com padrões de parasitismo em *Didelphis marsupialis*, fato encontrado também em marsupial do mesmo gênero, porém com espécie diferente, *Didelphis albiventris* Lund na Argentina (Tarragona et al., 2022), Natal, Rio Grande do Norte (Labruna et al., 2014; Lopes et al., 2018) e Mato Grosso do Sul, além de espécies *Gracilinanus agilis*, *Thylamys macrurus* e o *Rhipidomys macrurus* no Mato Grosso (SPONCHIADO et al., 2015).

Ornithodoros mimon foram encontrados em morcego no Pantanal (*Artibeus planirostris*, *Platyrrhinus lineatus*, *Phyllostomus hastatus*, *Mimon crenulatum* e *Noctilio albiventris*) (Muñoz-Leal et al., 2016). Também descritos em pássaros em Mato Grosso (Ramos et al., 2015) e na Argentina (Flores et al., 2023) e em cavernas e casas de humanos, no Ceará (Jorge et al., 2022), São Paulo (Landulfo et al., 2012), Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Pernambuco, Rio Grande do Norte (Dantas-Torres et al., 2022b). O presente artigo descreve também pela primeira vez o parasitismo entre *Ornithodoros mimon* e o hospedeiro da espécie *Didelphis marsupialis*.

Amblyomma coelebs foi encontrada parasitando a espécie *Philander opossum*, fato descrito também em marsupiais *Didelphis sp* no Paraná (Santos et al., 2020), *Didelphis aurita* em Minas Gerais e Argentina (Lamattina et al., 2018; SARAIVA et al., 2012), *Didelphis albiventris* (Sponchiado et al., 2015) e *Didelphis marsupialis* no Mato Grosso, além de roedores (*Dasyprocta azarae* e *Neacomys spinosus*) (Witter et al., 2016), *R. macrurus* e *T. fosteri* em Mato Grosso do Sul (SPONCHIADO et al., 2015).

Espécie *Amblyomma coelebs* foi encontrada também em tatus das espécies (*Dasyus beniensis*) no Amazonas e Rondônia (Da Costa et al., 2022) e (*Dasyus novemcinctus*), além

de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) também em Rondônia (Martins et al., 2014), antas (*Tapirus terrestris*) em São Paulo (Martins et al., 2010) e pássaros em São Paulo, Costa Rica, Bahia e Amazônia Brasileira (Ogrzewalska et al., 2015; Ogrzewalska et al., 2009; Rocha et al., 2021; Ogrzewalska; Uezu; Labruna, 2010), bovinos (*Bos taurus Linnaeus*) no Equador (Enríquez et al., 2020), em cães (*C.familiaris*) em Belize, América Central (Polsomboon et al., 2022), coatis (*Nasua nasua*) no Paraná e Pará (Magalhães-Matos et al., 2022; Soares et al., 2015a), além de *Tayassu pecari* e *Cuniculus paca* ainda no Pará.

Casos da espécie *Amblyomma coelebs* em vida livre na fauna no Amazonas (Gianizella et al., 2018), Mato Grosso do Sul (Higa et al., 2020; Garcia et al., 2022), Rondônia (Labruna et al., 2004), São Paulo (Silveira et al., 2015) e Costa Rica (Montenegro et al., 2021) Apresenta-se também como um potencial vetor de patógeno em humanos como descrito em Mato grosso do Sul (Garcia et al., 2015), na Floresta Atlântica (Suzin et al., 2022) (Nogueira et al., 2022), na Argentina (Saracho-Bottero et al., 2018), no Paraguai (Ogrzewalska et al., 2014), Rio Grande do Sul com história de viagem para o Pará (Souza et al., 2022), no Japão com viagem pregressa para Costa Rica (Ito et al., 2018), nos Estados Unidos com histórico de viagem para América (Molaei; Mertins; Stafford, 2020). Diante desses resultados, descreve-se pela primeira vez a associação carrapato-hospedeiro entre *Amblyomma coelebs* e o marsupial da espécie *Philander opossum*.

Nesta pesquisa foram descritos carrapatos do tipo *Ixodes luciae* em hospedeiro da espécie *Didelphis marsupialis*, fato também ocorrido no Acre, Colômbia e Panamá (Tojal et al., 2021) (Wells et al., 1981; Bermúdez C.; Miranda C.; Smith C., 2010). Outros hospedeiros também foram citados na literatura como os marsupiais *Marmosa murina* (Luz et al., 2013) no Pará, *Philander opossum* no Pará e Mato Grosso (Luz et al., 2013; Witter et al., 2016), *Dasyprocta punctata* na Colômbia (Ortíz-Giraldo et al., 2021), *Didelphis albiventris* e *Cuniculus paca* na Bolívia (Fonseca, 1959). Encontrados também em uma coleção de carrapatos no Amazonas (Gianizella et al., 2018)

Nesse estudo foram descritos, larvas de *Amblyomma sp* parasitando hospedeiros do tipo *Didelphis marsupialis*, fato encontrado em Mato Grosso, além de parasitismo de ninfas de *Amblyomma cajennense*, *Amblyomma coelebs*, *Amblyomma sculpturatum* e *Amblyomma humerale* na mesma espécie de marsupial (De Mendonça et al., 2020). Ninfas de *Amblyomma humerale* parasitando também *Didelphis marsupialis* em Rodônia (Labruna et al., 2002). No presente estudo foram descritos, larvas de *Amblyomma sp* parasitando hospedeiros do tipo *Proechimys sp.*, parasitismo também encontrado em roedor da espécie *Proechimys roberti* (De Mendonça et al., 2020). Larvas e ninfas *A. cajennense* foram encontradas parasitando

Proechimys iheringi em São Paulo(Bossi; Linhares; Bergallo, 2002). *Amblyomma sp.* também foram descritas em *Monodelphis domestica* no Maranhão(Barros-Battesti et al., 1998). Porém não foi encontrado na literatura sobre parasitismo de larvas de *Amblyomma sp em Hylaeamys megacephalus*, neste caso descrito pela primeira vez no presente artigo.

7 CONCLUSÃO

A taxa de captura dos animais foi mais prevalente na ordem rodentia. A Capoeira apresentou a maior diversidade de animais. Fatores como menor antropização, ordem didelphimorphia e a família Cricetidae apresentaram uma presença significativa de ácaros. Diante das análises de carrapatos, houve uma prevalência em relação a ordem didelphimorphia. A espécie de carrapatos mais prevalente foi *Amblyomma sp.* O estudo trouxe resultados inéditos sobre a fauna de carrapatos no Norte do Brasil, bem como as relações parasita-hospedeiro. Este estudo fornece uma base sólida para futuras pesquisas e estratégias sobre ações de saúde pública, visando à prevenção de zoonoses e à proteção da fauna silvestre de conservação na Amazônia Central.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. DA S. **RELAÇÕES DE PARASITISMO ENTRE ÁCAROS E CARRAPATOS COM O ROEDOR *Oecomys paricola* NO CERRADO MARANHENSE, BRASIL**. 33f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação. 2016. Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2016.
- ACHA, P. N.; SZYFRES, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. **Bacteriosis y Micosis**. v.1, 2001.
- ACOSTA, I. C. L. et al. Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) from humans, domestic and wild animals in the state of Espírito Santo, Brazil, with notes on rickettsial infection. **Veterinary parasitology, regional studies and reports**, v. 3–4, p. 66–69, 1 jun. 2016.
- ALENCAR, A. et al. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia HISTÓRICO, TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, Brasília. 2016.
- ALMOSNY, N. hemoparasitos - Patologia Veterinária. **PubVet**. V.16(10), p. 1-16, 2022.
- AMARAL, H. H. DE O. M. **Ecologia de Phthiraptera, Siphonaptera e Acari (Ixodidae) de pequenos roedores e marsupiais do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil**. 2008. 95f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- ANDERSSON, M. O. et al. Molecular survey of neglected bacterial pathogens reveals an abundant diversity of species and genotypes in ticks collected from animal hosts across Romania. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 144, 20 dez. 2018.
- ARDENTE, N. C. et al. Differential efficiency of two sampling methods in capturing non-volant small mammals in an area in eastern Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 47, n. 2, p. 123–132, jun. 2017.
- BARANDIKA, J. F. et al. Seasonal dynamics of *Ixodes ricinus* in a 3-year period in northern Spain: first survey on the presence of tick-borne encephalitis virus. **Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)**, v. 10, n. 10, p. 1027–1035, 1 dez. 2010.
- BARROS, B. DE C. V. DE et al. Rotavirus A in wild and domestic animals from areas with environmental degradation in the Brazilian Amazon. **PLOS ONE**, v. 13, n. 12, p. e0209005, 18 dez. 2018.
- BARROS-BATTESTI, D. M. et al. Interrelationship between Ectoparasites and Wild Rodents from Tijucas do Sul, State of Paraná, Brazil. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 93, n. 6, p. 719–725, 1998.
- BASEIA, I. G. et al. Discovery or Extinction of New Scleroderma Species in Amazonia? **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, p. e0167879, 21 dez. 2016.

BATTESTI, D. M. BARROS. et al. **Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies.** [s.l.] Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006.

BECHARA, G. H. et al. Ticks associated with wild animals in the Nhecolândia Pantanal, Brazil. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 916, p. 289–297, 2000.

BECK-KING, H.; VON HELVERSEN, O.; BECK-KING, R. Home Range, Population Density, and Food Resources of Agouti paca (Rodentia: Agoutidae) in Costa Rica: A Study Using Alternative Methods 1. **Biotropica**, v. 31, n. 4, p. 675–685, 1999.

BEEK, E. J. ; A. G. S.; WAMBEKE, A. VAN. Evaluación y manejo de suelo em la Región Amazónica. **Bol. Latinoamericano sobre fomento de terras y aguas**, v. 5, 1973.

BENEVENUTE, J. L. et al. Assessment of a quantitative 5' nuclease real-time polymerase chain reaction using groEL gene for Ehrlichia and Anaplasma species in rodents in Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 8, n. 4, p. 646–656, jun. 2017.

BERMÚDEZ C., S. E.; MIRANDA C., R. J.; SMITH C., D. Ticks species (Ixodida) in the Summit Municipal Park and adjacent areas, Panama City, Panama. **Experimental & applied acarology**, v. 52, n. 4, p. 439–448, dez. 2010.

BEZERRA, A. M.; CARMIGNOTTO, A. P.; RODRIGUES, F. Small non-volant mammals of an ecotone region between the Cerrado hotspot and the Amazonian rainforest, with comments on their taxonomy and distribution. **Zoological Studies**, 2009.

BINETRUY, F. et al. Survey of ticks in French Guiana. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 10, n. 1, p. 77–85, jan. 2019.

BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potencial use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4 B, p. 765–774, 2002.

BORŞAN, S. D. et al. High Diversity, Prevalence, and Co-infection Rates of Tick-Borne Pathogens in Ticks and Wildlife Hosts in an Urban Area in Romania. **Frontiers in microbiology**, v. 12, 9 mar. 2021

BOSSI, D. E. P.; LINHARES, A. X.; BERGALLO, H. D. G. Parasitic arthropods of some wild rodents from Juréia-Itatins Ecological Station, State of São Paulo, Brazil. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 7, p. 959–963, 2002.

BOUILLOUD, M. et al. Exploring the potential effects of forest urbanization on the interplay between small mammal communities and their gut microbiota. **Microbiota Animal**, v. 6, n. 1, 2024.

BRITO JUNIOR, P. DE A. et al. Survey of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in wild mammals captured from Atlantic Forest fragments in Bahia, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 29, n. 4, p. e004720, 21 out. 2020.

- BRYSON, N. R. et al. The prevalence of *Cowdria ruminantium* in free-living adult *Amblyomma hebraeum* collected at a communal grazing area and in 2 wildlife reserves in South Africa. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 73, n. 3, p. 131–132, 2002.
- BUSH, A. O. et al. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575–583, ago. 1997.
- CABEZAS-CRUZ, A. et al. Low genetic diversity of *Ehrlichia canis* associated with high co-infection rates in *Rhipicephalus sanguineus* (s.l.). **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 1, p. 12, 7 dez. 2019.
- CÁCERES, N. C. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 97–104, ago. 2002.
- CADEMARTORI, C. V.; MARQUES, R. V.; PACHECO, S. M. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 10, n. 3, p. 189–196, 2008.
- CANTERA, I. et al. Low level of anthropization linked to harsh vertebrate biodiversity declines in Amazonia. **Comunidade Nacional**, v. 13, n. 1, 2022.
- CARMIGNOTTO, A. P.; AIRES, C. C. Mamíferos não voadores (Mammalia) da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 313–328, 2011.
- CARVALHO NETO, C. DE; PAIM, G. V. **Estudo sobre a resistencia a warfarina em roedores da cidade de sao paulo/sp**. 1986. 106f. Tese (Doutorado). Faculdade de Saúde Pública do Estado de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- CHEN, S. M. et al. Identification of a granulocytotropic *Ehrlichia* species as the etiologic agent of human disease. **Journal of clinical microbiology**, v. 32, n. 3, p. 589–95, mar. 1994.
- CHIARELLO, A. G. Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 237–247, maio 2000.
- CHISU, V.; FOXI, C.; MASALA, G. First molecular detection of the human pathogen *Rickettsia raoultii* and other spotted fever group rickettsiae in Ixodid ticks from wild and domestic mammals. **Parasitology Research**, v. 117, n. 11, p. 3421–3429, 4 nov. 2018.
- COLLINS, M. D.; SIMBERLOFF, D. Rarefaction and nonrandom spatial dispersion patterns. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 16, n. 1, p. 89–103, 4 dez. 2009.
- COLWELL, D. D.; DANTAS-TORRES, F.; OTRANTO, D. Vector-borne parasitic zoonoses: emerging scenarios and new perspectives. **Veterinary parasitology**, v. 182, n. 1, p. 14–21, 24 nov. 2011.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Biodiversity: measurement and estimation**, p. 101–118, 1995.

COSTA, L. P. et al. Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 872–881, 1 dez. 2000.

Birchard, S. J.; Sherding, R. G. **Doenças Rickettsiais In: BIRCHARD, SHERDING, Manual Saunders: Clínica de pequenos animais.** 3ed. Roca. São Paulo, 1998.

DA COSTA, I. N. et al. Amblyomma ticks in animal carcasses hunted in Mapinguari National Park, Western Amazon, Brazil: New records on species and host-parasite relationships. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 13, n. 5, 1 set. 2022.

DALL'AGNOL, B. et al. Rickettsia parkeri in free-ranging wild canids from Brazilian Pampa. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 2, p. e224–e230, abr. 2018.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks on reptiles and amphibians in Central Amazonia, with notes on rickettsial infections. **Experimental and Applied Acarology**, v. 86, n. 1, p. 129–144, 1 jan. 2022a.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ornithodoros cf. mimon infected with a spotted fever group Rickettsia in Brazil. **Acta tropica**, v. 233, 1 set. 2022b.

DE SILVA, C.; VALIM, M. P.; GRACIOLLI, G. Ácaros ectoparasitos de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.** V. 107. p. 107, 2017.

DE MENDONÇA, R. F. B. et al. Ectoparasites of small mammals in a fragmented area of the southern Amazonia: interaction networks and correlations with seasonality and host sex. **Experimental and Applied Acarology**, v. 81, n. 1, p. 117–134, 1 maio 2020.

DE SOUSA, K. C. M. et al. Rickettsia spp. among wild mammals and their respective ectoparasites in Pantanal wetland, Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 9, n. 1, p. 10–17, jan. 2018.

DE SOUZA RAMOS, I. A. et al. Genetic diversity of Anaplasma marginale in beef cattle in the Brazilian Pantanal. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 10, n. 4, p. 805–814, jun. 2019.

DIAS, R. A. F. et al. Toxoplasma gondii in fresh pork sausage and seroprevalence in butchers from factories in Londrina, Paraná State, Brazil(1). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo**, v. 47, n. 4, p. 185–189, 2005.

DUMLER, J. S. et al. Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combi. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY**, v. 51, n. 6, p. 2145–2165, 1 nov. 2001.

EMMONS, L. H. Geographic Variation in Densities and Diversities of Non-Flying Mammals in Amazonia. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 210, set. 1984.

ENRÍQUEZ, S. et al. New Records of Ticks of Genus Amblyomma Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) for Ecuador. **Acta parasitologica**, v. 65, n. 2, p. 430–440, 1 jun. 2020.

FANG, R.; BLANTON, L. S.; WALKER, D. H. Rickettsiae as Emerging Infectious Agents. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 37, n. 2, p. 383–400, jun. 2017.

FERREIRA, D. C.; LUZ, S. L. B.; BUSS, D. F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21(3), n. March, p. 767–776, 2016.

FILHO-SANTOS, M. et al. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotrop**, v. 8, n. 1, 2008.

FLORES, F. S. et al. Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) associated with wild birds in Argentina. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 14, n. 3, 1 maio 2023.

FONSECA, F. DA. Notas de Acarologia XLVI. **Acarofauna zooparasita na Bolívia**. v. 29, 1959.

FUENZALIDA-ARAYA, K. et al. New records of *Gigantolaelaps wolffsohni* (Mesostigmata: Laelapidae) in Chile, an ectoparasite of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Cricetidae): ecological aspects and relation to body size and sex of their host. **Acarologia**, v. 62, n. 4, p. 965–973, 2022.

GARCIA, M. V. et al. Tick fauna in non-anthropogenic areas in Mato Grosso do Sul, Brazil, with the presence of the *Rickettsia parkeri* strain Atlantic rainforest in *Amblyomma ovale*. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 13, n. 1, 1 jan. 2022.

GARCIA, M. V. et al. Successful Feeding of *Amblyomma coelebs* (Acari: Ixodidae) Nymphs on Humans in Brazil: Skin Reactions to Parasitism. **Journal of Medical Entomology**, v. 52, n. 2, p. 117–119, 1 mar. 2015.

GARDNER, A. L. Mammals of South America. **Mammals of South America**, v. 1, 14 fev. 2013.

GHELER-COSTA, C. et al. The distribution and abundance of small mammals in agroecosystems of southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 76, n. 2, p. 185–191, 1 maio 2012.

GIANIZELLA, S. L. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) of the state of Amazonas, Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 74, n. 2, p. 177–183, 1 fev. 2018.

GILLESPIE, J. J. et al. Plasmids and Rickettsial Evolution: Insight from *Rickettsia felis*. **PLoS ONE**, v. 2, n. 3, p. e266, 7 mar. 2007.

GRAÇA, M. S. C. et al. Ocorrência de ectoparasitas no roedor *Oligoryzomys microtis* em regiões ao norte do Departamento de La Paz, Bolívia. **Arq. bras. med. vet. zootec. (Online)**, v. 72, n. 1, p. 191–198, 1 jan. 2020.

GRAY, J. S. et al. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. **Interdisciplinary perspectives on infectious diseases**, v. 2009, p. 1–12, 2009.

- GRELLE, C. E. V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic forest, Southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 2, p. 81–85, ago. 2003.
- GROSSMAN, C. J. Interactions between the gonadal steroids and the immune system. **Science (New York, N.Y.)**, v. 227, n. 4684, p. 257–261, 1985.
- 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, 1 ago. 2019.
- GUGLIELMONE, A. A. et al. **The Hard Ticks of the World**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014.
- GUIMARÃES, A. et al. Molecular detection, characterization of *Anaplasma* spp. in domestic cats from Rio de Janeiro state. **Acta Tropica**, v. 191, p. 239–242, mar. 2019.
- HAN, R. et al. Molecular detection of *Anaplasma* infections in ixodid ticks from the Qinghai-Tibet Plateau. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 8, n. 1, p. 12, 7 dez. 2019.
- HANSKI, I. et al. Small-Rodent Dynamics and Predation. **Ecology**, v. 82, n. 6, p. 1505, jun. 2001.
- HARRISON, S. Long-distance dispersal and colonization in the bay checkerspot butterfly, *Euphydryas editha bayensis*. **Ecology**, v. 70, n. 5, p. 1236–1243, 1989.
- HENI, A. C. et al. Wildlife gut microbiomes of sympatric generalist species respond differently to anthropogenic landscape disturbances. **Animal microbiome**, v. 5, n. 1, p. 22, 6 abr. 2023.
- HENRIQUE, F. et al. Presidente da República. **Ministério da Saúde**, 2002.
- HIGA, L. DE O. S. et al. Spotted fever group *Rickettsia* and *Borrelia* sp. cooccurrence in *Amblyomma sculptum* in the Midwest region of Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 81, n. 3, p. 441–455, 1 jul. 2020.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**. Brasília, DF: IBGE, 2013.
- ISMAIL, N.; BLOCH, K. C.; MCBRIDE, J. W. Human Ehrlichiosis and Anaplasmosis. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 30, n. 1, p. 261–292, mar. 2010.
- ITO, K. et al. A first case of tick bite by *Amblyomma coelebs* in Japan. **The Journal of dermatology**, v. 45, n. 2, p. 243–244, 1 fev. 2018.
- JIANG, J. et al. Molecular characterization of *Haemaphysalis longicornis*-borne rickettsiae, Republic of Korea and China. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 9, n. 6, p. 1606–1613, set. 2018.

JORGE, F. R. et al. New records of soft ticks (Acari: Argasidae) in the Caatinga biome of Brazil, with a phylogenetic analysis of argasids using the nuclear Histone 3 (H3) gene. **Experimental & applied acarology**, v. 86, n. 4, p. 567–581, 1 abr. 2022.

KATO, O. et al. **PLANTIO DIRETO NA CAPOEIRA**. Embrapa, 2004.

KIM, B. J. et al. Ticks collected from wild and domestic animals and natural habitats in the Republic of Korea. **The Korean journal of parasitology**, v. 52, n. 3, p. 281–285, 2014.

KLEIN, O. D. et al. An FGF signaling loop sustains the generation of differentiated progeny from stem cells in mouse incisors. **Development**, v. 135, n. 2, p. 377–385, jan. 2008.

KRASNOV, B. R. et al. Gender-biased parasitism in small mammals: Patterns, mechanisms, consequences. **Mammalia**, v. 76, n. 1, p. 1–13, fev. 2012.

LABRUNA, M. B. et al. Notes on parasitism by *Amblyomma humerale* (Acari: Ixodidae) in the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 39, n. 6, p. 814–817, 2002.

LABRUNA, M. B. et al. *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* ticks from the State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 41, n. 6, p. 1073–1081, 2004.

LABRUNA, M. B. et al. New records and human parasitism by *Ornithodoros mimon* (Acari: Argasidae) in Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 51, n. 1, p. 283–287, jan. 2014.

LABRUNA, M. B.; TERASSINI, F. A.; CAMARGO, L. M. A. Notes on population dynamics of *Amblyomma* ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. **The Journal of parasitology**, v. 95, n. 4, p. 1016–1018, ago. 2009.

LAMATTINA, D. et al. Factors associated with hard tick (Acari: Ixodidae) parasitism in medium-sized mammals in the Atlantic Rainforest region of Argentina. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 9, n. 6, p. 1451–1458, 1 set. 2018.

LAMBERT, T. D.; MALCOLM, J. R.; ZIMMERMAN, B. L. AMAZONIAN SMALL MAMMAL ABUNDANCES IN RELATION TO HABITAT STRUCTURE AND RESOURCE ABUNDANCE. **Journal of Mammalogy**, v. 87(4), p. 766–776, 2006.

LANDULFO, G. A. et al. Life cycle of *Ornithodoros mimon* (Acari: Argasidae) under laboratory conditions. **Experimental & applied acarology**, v. 58, n. 1, p. 69–80, set. 2012.

LEE, S.-H. et al. Detection and molecular characterization of tick-borne pathogens infecting sheep and goats in Blue Nile and West Kordofan states in Sudan. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 9, n. 3, p. 598–604, mar. 2018.

LEIRS, H. et al. Stochastic seasonality and nonlinear density-dependent factors regulate population size in an African rodent. **Nature**, v. 389, n. 6647, p. 176–180, 1997.

LI, H. et al. Human infection with a novel tick-borne *Anaplasma* species in China: a surveillance study. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 15, n. 6, p. 663–670, jun. 2015.

LIMA, I. P. DE. Mamíferos do Brasil 2ed. **Mamíferos do Brasil**, 1 jan. 2011.

LINARDI, P. M.; GUIMARÃES, L. R. Siphonaptera of Brazil. **Siphonaptera of Brazil.**, p. 291, 2000.

LOPES, M. G. et al. Ticks, rickettsial and erlichial infection in small mammals from Atlantic forest remnants in northeastern Brazil. **International journal for parasitology. Parasites and wildlife**, v. 7, n. 3, p. 380–385, 1 dez. 2018.

QUEIROGAS, V. **Capivaras (Rodentia) e Carrapatos (Acari: Ixodidae): alterações ecológicas e a interação do hospedeiro e parasita em áreas urbanas.** 2010. 56f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. 2010. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016.

LUZ, H. R. et al. New host records of *Ixodes luciae* (Acari: Ixodidae) in the State of Para, Brazil. **Revista brasileira de parasitologia veterinaria**, v. 22, n. 1, p. 152–154, mar. 2013.

LUZ, H. R. et al. Ticks parasitizing wild mammals in Atlantic Forest areas in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista brasileira de parasitologia veterinaria**, v. 27, n. 3, p. 409–414, 1 jul. 2018.

MAGALHÃES-MATOS, P. C. et al. Detection of *Rickettsia* spp. in ring-tailed coatis (*Nasua nasua*) and ticks of the Iguaçu National Park, Brazilian Atlantic Rainforest. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 13, n. 2, 1 mar. 2022.

MAGURA, T.; KISS, E.; LÉ, L. No consistent diversity patterns in terrestrial mammal assemblages along rural-urban forest gradients. **Ecologia Básica e Aplicada**, v. 52(4), p. 38–45, 2021.

MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and Its Measurement. **Ecological Diversity and Its Measurement**, 1988.

MAIA, M. O. et al. Detection of *Rickettsia* spp. in ticks associated to wild mammals in Northeastern Brazil, with notes on an undetermined *Ornithodoros* sp. collected from marsupials. **Experimental and Applied Acarology**, v. 76, n. 4, p. 523–535, 15 dez. 2018.

MALCOLM, J. R. Edge effects in central Amazonian forest fragments. **Ecology**, v. 75, n. 8, p. 2438–2445, 1994.

MANGOLD, A. J.; BARGUES, M. D.; MAS-COMA, S. Mitochondrial 16S rDNA sequences and phylogenetic relationships of species of *Rhipicephalus* and other tick genera among *Metastrata* (Acari: Ixodidae). **Parasitology research**, v. 84, n. 6, p. 478–84, jun. 1998.

MARTINS, J. K. S. D. S.; DE OLIVEIRA, A. F. M.; DE ALMEIDA, J. S. Seasonal variation of networks of plant-arthropod interactions in seasonally dry tropical forest. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2671–2713, 2020.

MARTINS, M. M. **FAUNA, SAZONALIDADE E RIQUETSÍAS DE CARRAPATOS EM ÁREA DO CERRADO GOIANO.** 2016. 85f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicada. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016.

- 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, jun. 2010.
- MARTINS, T. F. et al. New tick records from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 62, n. 1, p. 121–128, jan. 2014.
- MARTINS, T. F. et al. Carrapatos (Acari: Ixodidae) em mamíferos silvestres do Parque Nacional da Serra da Canastra e arredores, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 288–291, 2015.
- MELO, A. S. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21–27, 2008.
- MENDES, R. et al. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA. **Hidrologia e Gestão Territorial**. 1996.
- MENDES-OLIVEIRA, A. C. et al. Edge effects and the impact of wildfires on populations of small non-volant mammals in the forest-savanna transition zone in Southern Amazonia. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 57–63, 2012.
- MERHEJ, V.; RAOULT, D. Rickettsial evolution in the light of comparative genomics. **Biological Reviews**, v. 86, n. 2, p. 379–405, maio 2011.
- MOLAEI, G.; MERTINS, J. W.; STAFFORD, K. C. Enduring Challenge of Invasive Ticks: Introduction of *Amblyomma oblongoguttatum* (Acari: Ixodidae) into the United States on a Human Traveler Returning from Central America. **The Journal of parasitology**, v. 106, n. 5, p. 670–674, 1 out. 2020.
- MONGRUEL, A. C. B. et al. Detection of *Anaplasma* sp. phylogenetically related to *A. phagocytophilum* in a free-living bird in Brazil. **Revista brasileira de parasitologia veterinária**, v. 26, n. 4, p. 505–510, 2017.
- MONTENEGRO, V. M. et al. Free-living hard ticks (Ixodida: Ixodidae) from three different natural environments of Costa Rica. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 12, n. 6, 1 nov. 2021.
- MORAES BARROS-BATLESTI, D. et al. Land fauna composition of small mammals of a fragment of Atlantic Forest in the State of São Paulo, Brazil. **Revta bras. Zool**, v. 17, n. 1, p. 241–249, 2000.
- MORAND, S. et al. Is sex-biased ectoparasitism related to sexual size dimorphism in small mammals of Central Europe? **Parasitology**, v. 129, n. 4, p. 505–510, out. 2004.
- MORSLED, M. G. et al. Migratory songbirds disperse ticks across Canada, and first isolation of the Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*, from the avian tick, *Ixodes auritulus*. **The Journal of parasitology**, v. 91, n. 4, p. 780–790, ago. 2005.
- MUÑOZ-LEAL, S. et al. Ticks infesting bats (Mammalia: Chiroptera) in the Brazilian Pantanal. **Experimental & applied acarology**, v. 69, n. 1, p. 73–85, 1 maio 2016.

MUÑOZ-LEAL, S. et al. A relapsing fever *Borrelia* and spotted fever *Rickettsia* in ticks from an Andean valley, central Chile. **Experimental and Applied Acarology**, v. 78, n. 3, p. 403–420, 5 jul. 2019.

MURRAY, G. G. R. et al. The Phylogeny of *Rickettsia* Using Different Evolutionary Signatures: How Tree-Like is Bacterial Evolution? **Systematic Biology**, v. 65, n. 2, p. 265–279, 1 mar. 2016.

NAVA, S.; GUGLIELMONE, A. A. A meta-analysis of host specificity in Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae). **Bulletin of entomological research**, v. 103, n. 2, p. 216–224, abr. 2013.

NILSSON, K. et al. *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks in Sweden. **Journal of clinical microbiology**, v. 37, n. 2, p. 400–3, fev. 1999.

NOGUEIRA, B. C. F. et al. Soft and hard ticks (Parasitiformes: Ixodida) on humans: A review of Brazilian biomes and the impact of environmental change. **Acta tropica**, v. 234, 1 out. 2022.

NUTTALL, P. A.; LABUDA, M. **Tick-host interactions: Saliva-activated transmission. Parasitology**, 2004.

OGRZEWALSKA, M. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic rain forest region of Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 46, n. 5, p. 1225–1229, set. 2009.

OGRZEWALSKA, M. et al. Rickettsial infections in ticks from wild birds in Paraguay. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 5, n. 2, p. 83–89, mar. 2014.

OGRZEWALSKA, M. et al. Bacteria of the genus *Rickettsia* in ticks (Acari: Ixodidae) collected from birds in Costa Rica. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 6, n. 4, p. 478–482, 1 jun. 2015.

OGRZEWALSKA, M.; UEZU, A.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the eastern Amazon, northern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. **Parasitology research**, v. 106, n. 4, p. 809–816, mar. 2010.

OLIVEIRA, C. H. S. DE et al. Interação parasito-hospedeiro entre ectoparasitos (Ixodida & Siphonaptera) e gambás *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Mammalia: Didelphimorphia), no continente e em ilhas do litoral de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 81–90, 1 jan. 2007.

ORTÍZ-GIRALDO, M. et al. Ticks (Acari: Ixodoidea) associated with mammals in Colombia: a historical review, molecular species confirmation, and establishment of new relationships. **Parasitology research**, v. 120, n. 2, p. 383–394, 1 fev. 2021.

PADDOCK, C. D.; CHILDS, J. E. *Ehrlichia chaffeensis*: a prototypical emerging pathogen. **Clinical microbiology reviews**, v. 16, n. 1, p. 37–64, jan. 2003.

PAGLIA, A. P. et al. Annotated checklist of Brazilian mammals 2° Edição. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 6, n. 6, p. 1–76, 2012.

PANTI-MAY, J. A. et al. A Two-Year Ecological Study of Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in a Brazilian Urban Slum. **Plos One**, v. 25, p. 11-19, 2016.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567–2586, 2004.

PAROLA, P. et al. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. **Clinical microbiology reviews**, v. 26, n. 4, p. 657–702, 1 out. 2013.

PAROLA, P.; PADDOCK, C. D.; RAOULT, D. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. **Clinical microbiology reviews**, v. 18, n. 4, p. 719–56, 1 out. 2005.

PASSAMANI, M.; FERNANDEZ, F. A. S. Abundance and richness of small mammals in fragmented Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 45, n. 9–10, p. 553–565, mar. 2011.

PEQUENO, M. D. E. et al. Eficiência De Diferentes Tipos De Armadilhas Para O Registro. **Rev. Bras. Zool**, v. 24, p. 8–10, 2006.

PEREIRA, L. G.; GEISE, L. Non-flying mammals of Chapada Diamantina (Bahia, Brazil). **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 185–196, 1 set. 2009.

BRAGA, F.; P. **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação). 70f. 2014. Graduação De Engenharia Sanitária E Ambiental. Universidade Federal De Juiz De Fora, Minas Gerais. 2014.

PIRATAE, S. et al. Molecular evidence of *Ehrlichia canis* and *Anaplasma platys* and the association of infections with hematological responses in naturally infected dogs in Kalasin, Thailand. **Veterinary World**, v. 12, n. 1, p. 131–135, 23 jan. 2019.

POLSOMBOON, S. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) and Associated Pathogens Collected From Domestic Animals and Vegetation in Stann Creek District, Southeastern Belize, Central America. **Journal of medical entomology**, v. 59, n. 5, p. 1749–1755, 14 set. 2022.

RAMOS, D. G. DE S. et al. Rickettsial infection in ticks from wild birds from Cerrado and the Pantanal region of Mato Grosso, midwestern Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 6, n. 6, p. 836–842, 1 set. 2015.

RANDOLPH, S. E.; CRAINE, N. G. General Framework for Comparative Quantitative Studies on Transmission of Tick-Borne Diseases Using Lyme Borreliosis in Europe as an Example. **Journal of Medical Entomology**, v. 32, n. 6, p. 765–777, 1 nov. 1995.

RAOULT, D.; ROUX, V. Rickettsioses as paradigms of new or emerging infectious diseases. **Clinical microbiology reviews**, v. 10, n. 4, p. 694–719, out. 1997.

REIS, F. S. **Ectoparasitofauna de pequenos mamíferos não voadores (roedores e marsupiais) e infestação em humanos da área de preservação ambiental do Inhamum, Maranhão, Brasil.** 2013. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação Ciência Animal, Universidade Estadual do Maranhão. 2013.

RESTIF, O. et al. Model-guided fieldwork: practical guidelines for multidisciplinary research on wildlife ecological and epidemiological dynamics. **Ecology letters**, v. 15, n. 10, p. 1083–1094, out. 2012.

RICHARDS, A. L.; GOODRICH, I.; ANDRÉ, M. R. Diversity of Anaplasma and Ehrlichia/Neoehrlichia Agents in Terrestrial Wild Carnivores Worldwide: Implications for Human and Domestic Animal Health and Wildlife Conservation. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, p. 293, 2018.

ROBBINS R.G., D. S. L., O. J. L. First report of Amblyomma humerale Koch (Acari: Ixodida: Ixodidae) from Bolivia, with a synopsis of collections of this tick from the South American yellow-footed tortoise, Geochelone denticulata (L.) (Reptilia: Testudines: Testudinidae, **Anais da Sociedade Entomológica de Washington**, v.105, p.502-505, 2003.

ROBERTS, M. L. et al. Effects of testosterone and corticosterone on immunocompetence in the zebra finch. **Hormones and behavior**, v. 51, n. 1, p. 126–134, jan. 2007.

ROCHA, J. M. et al. Diversity of ticks and detection of Rickettsia amblyommatis infecting ticks on wild birds in anthropogenic landscapes in Bahia state, northeast Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 84, n. 1, p. 227–239, 1 maio 2021.

ROCHA, R. G. et al. Seasonal flooding regime and ecological traits influence genetic structure of two small rodents. **Ecology and evolution**, v. 4, n. 24, p. 4598–4608, 1 dez. 2014.

ROOS, F. L. **O Uso de Transectos Lineares para o monitoramento da Mastofauna Arborícola na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Amazona- Brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduação). 53f. Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2010.

SANDRIDGE, P. T. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates . James H. Thorp , Alan P. Covich . **Journal of the North American Benthological Society**, v. 10, n. 4, p. 466–467, dez. 1991.

SANTOS, C. A. DOS et al. Molecular detection of a Borrelia sp. in nymphs of Amblyomma brasiliense ticks (Acari: Ixodidae) from Iguaçu National Park, Brazil, genetically related to Borrelia from Ethiopia and Côte d'Ivoire. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 11, n. 6, 1 nov. 2020.

SANTOS-FILHO, M. et al. Use of habitats by non-volant small mammals in Cerrado in Central Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 893–902, nov. 2012.

SARACHO-BOTTERO, M. N. et al. Ticks infesting cattle and humans in the Yungas Biogeographic Province of Argentina, with notes on the presence of tick-borne bacteria. **Experimental and Applied Acarology**, v. 74, n. 1, p. 107–116, 1 jan. 2018.

- SARAIVA, D. G. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with small terrestrial mammals in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 58, n. 2, p. 159–166, out. 2012.
- SASTRE, N. et al. Detection of *Leishmania infantum* in captive wolves from Southwestern Europe. **Veterinary parasitology**, v. 158, n. 1–2, p. 117–20, 25 nov. 2008.
- SCHMID, J. et al. Ecological drivers of Hepacivirus infection in a neotropical rodent inhabiting landscapes with various degrees of human environmental change. **Oecologia**, v. 188, n. 1, p. 289–302, 1 set. 2018.
- SILVA, C. DE L.; VALIM, M. P.; GRACIOLLI, G. Ácaros ectoparasitos de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 107, p. e2017111, 2 maio 2017.
- SILVEIRA, I. et al. Rickettsial Infection in Animals, Humans and Ticks in Paulicéia, Brazil. **Zoonoses and public health**, v. 62, n. 7, p. 525–533, 1 nov. 2015.
- SKUPIEN, F. L. et al. Small mammals and microhabitat selection in forest fragments in the transition zone between Atlantic Forest and Pampa biome. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 62, p. e202262039–e202262039, 2 ago. 2022.
- SMITH, B.; WILSON, J. B. A Consumer's Guide to Evenness Indices. **Oikos**, v. 76, n. 1, p. 70, maio 1996.
- SOARES, H. S. Pesquisa de carrapatos, agentes transmitidos por carrapatos e tripanossomatídeos em animais silvestres dos Estados do Mato Grosso e Pará. **Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal**, v. Doctor of, p. 119, 2013.
- SOARES, H. S. et al. Ticks and rickettsial infection in the wildlife of two regions of the Brazilian Amazon. **Experimental & applied acarology**, v. 65, n. 1, p. 125–140, 1 jan. 2015a.
- SOARES, M. R. DE A.; FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. INSTITUTO OSWALDO CRUZ. RIO DE JANEIRO, R. BRASIL. **Sobreposição de nicho entre espécies de roedores em duas áreas abertas de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro**. 2021.
- SOLEN, L. C. et al. Impacts of Agricultural Practices and Individual Life Characteristics on Ecosystem Services: A Case Study on Family Farmers in the Context of an Amazonian Pioneer Front. **Environmental Management**, v. 61, n. 5, p. 772–785, 1 maio 2018.
- SONENSHINE, D. E.; MATHER, T. N. **Ecological dynamics of tick-borne zoonoses**. 1 ed. São Paulo. v.1. 1994.
- SONENSHINE, D. E.; ROE, R. M. **Biology of ticks**. 2ed. São Paulo. v. 1. 2013.
- SOUZA, C. T. et al. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agropecuária Oeste Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Influência do Clima, Fenômenos e Mudanças Climáticas no Manejo da Piscicultura**. 2022.

SOUZA, U. A. et al. *Rickettsia amblyommatis*-infected *Amblyomma coelebs* parasitizing a human traveler in Rio Grande do Sul, southern Brazil, after returning from the Amazon. **Travel medicine and infectious disease**, v. 48, 1 jul. 2022.

SPONCHIADO, J. et al. Association patterns of ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae, Argasidae) of small mammals in Cerrado fragments, western Brazil. **Experimental & applied acarology**, v. 65, n. 3, p. 389–401, 1 jan. 2015.

SUZIN, A. et al. Ticks on humans in an Atlantic rainforest preserved ecosystem in Brazil: Species, life stages, attachment sites, and temporal pattern of infestation. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 13, n. 1, 1 jan. 2022.

TAHATA, K.; MIYAMOTO, N.; TOMIZAWA, S. Decomposition of Independence Using the Logit Uniform Association Model and Equality of Concordance and Discordance for Two-Way Classifications. **Open Journal of Statistics**, v. 05, n. 06, p. 514–518, 2015.

TARRAGONA, E. L. et al. Two novel *Ehrlichia* (Rickettsiales: Anaplasmataceae) strains detected in ticks (Ixodida, Ixodidae) and opossums (Didelphimorphia: Didelphidae) in Argentina. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 13, n. 6, 1 nov. 2022.

THOMAS, R. J.; DUMLER, J. S.; CARLYON, J. A. Current management of human granulocytic anaplasmosis, human monocytic ehrlichiosis and *Ehrlichia ewingii* ehrlichiosis. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, v. 7, n. 6, p. 709–722, 10 ago. 2009.

TOJAL, S. D. et al. First report of *Amblyomma latepunctatum* and the second record of *Ixodes luciae* in the state of Acre, Brazil. **Revista brasileira de parasitologia veterinária**, v. 30, n. 3, 2021.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats - Evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, v. 22, n. 4, p. 517–530, 19 abr. 2007.

VARGAS-SANDOVAL, M. et al. Potential Species Distribution and Richness of Ixodidae Ticks Associated with Wild Vertebrates from Michoacán, Mexico. **Journal of Geographic Information System**, v. 6, p. 467–477, 2007.

VELOSO, H. P.; A. L. R. F. & J. C. A. LIMA. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. **Acta Bot. Bras.**, v. (supl.) 1, p. 243–256, 1991.

VIEIRA, J. P. F. DE A. M. **Comunidades de artrópodes ectoparasitos em pequenos mamíferos de um remanescente de cerrado em região urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. 2014. 41f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Morfofisiologia e Fisiopatologia Animal. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Mato Grosso do Sul, 2014.

VIEIRA, M. V. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1191–1200, 1 jun. 2014.

VOSS, R. S. An introduction to the neotropical muroid rodent genus *Zygodontomys*. **American Museum of Natural History**, v. 210, 1991.

WALTER, D. E.; KRANTZ, G. W. Chapter 7: Collecting, Rearing, and Preparing Specimens. **A manual of acarology**, p. 83–96, 2009.

WELLS, E. A. et al. Mammalian wildlife diseases as hazards to man and livestock in an area of the Llanos Orientales of Colombia. **Journal of wildlife diseases**, v. 17, n. 1, p. 153–162, 1981.

WILSON, R. A.; KOLLER, W.; GARCIA, M. V. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos **Editores Técnicos: Emprapa**. 2016.

WITTER, R. et al. Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) of wild animals in midwestern Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 7, n. 3, p. 415–423, 1 abr. 2016.

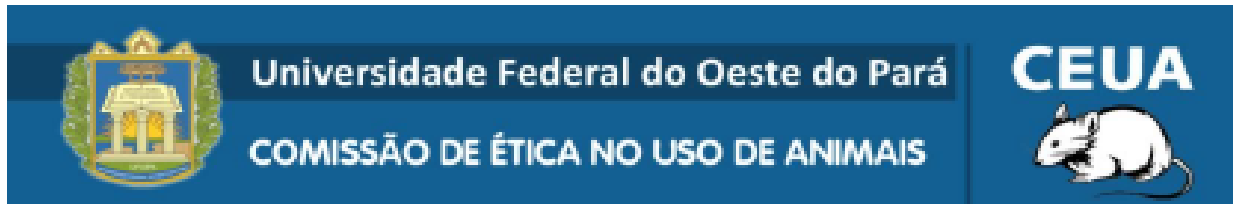
ZDUNIAK, M. et al. Host body mass, not sex, affects ectoparasite loads in yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis*. **Parasitology Research**, v. 122, n. 11, p. 2599–2607, 1 nov. 2023.

ZHANG, L. et al. Spn1 regulates the recruitment of Spt6 and the Swi/Snf complex during transcriptional activation by RNA polymerase II. **Molecular and cellular biology**, v. 28, n. 4, p. 1393–403, 15 fev. 2008.

ZHONG, X.; NOURI, M.; RÅBERG, L. Colonization and pathology of *Borrelia afzelii* in its natural hosts. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 10, n. 4, p. 822–827, jun. 2019.

ZIMMERMANN, N. P. et al. Wildlife species, Ixodid fauna and new host records for ticks in an Amazon forest area, Rondônia, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 27, n. 2, p. 177–182, 24 maio 2018.

ANEXO

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo Nº 0120180002, intitulado **PESQUISA DE CARRAPATOS E DETECÇÃO MOLECULAR DE AGENTES TRANSMITIDOS POR CARRAPATOS EM ANIMAIS SILVESTRES NA COMUNIDADE DE RIO PARDO, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE FIGUEIREDO ESTADO DO AMAZONAS.**, sob a responsabilidade de **Antonio Humberto Hamad Minervino**, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA.

CERTIFICATE

We certify that the protocol Nº 0120180002, entitled "**PESQUISA DE CARRAPATOS E DETECÇÃO MOLECULAR DE AGENTES TRANSMITIDOS POR CARRAPATOS EM ANIMAIS SILVESTRES NA COMUNIDADE DE RIO PARDO, MUNICÍPIO DE PRESIDENTE FIGUEIREDO ESTADO DO AMAZONAS.**", is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA). This project was approved by the institutional Commission for Ethics in the Use of Animals of Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém-PA, 12/03/2018

Prof. Dr. Adenomar Neves de Carvalho
Presidente

APÊNDICE

Experimental and Applied Acarology
<https://doi.org/10.1007/s10493-024-00950-3>

RESEARCH



Ticks infesting terrestrial small mammals in a rural settlement in the Amazonas state, Brazil

Juliana Machado Portela¹ · Alessandra Ferreira Dales Nava² · Helder Ribeiro Batista¹ · Thiago F. Martins³ · Sebastian Muñoz-Leal² · Maria Nazareth Ferreira da Silva⁴ · Salatiel Ribeiro Dias¹ · Marcelo B. Labruna³ · Antonio Humberto Hamad Minervino¹

Received: 14 March 2024 / Accepted: 16 July 2024
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2024

Abstract

There is limited knowledge about tick diversity in the Amazon region. Here, we survey small terrestrial mammals for tick infestation at the Rio Pardo settlement, Amazonas State, Brazil. Sampling included rainy and dry seasons and four ecotones (primary forest, forest in regeneration, field crops and households). Each animal was inspected for ticks, which, if present, were placed in 70% alcohol and identified. Parasitological indexes were calculated and the presence/absence of ticks on hosts was tested for possible associations with independent variables (ecotone, host sex, host order, host family, host age and season). A total of 208 small mammals were captured, 47 individuals (10 species) in the primary forest, 124 (15 species) in the forest in regeneration, 11 (7 species) in the field crops, and 26 (4 species) in the households. A total of 14 small mammals were infested by ticks (overall prevalence: 6.7%; 95% CI: 3.72 – 11.04%), which consisted of 51 specimens that were identified into four species, as follows: *Amblyomma humerale* (32 nymphs); *Ixodes luciae* (6 females); *Amblyomma coelebs* (1 nymph); and *Ornithodoros mimon* (1 larva). In addition, 11 larvae were retained as *Amblyomma* spp. Only host order showed association ($P=0.002$) with tick infestation, with marsupials 5.5 times more infested than rodents. Our record of *O. mimon* on *D. marsupialis* is the first on this host species, and the first record of a Argasidae tick in the Brazilian state of Amazonas. To the best of our knowledge, this is the first study that actively screened free-living terrestrial small mammals and provided data on prevalence, mean intensity and mean abundance of tick infestations in the Brazilian Amazonas state.

Keywords Didelphimorphia · Rodentia · *Ornithodoros mimon* · Ecotone · *Amblyomma*

Introduction

The Amazon is the largest and most diverse tropical forest in the world, covering more than 6 million km² among nine South American countries (Baseia et al. 2016). In the Brazilian Amazon, capitalist agricultural culture is practiced on a large scale, causing changes to the

Extended author information available on the last page of the article

Published online: 01 August 2024

Springer

natural environment, including biodiversity and the ecosystem (Solen et al. 2018). As a result, wildlife populations are increasingly coming into contact with humans who live in the surrounding forest, leading to constant interactions with wild animals as rodents and marsupials. These small non-flying mammals are organisms that allow precise observations to be made about differences in richness, abundance, composition and habitat use (Roos 2010).

Terrestrial small mammals are implicated as important hosts for ticks in many parts of the world, where these vertebrates are also reservoirs of tick-borne viruses, bacteria and protozoa (Oliver 1989; Sonenshine and Roe 2014). In South America, many studies have evaluated the role of small mammals as hosts for different tick species; however, these studies have been practically restricted to biomes outside the Amazon region (Sponchiado et al. 2015; Oliveira et al. 2020; Serpa et al. 2021; Krawczak et al. 2022). This scenario highlights the need for further studies to better understand tick-host relationships within small mammal communities in the Amazon biome, where mammals of the order Rodentia and Didelphimorphia have great endemism (Sastre et al. 2008).

The state of Amazonas is the largest of Brazil. It is entirely located in the Amazon biome and occupies ~ 19% of the Brazilian land (Gianizella et al. 2018). The tick fauna of the state of Amazonas is currently composed by 25 species of the Ixodidae family (Gianizella et al. 2018; Costa et al. 2022; Dantas-Torres et al. 2022), representing ~ 30% of the whole tick fauna of Brazil. Noteworthy, no tick species of the Argasidae family has been reported in the state of Amazonas, where studies evaluating ticks infesting small mammals is limited to a few occasional records across some municipalities (Gianizella et al. 2018). Hence, the present study aimed to assess tick infestations in small mammals in an area of the state of Amazonas where a rural settlement has provided different ecotones with variable degrees of anthropogenic alteration.

Materials and methods

Study area

This study was done in the region of the rural settlement of Rio Pardo (01°47'52"S, 60°15'82"W), a rural community created by the Brazilian government in 1996, within the municipality of Presidente Figueiredo, state of Amazonas. The region is composed by many preserved areas of primary Amazon Forest, interposed by degraded areas (forest in regeneration), small crop fields and rural households inhabited by around 600 persons (small, family employed farmers).

Sample collection and identification

Terrestrial small mammals were captured in the four main ecotones of the study area: (i) primary forest (continuous forest with minimal anthropic effects); (ii) forest in regeneration (regenerating fragments due to anthropic effect); (iii) field crops (crop plantations near forests); and (iv) households (small forest fragments surrounding human households) (Fig. 1).



Fig. 1 Map showing rural settlement of Rio Pardo (01°47'52"S, 60°15'82"W), a rural community within the municipality of Presidente Figueiredo, state of Amazonas, Brazil. The map highlights the four main ecotones of the study area. (i - green circles) primary forest (continuous forest with minimal anthropic effects), (ii - blue circles) forest in regeneration (regenerating fragments due to anthropic effects), (iii - yellow squares) field crops (crop plantations near forests), and (iv - red squares) households (small forest fragments surrounding human households)

A general description of these four ecotones have been reported elsewhere (Achilles et al. 2021) and images of the ecotones are available in the Supplementary Figures S1 to S4. Capture of small mammals were performed in each of the four ecotones between August 2016 and September 2017 encompassing the dry (June to October) and rainy (November to May) seasons for all ecotones. Live Traps (Sherman and Tomahawk traps) and Pitfall traps were set alongside 16 trails (four in each ecotone), resulting in equivalent capture efforts among the four ecotones, as previously described (Achilles et al. 2021). Details on the field capture procedures and taxonomic identification of the small mammals have been reported in Achilles et al. (2021). Under anesthesia, every captured mammal had its entire body examined for ticks, which when present, were collected and transferred to microtubes containing 70% ethanol. In the laboratory, the ticks were identified to species level following Dantas-Torres et al. (2019). Before identification, one argasid larva was clarified in a solution of KOH 25%, rinsed in distilled water, and mounted into a slide using Hoyer's medium. Representative specimens of each tick species were photographed in a SteREO Discovery V12 stereomicroscope (Carl Zeiss, Munich, Germany) using the ZEN 2 Pro software.

Statistical analyses

The prevalence, mean abundance and mean intensity of ticks and their respective confidence intervals (95% CI) were calculated according to Bush et al. (1997) and using the Quantitative Parasitology 3.0 software (Reiczigel and Ro'zsa 2005). In this study, prevalence refers to the number of tick-infested animals / number of examined animals x 100; mean intensity

is the total number of collected ticks / number of infested animals; and mean abundance is the total number of collected ticks / total number of examined animals.

The presence/absence of ticks on small mammals (dependent variable) was tested by the chi-square test for possible associations with the following independent variables: ecotone (primary forest, forest in regeneration, field crops, households); host sex; host order (Didelphimorphia or Rodentia); host family (Cricetidae, Didelphidae, Echimyidae, Muridae); host age (young or adult); year season (dry or rainy). Statistical analyses were carried out using a statistical program (Minitab 17, Minitab Inc, State College, USA). Differences whose P value was ≤ 0.05 were considered significant.

Results

A total of 208 small mammals were captured, being 47 individuals (10 species) in the primary forest, 124 (15 species) in the forest in regeneration, 11 (7 species) in the field crops, and 26 (4 species) in the households (Tables 1 and 2). A total of 14 small mammals were infested by ticks (overall prevalence: 6.7%; 95% CI: 3.72– 11.04%), which consisted of 51 specimens that were identified into four species, as follows: *Amblyomma humerale* (32 nymphs); *Ixodes luciae* (6 females); *Amblyomma coelebs* (1 nymph); and *Ornithodoros mimon* (1 larva) (Fig. 2). In addition, 11 larvae were retained as *Amblyomma* spp. due to absence of literature for identification to species level through morphological analysis.

A total of five different host species were found infested with ticks (Fig. 3). The marsupial *Didelphis marsupialis* was the species with the highest number of tick-infested individuals (8), from which three tick species were collected (*A. humerale*, *I. luciae*, *O. mimon*), in addition to *Amblyomma* spp. larvae. This marsupial species was found infested by ticks in all four ecotones, being the only infested host species in the field crops and households. Other two marsupial species, *Marmosa demerarae* and *Philander opossum*, had a single tick-infested individual, in the primary forest and forest in regeneration ecotones, respectively. Whereas the former was infested by *A. humerale*, the later was co-infested by *A. humerale* and *A. coelebs*. Finally, only three individual rodents were tick infested, being two *Proechimys* sp. and one *Hyalomys megacephalus* by *Amblyomma* spp. larvae (Table 1).

The overall prevalence, mean intensity, and mean abundance of tick infestation by host species is presented in Table 3. The only independent variable showing significant association ($P < 0.05$) with tick infestation was the host order, with marsupials significantly more infested than rodents (Table 4).

Discussion

To the best of our knowledge, this is the first study that actively screened free-living terrestrial small mammals for tick infestations in the Amazonas state, providing data on prevalence, mean intensity, and mean abundance of tick infestations. The tick prevalence of 6.7% on small mammals was much lower than prevalence values reported for small mammals (Didelphimorphia and Rodentia) in other Brazilian biomes, such as 25.6% in Cerrado biome (Sponchiado et al. 2015), 14–24.2% in the Atlantic Forest (Ogrzewalska et al. 2012; Krawczak et al. 2022), 43–55% in the Cerrado/Atlantic forest (Serpa et al. 2021), and 28% in the

Experimental and Applied Acarology

Table 1 Ticks (L: larvae, N: nymphs; F: females) of the genera *Amblyomma*, *Ixodes* and *Oreithodorus*, collected from small mammals (orders Didelphimorphia and Rodentia) in the ecotones primary forest and forest in regeneration in the region of the rural settlement of Rio Pardo, Presidente Figueiredo municipality, state of Amazonas, Brazil

Host species	No. infested/ No. captured (prevalence)	No. ticks				
		<i>A. coelebs</i>	<i>A. humerale</i>	<i>I. lactus</i>	<i>O. minor</i>	<i>Amblyomma</i> sp.
Primary forest						
DIDELPHIMORPHIA						
<i>Didelphis marsupialis</i>	2/5 (40)		3 N			1 L
<i>Marmosa demerarae</i>	1/4 (25)		1 N			
<i>Marmosops parvidens</i>	0/1 (0)					
<i>Marmosops pinheiroi</i>	0/1 (0)					
<i>Marmosops</i> sp.	0/5 (0)					
<i>Metachirus mullisonatus</i>	0/2 (0)					
<i>Moroddelphis brevicaudata</i>	0/3 (0)					
RODENTIA						
<i>Hyalomys megacephalus</i>	0/1 (0)					
<i>Hyalomys</i> sp.	0/5 (0)					
<i>Neacomys paracatu</i>	0/7 (0)					
<i>Oecomys bicolor</i>	0/1 (0)					
<i>Oecomys</i> sp.	0/7 (0)					
<i>Proechimys</i> sp.	2/5 (40)					5 L
Total	5/47 (11)		4 N			6 L
Forest in regeneration						
DIDELPHIMORPHIA						
<i>Caluromys philander</i>	0/1 (0)					
<i>Didelphis marsupialis</i>	3/3 (100)		3 N	1 F	1 L	1 L
<i>Marmosa demerarae</i>	0/6 (0)					
<i>Marmosops parvidens</i>	0/2 (0)					
<i>Marmosops pinheiroi</i>	0/3 (0)					
<i>Marmosops</i> sp.	0/11 (0)					
<i>Metachirus mullisonatus</i>	0/2 (0)					
<i>Moroddelphis brevicaudata</i>	0/3 (0)					
<i>Moroddelphis curui</i>	0/1 (0)					
<i>Philander opossum</i>	1/6 (17)	1 N	1 N			
RODENTIA						
<i>Hyalomys</i> sp.	0/4 (0)					
<i>Hyalomys megacephalus</i>	1/6 (17)					2 L
<i>Isathrix pagurus</i>	0/1 (0)					
<i>Neacomys paracatu</i>	0/64 (0)					
<i>Nectomys rathus</i>	0/1 (0)					
<i>Oecomys paricola</i>	0/1 (0)					
<i>Oecomys</i> sp.	0/4 (0)					
<i>Proechimys</i> sp.	1/5 (20)					1 L
Total	6/124 (5)	1 N	4 N	1 F	1 L	4 L

Table 2 Ticks (L: larvae, N: nymphs, F: females) of the genera *Amblyomma* and *Ixodes* collected from small mammals (orders Didelphimorphia and Rodentia) in the ecotone field crops and households in the region of the rural settlement of Rio Pardo, Presidente Figueiredo municipality, state of Amazonas, Brazil

Host species	No. infested/ No. captured (prevalence)	No. ticks		
		<i>A. humerale</i>	<i>I. lactiae</i>	<i>Amblyomma</i> spp.
Field crops				
DEIDELPHIMORPHIA				
<i>Didelphis marsupialis</i>	2/3 (67)	3 N	1 F	
<i>Marmosa demerarae</i>	0/1 (0)			
<i>Monodelphis brevicaudata</i>	0/1 (0)			
<i>Philander opossum</i>	0/1 (0)			
RODENTIA				
<i>Hyalomys megacephalus</i>	0/2 (0)			
<i>Proechimys</i> sp.	0/2 (0)			
<i>Rattus rattus</i>	0/1 (0)			
Total	2/11 (18)	3 N	1 F	
Households				
DEIDELPHIMORPHIA				
<i>Didelphis marsupialis</i>	1/5 (20)	21 N	4 F	1 L
<i>Marmosa demerarae</i>	0/1 (0)			
RODENTIA				
<i>Hyalomys megacephalus</i>	0/1 (0)			
<i>Hyalomys</i> sp.	0/1 (0)			
<i>Rattus rattus</i>	0/18 (0)			
Total	1/26 (4)	21 N	4 F	1 L

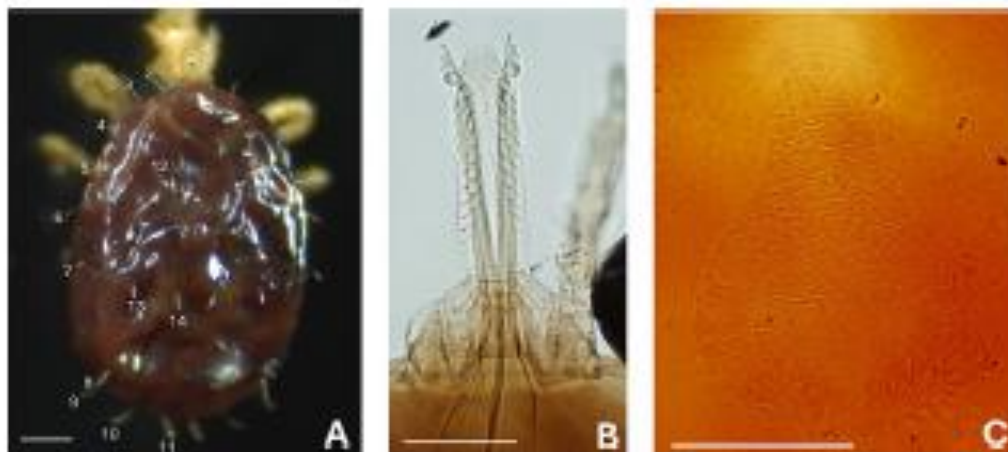


Fig. 2 *Ornithodoros mison* engorged larva collected from an opossum *Didelphis marsupialis* captured in a rural settlement of the Brazilian Amazon: dorsal view of the idiosoma (A), capitulum (B), and dorsal plate (C). Photographs B and C were taken after the specimen was slide mounted. In the dorsal idiosoma (A), the 14 dorsal setae of the left side are indicated by numbers, located at the tip of each seta, as follows: 1 to 7 are antero-lateral setae; 8 to 11 are postero-lateral setae, and 12 to 14 are central setae

Experimental and Applied Acarology

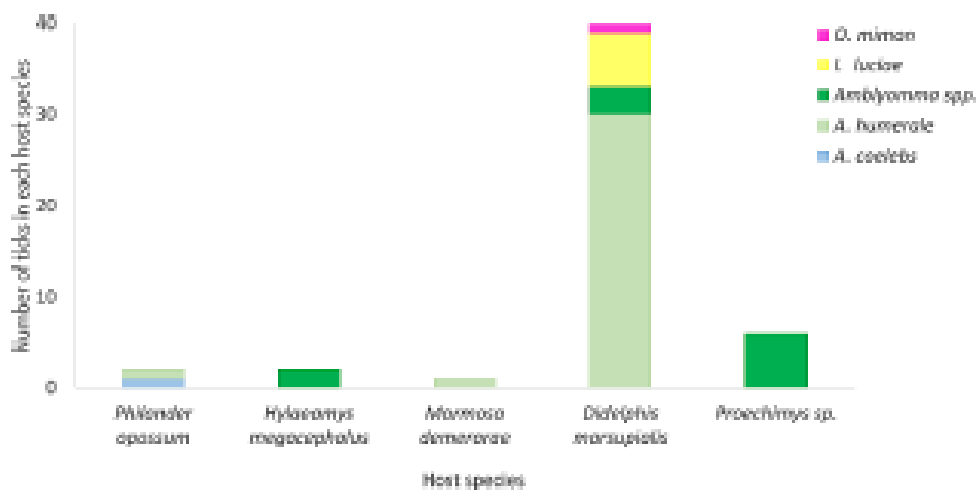


Fig. 3 Number of ticks sampled in each host species considering all sampled animals in all ecotones within the municipality of Presidente Figueiredo, state of Amazonas, Brazil

Table 3 Prevalence, mean intensity, and mean abundance of tick infestation for each tick species on small mammals in the in the region of the rural settlement of Rio Pardo, Presidente Figueiredo municipality, state of Amazonas, Brazil

Ticks (No. specimens)	Prevalence ^a (95%IC)	Mean intensity ^b (95%IC)	Mean abundance ^c (95%IC)
<i>Amblyomma humerale</i> (32)	3.8 (1.99–8.06)	4.0 (1.2–10.1)	0.15 (0.04–0.53)
<i>Ixodes luciae</i> (6)	1.4 (0.29–4.16)	2.0 (1.0–3.0)	0.03 (0.0–0.1)
<i>Amblyomma coelebs</i> (1)	0.5 (0.01–2.65)	1.0	0.005
<i>Ornithodoros mimon</i> (1)	0.5 (0.01–2.65)	1.0	0.005
<i>Amblyomma</i> spp. larva (11)	3.4 (1.36–6.82)	1.57 (1.0–2.57)	0.05 (0.02–0.12)
Total (51)	6.7 (3.72–11.04)	3.64 (1.8–10.5)	0.25 (0.1–0.74)

^a Prevalence (%): number of tick-infested animals / number of examined animals x 100

^b Mean intensity: the total number of collected ticks / number of infested animals

^c Mean abundance: total number of collected ticks / total number of examined animals

Pantanal (Serpa et al. 2021). Interesting, the only study that evaluated ticks infesting wild birds (mostly passerines) in the state of Amazonas reported a 3.3% tick prevalence (Martins et al. 2014), also much lower than the prevalence values for wild birds (mostly passerines) in other Brazilian biomes, where infestation rates varied from 10.2 to 18.8% (Luz et al. 2012, 2017; Ramirez et al. 2020; Rocha et al. 2021). In the Atlantic Forest biome, higher prevalence of ticks on birds was significantly correlated with more degraded forest patches (Ogrzewalska et al. 2011). In a similar view, the low tick prevalence on small mammals in the present study could be related to the more preserved status of the Amazon biome, espe-

Table 4 Risk factors related to the presence of ticks in free-ranging small terrestrial mammals in the in the region of the rural settlement of Rio Pardo, Presidente Figueiredo municipality, state of Amazonas, Brazil

Independent variables	Hosts: tick-infested/ examined (%)	P-value	OR (95% CI)
Ecotone		n.a.	
Primary forest	5/47 (10.6)		
Forest in regeneration	6/124 (4.8)		
Field crops	2/11 (18.2)		
Households	1/26 (3.8)		
Host Order		0.002	5.5 (1.65–18.3)
Didelphimorphia	10/71 (14.1)		
Rodentia	4/134 (2.9)		
Host Family		n.a.	
Cricetidae	1/105 (1.0)		
Didelphidae	10/71 (14.1)		
Echimyidae	3/13 (23.1)		
Muridae	0/19 (0)		
Host sex		0.829	
Male	9/125 (7.2)		
Female	5/78 (6.4)		
Not identified	0/5 (0.0)		
Host age		0.227	
Young	5/46 (10.9)		
Adult	9/157 (5.7)		
Not identified	0/5 (0)		
Year season		0.953	
Rainy	10/150 (6.7)		
Dry	4/58 (6.9)		

n.a.: P-value not available (invalid chi-square approximation probability)

OR: odds ratio; CI: confidence interval

cially in the state of Amazonas, where nearly 90% of the Amazon Forest remains preserved (Gianizella et al. 2018). However, we are aware that other factors such as season, capture effort, host population density, host species composition, and host grooming behavior can interfere with the prevalence of an ectoparasite on a host, rather than just degraded or fragmented environments. Finally, although the present study compared tick prevalence among four ecotones, the small sample size of captured mammals possibly prevented statistical differences.

Our statistical analysis indicated that marsupials were significantly more infested by ticks than rodents. In addition, while the four identified tick species (*A. humeralis*, *A. coelebs*, *I. luciae*, *O. mimas*) were collected from marsupials, only *Amblyomma* spp. unidentified larvae were collected from rodents. In two other studies in the Amazon biome (Díaz et al. 2007; Colle et al. 2020), although the authors did not report tick prevalence data, they collected much more ticks and greater tick species richness from marsupials than from rodents, similarly to the present study. One of the main reasons for such difference could be host size, since the marsupial *D. marsupialis* [the most infested host species in the present study and in the studies of Díaz et al. (2007) and (Colle et al. 2020)] has a much greater body size than all rodent species sampled in these three studies.

Similarly to previous studies about ticks infesting small mammals in other Brazilian biomes (Ogrzewalska et al. 2012; Sponchiado et al. 2015; Krawczak et al. 2022), most of the ticks collected in the present study were immature stages of the genus *Amblyomma*. Immature stages of *A. humerale*, the most abundant tick in this study, have been reported infesting small mammals from several other states of the Amazon biome, including the marsupials *D. marsupialis* and *P. opossum* (Labruna et al. 2002; Gianizella et al. 2018; Colle et al. 2020; Pacheco et al. 2021). Our single record of *A. coelebs* nymph on *P. opossum* is the first record on this marsupial species, although there are previous records of *A. coelebs* on *D. marsupialis* (Gianizella et al. 2018; Colle et al. 2020). Although immature stages of *A. humerale* and *A. coelebs* have been reported on a variety of orders of mammals and birds, the adult stage of these two tick species exhibits a greater level of host specificity; *A. humerale* adults are predominantly found on land tortoises (*Chelonoidis* spp.), while *A. coelebs* adults are primarily associated with tapirs (*Tapirus* spp.) (Guglielmone et al. 2021). These two host genera are widely distributed in the Amazon biome (Emmons and Feer 1997; Vanzolini et al. 1999).

Our findings of adults of *I. luciae* infesting *D. marsupialis* is supported by previous reports of this marsupial species as the most common host for this tick species and stage in other states of the Amazon biome (Labruna et al. 2005; Gianizella et al. 2018; Colle et al. 2020; Bezerra-Santos et al. 2021; Pacheco et al. 2021; Tojal et al. 2021). On the other hand, our record of *O. mimon* on *D. marsupialis* is the first on this host species, and the first record of a tick of the Argasidae family in the Brazilian state of Amazonas. The argasid *O. mimon* has been reported several Brazilian biomes, where it has been associated mostly with tree-roosting bats and the opossum *Didelphis albiventris* (Labruna et al. 2014; Sponchiado et al. 2015; Muñoz-Leal et al. 2016; Serpa et al. 2021).

Since all previous reports of ticks infesting small mammals in the Brazilian Amazon have referred to occasional and opportunistic findings, this study was the first to carry out a parasitism survey in a field population. Our findings show that in general, marsupials were more important hosts than rodents for ticks. Despite recent findings of potential pathogens infecting small mammals or their ticks in the Brazilian Amazon (Soares et al. 2015, 2017; Colle et al. 2019), future work is needed to assess the role of these ticks in the transmission of pathogens in this biome, which remains one of the least studied biomes in Brazil.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s10493-024-00950-3>.

Acknowledgements This research was supported by Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa)– Grant n° 065/2023), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP grant 2022/10161-0), and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq Productivity Grant to MBL - Process # 301641/2019-6).

Author contributions J.M.P., H.R.B. and S.R.D. participate in field sampling, data analysis and writing the manuscript. A.F.D.N. coordinates the animal sampling. M.N.F.S. identified all the small terrestrial animals. T.F.M. and S.M.L. identified and produced images from all sampled ticks. M.B.L. and A.H.H.M. acquired funding, coordinate the project and write and revised the manuscript.

Data availability No datasets were generated or analysed during the current study.

Declarations

Competing interests: The authors declare no competing interests.

References

- Achilles GR, Kautzmann RP, Chagas HDF, Pereira-Silva JW, Almeida JF, Fonseca FR, da Silva MNF, Pessoa FAC, Nava AFD, Ríos-Velásquez CM (2021) Presence of trypanosomatids, with emphasis on *Leishmania*, in Rodentia and Didelphimorphia mammals of a rural settlement in the central Amazon region. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 116:e200427
- Basela IG, Silva BD, Ishikawa NK, Soares JV, França IF, Ushijima S, Maekawa N, Martin MP (2016) Discovery or extinction of new *Scleroderma* species in Amazonia? *PLoS ONE* 11:e0167879
- Bezerra-Santos MA, Ramos RAN, Campos AK, Dantas-Torres F, Otranto D (2021) *Didelphis* spp. opossums and their parasites in the Americas: a One Health perspective. *Parasitol Res* 120:4091–4111
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83:575–583
- Colle AC, Mendonça RFB, Maia MO, Freitas LDC, Witter R, Marçili A, Aguiar DM, Muñoz-Leal S, Labruna MB, Rossi RV, Pacheco RC (2019) Molecular survey of tick-borne pathogens in small mammals from Brazilian Amazonia. *Rev Bras Parasitol Vet* 28:592–604
- Colle AC, Mendonça RFB, Maia MO, Freitas LDC, Martins TF, Muñoz-Leal S, Aguiar DM, Labruna MB, Rossi RV, Pacheco RC (2020) Rickettsial survey and ticks infesting small mammals from the Amazon forest in midwestern Brazil. *Syst Appl Acarol* 25:78–91
- Costa IN, Oliveira MA, de Paulo PFM, Carioca ALPM, Garcia MV, Aguirre AAR, de Medeiros JF (2022) *Amblyomma* ticks in animal carcasses hunted in Mapiquari National Park, Western Amazon, Brazil: New records on species and host-parasite relationships. *Ticks Tick Borne Dis* 13:101973
- Dantas-Torres F, Fernandes Martins T, Muñoz-Leal S, Onofrio VC, Barros-Battesti DM (2019) Ticks (Ixodida: argasidae, Ixodidae) of Brazil: updated species checklist and taxonomic keys. *Ticks Tick Borne Dis* 10:101252
- Dantas-Torres F, Picelli AM, Sales KGDS, Sousa-Paula LC, Mejia P, Kaefer IL, Viana LA, Pessoa FAC (2022) Ticks on reptiles and amphibians in Central Amazonia, with notes on rickettsial infections. *Exp Appl Acarol* 86:129–144
- Díaz MM, Nava S, Venzal JM, Sánchez N, Guglielmone AA (2007) Tick collections from the Peruvian Amazon, with new host records for species of *Ixodes* Latreille, 1795 (Acari: Ixodidae) and *Ornithodoros* Koch, 1844 (Acari: Argasidae). *Syst Appl Acarol* 12:127–133
- Emmons H, Feer F (1997) Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide, second edition. University of Chicago Press, Chicago, USA
- Gianicella SL, Martins TF, Onofrio VC, Aguiar NO, Gravina W, do Nascimento CAR, Neto LC, Faria DL, Lima NAS, Solorio MR, Maranhão L, Lima U, Cobra IVD, Santos T, Lopes GP, Ramalho EE, Luz HR, Labruna MB (2018) Ticks (Acari: Ixodidae) of the state of Amazonas, Brazil. *Exp Appl Acarol* 74:177–183
- Guglielmone AA, Nava S, Robbins R (2021) Neotropical hard ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae): a critical analysis of their taxonomy, distribution, and host relationships. Springer International Publishing, Berlin/Heidelberg, Germany. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-72353-8>
- Krawczak FDS, Binder LC, Sobotyck C, Costa FB, Gregori F, Martins TF, Pádua GT, Sponchiado J, Melo GL, Polo G, Labruna MB (2022) Rickettsial infection in ticks from a natural area of Atlantic Forest biome in southern Brazil. *Exp Appl Acarol* 88:371–386
- Labruna MB, Camargo LMA, Terrasini FA, Schumaker TTS, Camargo EP (2002) Notes on parasitism by *Amblyomma humerale* (Acari: Ixodidae) in the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *J Med Entomol* 39:814–817
- Labruna MB, Camargo LM, Terrasini FA, Ferreira F, Schumaker TS, Camargo EP (2005) Ticks (Acari: Ixodidae) from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Syst Appl Acarol* 10:17–32
- Labruna MB, Marçili A, Ogrzewalska M, Barros-Battesti BM, Dantas-Torres F, Fernandes AA, Leite RC, Venzal JM (2014) New records and human parasitism by *Ornithodoros mimon* (Acari: Argasidae) in Brazil. *J Med Entomol* 51:283–287
- Luz HR, Faccini JL, Landulfo GA, Berto BP, Ferreira I (2012) Bird ticks in an area of the Cerrado of Minas Gerais State, Southeast Brazil. *Exp Appl Acarol* 58:89–99

Experimental and Applied Acarology

- Luz HR, Faccini JLH, McIntosh D (2017) Molecular analyses reveal an abundant diversity of ticks and rickettsial agents associated with wild birds in two regions of primary Brazilian Atlantic Rainforest. *Ticks Tick Borne Dis* 8:657–665
- Martins TF, Fecchio A, Labruna MB (2014) Ticks of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) on wild birds in the Brazilian Amazon. *Syst Appl Acarol* 19:385–392
- Muñoz-Leal S, Eriksson A, Santos CF, Fischer E, de Almeida JC, Luz HR, Labruna MB (2016) Ticks infesting bats (Mammalia: Chiroptera) in the Brazilian pantanal. *Exp Appl Acarol* 69:73–85
- Ogrzewalska M, Uezu A, Jenkins CN, Labruna MB (2011) Effect of forest fragmentation on tick infestations of birds and tick infection rates by rickettsia in the Atlantic forest of Brazil. *EcoHealth* 8:320–331
- Ogrzewalska M, Saraiva DG, Moraes-Filho J, Martins TF, Costa FB, Pinter A, Labruna MB (2012) Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. *Parasitol* 139:1283–1300
- Oliveira GMB, da Silva IWG, da Cruz Ferreira Evaristo AM, de Azevedo Serpa MC, Silva Campos AN, Dutra V, Nakazato L, de Aguiar DM, Labruna MB, Horta MC (2020) Tick-borne pathogens in dogs, wild small mammals and their ectoparasites in the semi-arid Caatinga biome, northeastern Brazil. *Ticks Tick Borne Dis* 11:101409
- Oliver JH Jr (1989) Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annu Rev Ecol Syst* 20:397–430
- Pacheco RC, Martins TF, Semedo TBF, Moraes DH, Soares HS, Melo ALT, Minervino AHH, Bernardi LFO, Acosta ICL, Costa FB, Sousa ES, Gennari SM, Labruna MB (2021) Richness of hard ticks (Acari: Ixodidae) from eastern Brazilian Amazonia, state of Pará, Brazil. *Int J Acarol* 47:159–169
- Ramirez DG, Luz HR, Muñoz-Leal S, Flausino W, Acosta ICL, Martins TF, Peckle M, Santos HF, Furusawa GP, Labruna MB, Faccini JLH (2020) Immature ticks on wild birds and the molecular detection of a novel *Rickettsia* strain in the Ibitipoca State Park, southeastern Brazil. *Exp Appl Acarol* 81:457–467
- Reiczigel J, Rózsa L (2005) *Quantitative Parasitology 3.0*. Budapest. <http://www.zoologia.hu/tp/gp.html>
- Rocha JM, de Oliveira FB, Martins TF, Faccini JLH, Sevá P, Luz A, Albuquerque HR, GR (2021) Diversity of ticks and detection of *Rickettsia Amblyommatis* infecting ticks on wild birds in anthropogenic landscapes in Bahia state, northeast Brazil. *Exp Appl Acarol* 84:227–239
- Roos FL (2010) O Uso De Transectos Lineares para o monitoramento da Mastofauna Arborícola na Reserva De Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Amazona- Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. <http://hdl.handle.net/10183/38838>
- Sastre N, Francino O, Ramirez O, Enselat C, Sánchez A, Altet L (2008) Detection of *Leishmania infantum* in captive wolves from Southwestern Europe. *Vet Parasitol* 158:117–120
- Serpa MCA, Luz HR, Costa FB, Weck BC, Benatti HR, Martins TF, Correa LS, Ramirez DG, Rocha V, Dias TC, Correa LR, Brasil J, Brites-Neto J, Nievas AM, Suzin A, Monticelli FF, Moro MEG, Lopes B, Pacheco RC, Aguiar DM, Piovezan U, Szabó MPI, Ferraz KMPMB, Percequillo AR, Labruna MB, Ramos VN (2021) Small mammals, ticks and rickettsiae in natural and human-modified landscapes: diversity and occurrence of Brazilian spotted fever in Brazil. *Ticks Tick Borne Dis* 12:101803
- Soares HS, Barbieri AR, Martins TF, Minervino AH, de Lima JT, Marçili A, Gennari SM, Labruna MB (2015) Ticks and rickettsial infection in the wildlife of two regions of the Brazilian Amazon. *Exp Appl Acarol* 65:125–140
- Soares HS, Marçili A, Barbieri ARM, Minervino AHH, Moreira TR, Gennari SM, Labruna MB (2017) Novel piroplasmid and Hepatozoon organisms infecting the wildlife of two regions of the Brazilian Amazon. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 6:115–121
- Solom LC, Nicolas J, de Sastre Xavier A, Thibaud D, Simon D, Michel G, Johan Ö (2018) Impacts of agricultural practices and individual life characteristics on ecosystem services: a case study on family farmers in the context of an amazonian pioneer front. *Environ Manage* 61:772–785
- Sonenshine DE, Roe RM (2014) *Biology of ticks*, vol 1, 2nd edn. Oxford University Press, New York
- Sponchiado J, Melo GL, Martins TF, Krawczak FS, Labruna MB, Cáceres NC (2015) Association patterns of ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae, Argasidae) of small mammals in Cerrado fragments, western Brazil. *Exp Appl Acarol* 65:389–401
- Tojal SD, Meneguetti DUO, Martins TF, Labruna MB, Aguiar AAR, Siebra EAM, Cruz KSD, Camargo LMA (2021) First report of *Amblyomma latipes* and the second record of *Ixodes luciae* in the state of Acre, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 30:e007221
- Vanzolini PE (1999) A note on the reproduction of *Geochelone carbonaria* and *G. denticulata* (Testudines, Testudinidae). *Rev Bras Biol* 39:593–608

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

Authors and Affiliations

Julliana Machado Portela¹ · Alessandra Ferreira Dales Nava² · Helder Ribeiro Batista¹ · Thiago F. Martins³ · Sebastian Muñoz-Leal³ · Maria Nazareth Ferreira da Silva⁴ · Salatiel Ribeiro Dias¹ · Marcelo B. Labruna³ · Antonio Humberto Hamad Minervino¹

✉ Antonio Humberto Hamad Minervino
ah.minervino@gmail.com

¹ Laboratory of Animal Health, Universidade Federal do Oeste do Pará, Belem, PA, Brazil

² Instituto Leonidas e Maria Deane - Laboratório de Ecologia de Doenças Infecciosas Transmissíveis na Amazônia - Núcleo PReV, Belem, Brazil

³ Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, FMVZ, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

⁴ Coleção de Mamíferos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM, Brazil