



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA (PPGE)**

**INFLUÊNCIA DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE ECTOPARASITOS DA AVIFAUNA EM  
FRAGMENTOS DE BREJOS DE ALTITUDE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**VANESSA CAMPELO SOUZA**

**RECIFE, 2020**

**VANESSA CAMPELO SOUZA**

**INFLUÊNCIA DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE ECTOPARASITOS DA AVIFAUNA EM  
FRAGMENTOS DE BREJOS DE ALTITUDE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGE/UFRPE) como requisito obrigatório para o título de Mestre em Ecologia.

Linha de Pesquisa: Ecologia de Aves e Morcegos  
Orientador: Prof. Dr. Wallace Rodrigues Telino Júnior

Coorientadoras: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Bianque de Oliveira

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rachel Lyra Neves

**RECIFE, 2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S729i Souza, Vanessa Campelo  
Influência da Antropização sobre Ectoparasitos da avifauna em fragmentos de Brejos de  
Altitude no Semiárido Brasileiro / Vanessa Campelo Souza. - 2020.  
54 f.
- Orientador: Wallace  
Rodrigues Telino Junior.  
Coorientadora: Jaqueline  
Bianque de .  
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia, Recife, 2020.
1. Interações parasito-hospedeiro. 2. efeitos antropogênicos. 3. piolhos mastigadores. 4.  
carrapatos. I. Junior, Wallace Rodrigues Telino, orient. II. , Jaqueline Bianque de, coorient. III.  
Título

---

CDD 574.5

“It seems to me that the natural world is the greatest source of excitement; the greatest source of visual beauty; the greatest source of intellectual interest. It is the greatest source of so much in life that makes life worth living.”

**David Attenborough**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer aos meus professores e orientadores, Dr. Wallace Rodrigues Telino Júnior Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Bianque de Oliveira e Dr<sup>a</sup>. Rachel Lyra Neves, pela oportunidade, compreensão e colaboração intelectual ao longo da pesquisa. Também gostaria de agradecer aos meus amigos do mestrado, em especial a Steffany, Will, Allan, Allyson e Leandro, com quem compartilhei momentos muito divertidos e de aprendizagem durante as idas a campo. Aos meus pais, Sálvea e Romero, por terem me apoiado em tudo que precisei para que realizasse o mestrado. Obrigada a Anne e Latifa do Bioimpact por terem me ajudado com o processamento dos dados. Obrigada ao professor Dr. Michel Valim, pelas dicas, disponibilidade, gentileza, e por ter me ajudado com a identificação dos ectoparasitos. Também gostaria de agradecer aos doutores Paula Braga, Sonia Roda, Eder Barbier e Severino Mendes Junior por terem participado das bancas de avaliação do meu trabalho e terem contribuído com observações importantes. Por fim, obrigada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, e à CAPES pelo apoio financeiro.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>9</b>
<b>2 HIPÓTESE .....</b>	<b>13</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>14</b>
<b>4 INFLUÊNCIA DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE OS ECTOPARASITOS DA AVIFAUNA EM FRAGMENTOS DE BREJOS DE ALTITUDE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	21
4.2.2 CAPTURA DAS AVES, COLETA DE ECTOPARASITOS E MÉTRICAS DA PAISAGEM .....	23
4.2.3 PROCESSAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS ECTOPARASITOS.....	23
4.2.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	24
<b>4.3 RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>5 CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>52</b>
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	52

## RESUMO

A antropização dos ambientes naturais é um fenômeno amplamente distribuído. Os Brejos de Altitude, ou matas serranas, vêm sofrendo diversos impactos devido às ações antrópicas, a exemplo da agricultura, atividade madeireira e pecuária, o que representa uma ameaça à biodiversidade nesse ecossistema. Atividades antrópicas podem influenciar interações ecológicas importantes, como a relação parasito-hospedeiro, favorecendo não só a transmissão de parasitos entre populações de hospedeiros habitando fragmentos pequenos, mas também aumentando a susceptibilidade de hospedeiros a doenças. A avifauna é hospedeira de diversos ectoparasitos, a exemplo dos carrapatos e piolhos. Inúmeros estudos têm correlacionado o ectoparasitismo por esses artrópodes com efeitos deletérios às aves, como comprometimento da imunidade, do sucesso reprodutivo e da condição corporal. Sabendo que os Brejos de Altitude abrigam uma grande diversidade de espécies de aves e estão expostos a ameaças antrópicas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da antropização sobre os ectoparasitos da avifauna em três fragmentos remanescentes de brejos localizados no município de Garanhuns. No período de agosto de 2018 a julho de 2019, as aves foram capturadas utilizando-se redes de neblina, enquanto os ectoparasitos foram coletados por meio de busca visual e catação com auxílio de pinça. Foram capturadas 81 espécies de aves de 18 famílias, das quais aves de 26 espécies e 12 famílias estavam parasitadas por piolhos, enquanto 14 espécies de aves de 8 famílias estavam parasitadas por carrapatos. Das 546 aves capturadas, 11.9% (65/546) estavam infestadas por 747 piolhos de 12 taxa e 4.2% (23/546) por 29 carrapatos da espécie *Amblyomma sculptum*. Apenas 1.3% dos indivíduos apresentaram coinfeção por piolhos e carrapatos. Tanto os piolhos quanto os carrapatos demonstraram preferência por sítios topográficos nas aves hospedeiras. A presença de *Amblyom masculptum* merece destaque por tratar-se de um vetor da bactéria *Rickettsia rickettsii*, agente etiológico da zoonose Febre Maculosa Brasileira, sendo comumente encontrado em áreas de cobertura vegetal degradada, com presença humana e de animais domésticos, o que ocorre na área de estudo. Apesar dos fragmentos diferirem quanto suas métricas ambientais e antrópicas, não foram encontradas diferenças significativas entre os parâmetros parasitológicos da avifauna entre os três remanescentes de brejo de altitude.

**Palavras-chave:** Interações parasito-hospedeiro, efeitos antropogênicos, piolhos mastigadores, carrapatos.

## ABSTRACT

The anthropization of natural environments is a widely distributed phenomenon. Altitude marshes have been suffering several impacts due to human actions, such as agriculture, logging and livestock, which represents a threat to biodiversity in this ecosystem. Human activities can influence important ecological interactions, such as the parasite-host, favoring not only the transmission of parasites between populations of hosts inhabiting small fragments, but also increasing the susceptibility of hosts to diseases. Birds are hosts to several ectoparasites, such as ticks and lice. Countless studies have correlated ectoparasitism by these arthropods with harmful effects on birds, such as impaired immunity and reproductive success and reduced body condition. Knowing that altitude marshes are home to a great diversity of bird species and are exposed to anthropic threats, the objective of this study was to evaluate the influence of anthropization on the ectoparasites of birds in three remaining fragments of altitude marshes located in the municipality of Garanhuns. From August 2018 to July 2019, birds were captured using mist nets, while ectoparasites were collected through visual search and tweezers. A total of 81 species of birds from 18 families were captured, of which 26 species and 12 families were parasitized by lice, while 14 species from 8 families were parasitized by ticks. Of the 546 birds captured, 11.9% (65/546) were infested by 747 lice belonging to 12 taxa, and 4.2% (23/546) by 29 ticks of the species *Amblyomma sculptum*. Only 1.3% of individuals were coinfecting by lice and ticks. Both lice and ticks showed a preference for topographic sites on birds bodies. The presence of *Amblyomma sculptum* is noteworthy because it is a vector of the *Rickettsia rickettsii* bacterium, the etiological agent of Brazilian Spotted Fever zoonosis, and is commonly found in areas where original vegetation was degraded, surrounded by human and domestic animals residences, which occurs in the area of study. Although the fragments differ in their environmental and anthropogenic metrics, no significant differences were found between the parasitological parameters of the avifauna between the three altitude marsh remnants.

**Keywords:** Parasite-host interactions, anthropogenic effects, chewing lice, ticks.



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A avifauna está associada a uma grande diversidade de carrapatos, pulgas, piolhos e moscas que têm importante influência sobre sua ecologia e evolução (CLAYTON e TOMPKINS, 1995; CLAYTON e MOORE, 1997; PROCTOR AND OWENS, 2000; MASÁNANDSUSTEK, 2001; JOHNSON ET AL. 2005; WHITING ET AL. 2008; ARZUA AND VALIM, 2010). Alguns desses ectoparasitos apresentam alta especificidade em relação às espécies hospedeiras, uma interação desenvolvida durante anos de coevolução (BAKER, 1994; HOOGSTRAAL AND AESCHLIMANN, 1982).

Apesar da relação parasito-hospedeiro tender ao equilíbrio, os ectoparasitos podem exercer grande impacto sobre o *fitness* de seus hospedeiros (LEHMANN, 1993). Brown, Brown e Rannala (1995), por exemplo, demonstraram como a presença de ectoparasitos reduziu a média da probabilidade de sobrevivência anual em *Petrochelidon pyrrhonota* (Aves, Hirundinidae), causando custo substancial a longo prazo ao diminuir cerca de um ano de sucesso reprodutivo dos indivíduos estudados. Ainda, de acordo com Richner e Tripet (1999), os ectoparasitos podem afetar o *trade-off* da reprodução atual e futura de aves que apresentem ninhinhos infestados por aumentar o esforço parental, comprometendo a imunocompetência e reproduções futuras. Estudos também demonstraram efeitos negativos causados por ectoparasitos na massa corpórea de aves filhotes (WEDDLE, 2000) e condição corporal de aves adultas (Senar et al. 1994), danos e diminuição na massa de penas (CLAYTON, 1990), podendo ocasionar maiores gastos energéticos relacionados à termorregulação (BOOTH et al. 1993), aumento no tempo gasto em comportamentos como *preening*, e consequente diminuição do tempo gasto em forrageio e vigilância contra predadores, com potenciais consequências para sobrevivência (COTGREAVE AND CLAYTON, 1994), além de anemia e transmissão de patógenos (LEHMANN, 1993).

Devido aos danos causados por ectoparasitos a componentes de história de vida, como reprodução e sobrevivência, ao longo do tempo, adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais foram desenvolvidas pelas aves com o intuito de diminuir os efeitos deletérios do parasitismo. Algumas espécies de aves do gênero *Pitohui* (Corvidae), por exemplo, apresentam em suas penas e pele batracotoxinas que podem ajudar no combate ao parasitismo (DUMBACHER, 1999). Outras secretam odores provenientes de substâncias capazes de repelir ectoparasitos, como a espécie *Aethia cristatella* (Alcidae), cujos odores são

causados por aldeídos corrosivos, com constituintes como o hexanal e octanal, conhecidos como repelentes de artrópodes (DOUGLAS et al. 2001).

As aves desenvolveram, também, adaptações comportamentais como o *grooming*, principal comportamento desempenhado no combate aos ectoparasitos (WAITE et al. 2012; CLAYTON et al. 2005; COTGREAVE e CLAYTON, 1994), que é dividido em *self-preening*, *allopreening* e *scratching*. O *self-preening* consiste em puxar as penas entre as mandíbulas do bico, ou mordiscar as penas com as pontas do bico (CLAYTON et al. 2010). Já o *allopreening* constitui uma forma de *grooming* realizado para outros indivíduos, normalmente direcionado a locais do corpo não acessíveis durante o *preening*, como cabeça e pescoço, enquanto o *scratching* é uma forma de *grooming* desempenhada com o pé, também importante para o controle de parasitos em partes do corpo não alcançados durante o comportamento de *preening* (RADFORD e DU PLESSIS, 2006; LEWIS et al., 2007; BROOKE, 1985).

Outras adaptações comportamentais conhecidas são *sunning*, que consiste em adotar posturas com o intuito de expor o corpo à radiação solar e a altas temperaturas (MOYERAND WAGENBACH, 1995; BLEMANDBLEM, 1993) e *anointing*, caracterizada quando as aves depositam materiais com fortes odores sobre seus tegumentos. Aves podem, ainda, como forma de evitar o parasitismo, desempenhar comportamentos de limpeza do ninho, evitar ninhos antigos que contenham parasitos ou até mesmo abandonar os ninhos atuais (PACEJKA, 1996; OPPLIGER et al. 1994).

Em habitats perturbados, que apresentam maiores graus de antropização, como em ambientes fragmentados, os efeitos deletérios do parasitismo podem ser agravados, uma vez que populações de hospedeiros ficam restritas a pequenas áreas, favorecendo o intercâmbio e transmissão de parasitos, assim como o contato com novos parasitos provenientes de espécies hospedeiras cujo influxo é facilitado pelo aumento das bordas, além do aumento da susceptibilidade às doenças causadas por parasitos (HOLMES, 1996). Sabendo que diversas populações de aves têm declinado devido a ações antrópicas, e que pouco é conhecido a respeito dos efeitos de ectoparasitos sobre espécies raras, o conhecimento acerca da influência do ectoparasitismo sobre populações de aves hospedeiras tem grande importância para a conservação (LOYE e CARROLL, 1995).

Atividades antrópicas, como agricultura e urbanização, vêm causando diversos impactos aos ecossistemas naturais (MCKINNEY, 2002; LAURENCE et al. 2009; HADDAD, 2015). O uso de terras para agricultura, por exemplo, vem se expandindo ao longo

dos ecossistemas tropicais, apesar de seus efeitos sobre as florestas destacarem-se como dos mais sérios do ponto de vista ambiental, podendo causar maiores danos em *hotspots* de biodiversidade (LAURENCE et al. 2014). A urbanização também tem, geralmente, um efeito negativo sobre espécies raras, ao mesmo tempo que favorece as generalistas nativas e invasoras, e leva à homogeneização e diminuição na riqueza de espécies (LIMANDSODHI, 2004; MARZLUFF, 2005; CLERGEAU et al. 2006; MCKINNEY, 2006). Em uma escala global, a destruição e degradação de ambientes naturais causadas por essas atividades constituem as principais causas para o declínio da biodiversidade (PEREIRA et al. 2010; RANDELS et al. 2010).

A antropização tem como uma de suas principais consequências a fragmentação de ambientes florestais, caracterizada pela divisão do habitat em fragmentos menores e isolados, circundados por matrizes de vegetação alterada ou áreas urbanizadas (GIMENES e DOS ANJOS, 2003; LINDENMAYER AND FISCHER, 2013; HADDAD et al. 2015). O desmatamento tem resultado na perda de mais de um terço da cobertura florestal ao longo da Terra (HANSEN et al. 2013). A floresta atlântica brasileira, por exemplo, foi amplamente desmatada devido, principalmente, à agricultura e atividade madeireira, estando fragmentada em pequenos remanescentes, sendo a maioria menores que 1000 ha e com distância de até 1000 m da borda florestal (RIBEIRO et al. 2009). Segundo HADDAD et al. (2015), estudos abrangendo vários ecossistemas demonstraram que todos os aspectos da fragmentação, como área reduzida, isolamento aumentado e aumento das bordas causa a degradação desses ambientes, reduzindo a persistência e riqueza de espécies animais e de plantas, a retenção de nutrientes, as dinâmicas tróficas e movimentos de espécies no caso de fragmentos mais isolados, dificultando a recolonização após extinções locais. A contínua perda de hábitat causada por ações antrópicas tem causado a extinção local de espécies ao longo de sua distribuição geográfica, tornado mais provável que experienciem perdas acentuadas de suas variações genéticas, populacionais e geográficas, fazendo com que sejam mais vulneráveis a mudanças ambientais e eventos demográficos aleatórios (FRANKLIN e FRANKHAM, 1998).

Dentre os diversos impactos causados à biodiversidade devido aos efeitos antrópicos, essas alterações dos ecossistemas podem afetar significativamente as relações parasito-hospedeiro (HOLMES, 1996; GILLESPIE AND CHAPMAN, 2008; PILOSOF et al. 2012). Além disso, fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação podem também exercer importante influência na história de vida de hospedeiros devido ao impacto na

abundância de ectoparasitos (MOYER et al. 2002). Apesar de estudos sobre efeitos antropogênicos e ambientais, como o clima, sobre as relações parasito-hospedeiro serem de grande relevância, uma vez que parasitos exercem pressão seletiva em seus hospedeiros, esses estudos têm sido voltados principalmente para endoparasitos de habitats aquáticos (PILOSOF et al., 2012).

A história do declínio populacional do papagaio-de-porto-rico (*Amazona vittata*) é um exemplo de como diversos aspectos que caracterizam a antropização potencializam a suscetibilidade de populações de aves, principalmente aquelas endêmicas e raras; e como espécies de parasitos endêmicos em populações de hospedeiros abundantes podem ser epidêmicos em outras mais raras. Apesar de ter sido abundante e distribuído por todos habitats florestais de Porto Rico, uma pequena população remanescente de *Amazona vittata* foi restrita às regiões montanhosas de Luquillo devido principalmente à degradação e perda de seus habitats naturais, além da influência de fatores abióticos como mudanças climáticas e furacões, e bióticos, como competição e predação (LOYE e CARROLL, 1995; WHITE et al. 2014). Outro fator relevante foi o contato com *thrasher* olho-de-pérola (*Margarops fuscatus*), uma ave predadora de ninhos, e que compete com o papagaio-de-porto-rico por sítios de nidificação (ARENDDT, 2006). *Margarops fuscatus* coloniza com facilidade ambientes perturbados, com baixa diversidade de espécies, e as mudanças na paisagem ao redor das montanhas de Luquillo, como a plantação de espécies ornamentais exóticas associada ao desenvolvimento urbano costeiro e conversão das florestas nativas, promoveram a proliferação dessa espécie de mimídeo (ARENDDT, 2006; SUAREZ-RUBIO e THOMLINSON, 2009). Os ninhos de “thrashes” olho-de-pérola são bastante parasitados por dípteros, e, dessa forma, essa ave serve como reservatório para esse parasito, que compromete o desenvolvimento de filhotes. O contato com a espécie de mimídeo causou uma maior exposição dos papagaios-de-porto-rico ao parasitismo pelas moscas, o que ajudou no declínio populacional da espécie (WHITE et al. 2014).

Levando em consideração os efeitos do ectoparasitismo sobre a avifauna, a capacidade desses efeitos serem agravados em áreas de estresse, e a grande diversidade de espécies encontradas em ecossistemas de brejos de altitude, que vêm sofrendo impactos antrópicos, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a influência da antropização sobre os ectoparasitos da avifauna em três fragmentos, bem como a influência de fatores abióticos como temperatura, precipitação e umidade nas interações parasito-hospedeiro.

## **2 HIPÓTESE**

Parâmetros parasitários da avifauna de fragmentos sob influências antrópicas distintas serão também diferentes.

## **3 OBJETIVOS**

### ***3.1 Objetivo Geral***

Avaliar os efeitos da antropização sobre os parâmetros parasitológicos (prevalência, intensidade média de infestação e abundância média de infestação) da avifauna em fragmentos de brejos de altitude.

### ***3.2 Objetivos Específicos***

- Identificar quais fatores antrópicos exercem maior influência sobre os fragmentos;
- Identificar os ectoparasitos;
- Calcular os parâmetros parasitológicos (prevalência, intensidade média de infestação e abundância média de infestação) dos ectoparasitos;
- Investigar os efeitos de variáveis abióticas (temperatura, humidade e precipitação) sobre os parâmetros parasitológicos;
- Investigar se os parâmetros parasitológicos variam de acordo com características dos hospedeiros (como tamanho, idade e sexo).

## REFERÊNCIAS

ARENDETT, Wayne J. Adaptations of an avian supertramp: distribution, ecology, and life history of the Pearly-eyed Thrasher (*Margarops fuscatus*). **Gen. Tech. Rep. 27.**, v. 27, 2006.

ARZUA, Márcia; VALIM, Michel P. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo de ectoparasitos em aves. **Von Matter S.; Straube, F.; Candido Jr., JF**, p. 349-365, 2010.

BLEM, Charles R.; BLEM, Leann B. Do swallows sunbathe to control ectoparasites? An experimental test. **The Condor**, v. 95, n. 3, p. 728-730, 1993.

BOOTH, David T.; CLAYTON, Dale H.; BLOCK, Barbara A. Experimental demonstration of the energetic cost of parasitism in free-ranging hosts. **Proceedings Of The Royal Society Of London B**. [s. L.], p. 125-129. 23 ago. 1993.

BROOKE, M. de L. The effect of allopreening on tick burdens of molting eudyptid penguins. **The Auk**, p. 893-895, 1985.

BROWN, Charles R.; BROWN, Mary Bomberger; RANNALA, Bruce. Ectoparasites reduce long-term survival of their avian host. **Proceedings Of The Royal Society Of London B**. [s. L.], p. 313-319. 1995.

CLAYTON, Dale H. et al. Adaptive significance of avian beak morphology for ectoparasite control. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 272, n. 1565, p. 811-817, 2005.

CLAYTON, Dale H. et al. How birds combat ectoparasites. **The Open Ornithology Journal**. [s. L.], p. 41-71. 2010.

CLAYTON, Dale H.; TOMPKINS, Daniel M. Comparative effects of mites and lice on the reproductive success of rock doves (*Columba livia*). **Parasitology**, v. 110, n. 2, p. 195-206, 1995.

CLAYTON, Dale H. Mate choice in experimentally parasitized rock doves: lousy males lose. **American Zoologist**, v. 30, n. 2, p. 251-262, 1990.

CLERGEAU, Philippe et al. Avifauna homogenisation by urbanisation: analysis at different European latitudes. **Biological conservation**, v. 127, n. 3, p. 336-344, 2006.

COTGREAVE, Peter; CLAYTON, Dale H. Comparative analysis of time spent grooming by birds in relation to parasite load. **Behaviour**. [s. L.], p. 171-187. 1994.

DOUGLAS, H. D.; JONES, T. J.; CONNER, W. E.. Heteropteran chemical repellents identified in the citrus odor of a seabird (crested auklet: *Aethia cristatella*): evolutionary convergence in chemical ecology. **Naturwissenschaften**. [s. L.], p. 330-332. out. 2001.

DUMBACHER, John P. Evolution of toxicity in pitohuis: I. Effects of homobatrachotoxin on chewing lice (order Phthiraptera). **The Auk**, p. 957-963, 1999.

FRANKLIN, I. R.; FRANKHAM, R. How large must populations be to retain evolutionary potential?. **Animal conservation**, v. 1, n. 1, p. 69-70, 1998.

GILLESPIE, Thomas R.; CHAPMAN, Colin A. Forest fragmentation, the decline of an endangered primate, and changes in host–parasite interactions relative to an unfragmented forest. **American Journal of Primatology**, v. 70, n. 3, p. 222-230, 2008.

GIMENES, Márcio Rodrigo; ANJOS, Luiz dos. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p.391-402, 2003.

HADDAD, Nick M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HANSEN, Matthew C. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013.

HOLMES, John C. Parasites as threats to biodiversity in shrinking ecosystems. **Biodiversity And Conservation**. [s. L.], p. 975-983. 1996.

JOHNSON, Kevin P.; BUSH, Sarah E.; CLAYTON, Dale H. Correlated evolution of host and parasite body size: tests of Harrison's Rule using birds and lice. **Evolution**, v. 59, n. 8, p. 1744-1753, 2005.

LAURANCE, William F.; SAYER, Jeffrey; CASSMAN, Kenneth G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in ecology & evolution**, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan GW. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LEHMANN, T. Ectoparasites: Direct impact on host fitness. **Parasitology Today**. [s. L.], p. 8-13. 1993.

LEWIS, Sue et al. Fitness increases with partner and neighbour allopreening. **Biology letters**, v. 3, n. 4, p. 386-389, 2007.

LIM, Haw Chuan; SODHI, Navjot S. Responses of avian guilds to urbanisation in a tropical city. **Landscape and Urban Planning**, v. 66, n. 4, p. 199-215, 2004.

LINDENMAYER, David B.; FISCHER, Joern. Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. **Island Press**, 2013.

LOYE, Janella; CARROLL, Scott. Birds, bugs and blood: avian parasitism and conservation. **Trends in Ecology And Evolution**, [s. L.], v. 6, n. 10, p.232-235, jun. 1995.

MARZLUFF, John M. Island biogeography for an urbanizing world: how extinction and colonization may determine biological diversity in human-dominated landscapes. **Urban Ecosystems**, v. 8, n. 2, p. 157-177, 2005.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological conservation**, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. **Bioscience**, v. 52, n. 10, p. 883-890, 2002.

MOYER, Brett R.; WAGENBACH, Gary E. Sunning by Black Noddies (*Anous minutus*) may kill chewing lice (*Quadriceps hopkinsi*). **The Auk**, v. 112, n. 4, p. 1073-1077, 1995.

OPPLIGER, Anne; RICHNER, Heinz; CHRISTE, Philippe. Effect of an ectoparasite on lay date, nest-site choice, desertion, and hatching success in the great tit (*Parus major*). **Behavioral Ecology**, v. 5, n. 2, p. 130-134, 1994.

PACEJKA, Andrew J. et al. House Wrens *Troglodytes aedon* and nest-dwelling ectoparasites: mite population growth and feeding patterns. **Journal of Avian Biology**, p. 273-278, 1996.



PEREIRA, Henrique M. et al. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. **Science**, p. 1196624, 2010.

PILOSOF, Shai et al. Effects of anthropogenic disturbance and climate on patterns of bat fly parasitism. **PLoS One**, v. 7, n. 7, p. e41487, 2012.

PROCTOR, Heather; OWENS, Ian. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. **Trends In Ecology And Evolution**. [s. L.], p. 358-364. set. 2000.

RADFORD, Andrew N.; DU PLESSIS, Morné A. Dual function of allopreening in the cooperatively breeding green woodhoopoe, *Phoeniculus purpureus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 221-230, 2006.

RANDS, Michael RW et al. Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. **Science**, v. 329, n. 5997, p. 1298-1303, 2010.

RIBEIRO, Milton Cezar et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICHNER, Heinz; TRIPET, Frédéric. Ectoparasitism and the trade-off between current and future reproduction. **Oikos**. [s. L.], p. 535-538. 1999.

SENAR, Juan Carlos et al. Prevalence of louse-flies Diptera, Hippoboscidae parasiting a cardueline finch and its effect on body condition. **Ardea**. [s. L.], p. 157-160. out. 1994.

SUAREZ-RUBIO, Marcela; THOMLINSON, John R. Landscape and patch-level factors influence bird communities in an urbanized tropical island. **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, p. 1311-1321, 2009.

WAITE, Jessica L.; HENRY, Autumn R.; CLAYTON, Dale H. How effective is preening against mobile ectoparasites? An experimental test with pigeons and hippoboscid flies. **International journal for parasitology**, v. 42, n. 5, p. 463-467, 2012.

WEDDLE, Carie B. Effects of ectoparasites on nestling body mass in the house sparrow. **The Condor**. [s. L.], p. 684-687. 2000.

WHITING, Michael F. et al. A molecular phylogeny of fleas (Insecta: Siphonaptera): origins and host associations. **Cladistics**, v. 24, n. 5, p. 677-707, 2008.

## 4 INFLUÊNCIA DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE OS ECTOPARASITOS DA AVIFAUNA EM FRAGMENTOS DE BREJOS DE ALTITUDE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL

(A ser submetido à revista Parasitology Research).

Vanessa Campelo Souza <sup>1\*</sup>, Jaqueline Bianque<sup>2</sup>, Rachel Lyra Neves <sup>1</sup>, Latifa Pelage <sup>3</sup>, Allan Jefferson da Silva Oliveira<sup>1</sup>, Williams Oliveira<sup>1</sup>, Leandro da Silva Cabral<sup>1</sup>, Wallace Rodrigues Telino Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Garanhuns – PE, Brasil (<https://www.uag.ufrpe.br/>)<sup>2</sup>Laboratório de Parasitologia (LAPAR), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, <sup>3</sup>Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE

\*E-mail: [campelo.vsouza@gmail.com](mailto:campelo.vsouza@gmail.com)

### Abstract

Anthropic activities are widespread and the main causes of biodiversity loss. One important ecological interaction that can be altered by environmental changes is that between parasites and hosts. In Brazilian semiarid, altitude marshes (“Brejos de Altitude”) are home to a great diversity of species. Still, these ecosystems suffer constant impacts due to agriculture, logging, and livestock. Here we evaluate the influence of anthropization over bird ectoparasites in three forest fragments located in the municipality of Garanhuns, Pernambuco. From august 2018 to july 2019, birds were captured by mist nets, and ectoparasites collected by using tweezers. A total of 81 birds species from 18 families were captured, of which 26 species and 12 families were parasitized by lice, while 14 species from 8 families were parasitized by ticks. Of the 546 birds captured, 11.9% were infested by 747 lice belonging to 12 taxa, and 4.2% by 29 ticks of the species *Amblyomma sculptum*. Only 7 individuals were infested by both lice and ticks. No significant differences were found when comparing parasitological parameters of birds among the three fragments. Sex and age were not correlated with birds parasitic loads. Both lice and ticks showed preference for topographic sites on their host bodies. *Amblyomma sculptum* is a vector for *Rickettsia rickettsii*, the etiological agent of Brazilian Spotted Fever zoonosis, and commonly found in areas of degraded natural vegetation, such as the area of study. Fragmentation of natural ecosystems, such as the altitude marshes, which constitute tropical forest environments, can alter parasite-host relationship.

**Keywords:** Parasite-host interactions, anthropogenic effects, chewing lice, ticks.

## 4.1 INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil, os brejos de altitude vêm sofrendo intensa pressão antrópica devido principalmente à agricultura, atividade madeireira, queimadas e pecuária, algumas das principais causas da perda global de biodiversidade (LINS, 1989; MCKINNEY, 2002; LIMANDSODHI, 2004; MARZLUFF, 2005; CLERGEAU et al. 2006; MCKINNEY, 2006; RODRIGUES et al. 2008; LAURENCE, 2009, 2014; HADDAD, 2015).

Esses ecossistemas são de grande importância por serem “ilhas” de Mata Atlântica em regiões semiáridas cercadas por vegetação de Caatinga, e apresentarem condições propícias ao desenvolvimento vegetal, favorecendo a diversidade faunística em relação às áreas vizinhas, e constituindo, assim, potenciais refúgios para espécies endêmicas e ameaçadas, especialmente durante estações secas (THEULEN, 2004; PÔRTO et al. 2004; MELO; RODAL, 2003).

Uma interação ecológica importante que pode ser alterada pela influência antrópica é a relação parasito-hospedeiro (HOLMES, 1996; GILLESPIE AND CHAPMAN, 2008; PILOSOF et al. 2012). Apesar de nem todos parasitos exercerem alta patogenicidade, ambientes antropizados e fragmentados podem aumentar a susceptibilidade de populações de hospedeiros aos efeitos deletérios do parasitismo, seja em decorrência da perda de qualidade de hábitat, ou pelo contato com novos vetores ou parasitos para os quais não foram desenvolvidos mecanismos de defesa (LOYE e CARROLL, 1995; LEHMANN, 1993).

A avifauna é parasitada por diversas espécies de artrópodes, como dípteros, pulgas, piolhos, carrapatos, ácaros hematófagos e hemípteros (CLAYTON e TOMPKINS, 1995; PROCTOR AND OWENS, 2000; MASÁN e SUSTEK, 2001; JOHNSON, 2005; WHITING et al. 2008; ARZUA AND VALIM, 2010).

Esses ectoparasitos têm sido objeto de estudos que comprovam seus efeitos sobre o sucesso reprodutivo e sobrevivência de aves hospedeiras, assim como comprometimento da imunocompetência e transmissão de doenças, o que torna imprescindível o melhor entendimento da interação parasito-hospedeiro para a conservação da avifauna (CLAYTON, 1990; CLAYTON e BLOCK, 1993; BOOTHET al. 1994; SENAR et al., 1994; BROWN e RANNALA, 1995; RICHNER e TRIPET, 1999; WEDDLE, 2000).

Além disso, variáveis abióticas como temperatura, humidade e precipitação também são importantes na dinâmica das interações parasito-hospedeiro, uma vez que podem ser

fatores determinantes para o ciclo de vida parasitos, influenciando sua abundância nos hospedeiros (MOYER et al. 2002; PILOSOF et al., 2012).

O presente estudo teve como objetivo conhecer os impactos causados pela antropização na interação entre ectoparasitos e as aves hospedeiras em fragmentos de um ecossistema de mata úmida, conhecido como de brejo de altitude. Além disso, também foi testada a influência de variáveis abióticas e bióticas na dinâmica da relação parasito-hospedeiro, o que aportará informações relevantes para a conservação das aves e dos ecossistemas onde vivem.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

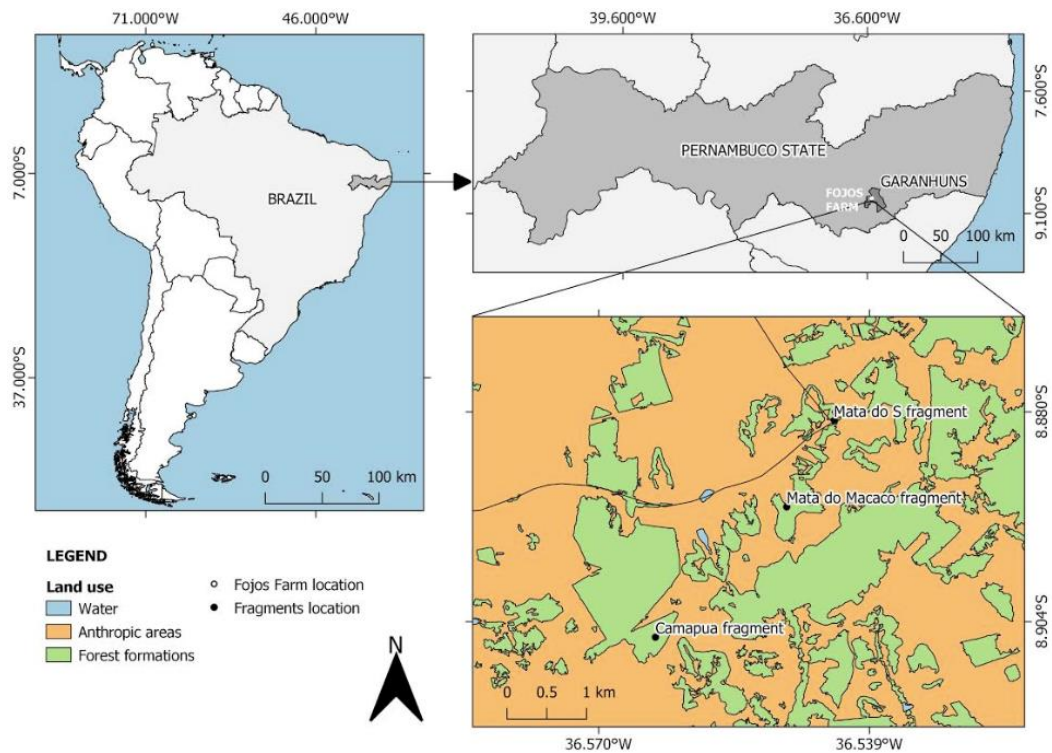
### ***4.2.1 Área de estudo***

O estudo foi realizado em um brejo de altitude, também conhecido como mata serrana, ecossistema formado por “ilhas” de Mata Atlântica em regiões semiáridas cercadas por vegetação de Caatinga, cujo tipo vegetacional é conhecido como floresta estacional semidecidual montana (IBGE, 1985; MELO e RODAL 2003; PÔRTO et al. 2004). Essas áreas distribuem-se nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba e Pernambuco (CAVALCANTI e TABARELLI, 2005). Um fator determinante para existência desses ambientes é a ocorrência de planaltos e chapadas, com altitudes variando entre 500 e 1.100 m, onde os níveis de precipitação podem chegar a 1200mm/ano devido às chuvas orográficas (ANDRADE - LIMA, 1960, 1961).

A pesquisa foi realizada na propriedade privada denominada Fazenda Fojos, localizada no município de Garanhuns, mesorregião do Agreste Pernambucano, região Nordeste do Brasil. A fazenda abriga fragmentos de brejos de altitude em diferentes estágios de sucessão ecológica (OLIVEIRA e SILVA JUNIOR, 2008), dos quais três foram estudados: (1) Fragmento Camapuã (8°54'S - 36°33'W), que compreende 22,6589 ha e 960 m de elevação, e conecta-se a um segundo fragmento maior, de uma propriedade vizinha à Fazenda Fojos, com o qual soma um total de 150 ha; (2) Fragmento Mata do Macaco (8°53'S - 36°32'W) com 19,4307 ha e elevação de 888 m e (3) Fragmento Mata do S (8°52'S - 36°32'W) com 16,79 ha e 885 m.

As distâncias entre esses fragmentos florestais eram as seguintes: 1,64 km entre Mata do Macaco e Camapuã; 0,97 km entre Mata do Macaco e Mata do S, e 2,60 km entre Mata do S e Camapuã. As aves que apresentam dependência florestal foram observadas deslocando-se ao longo de uma distância máxima de 650m dos fragmentos que habitam (ALVES, 2000). A distância entre os fragmentos estudados excede esse deslocamento máximo observado. A paisagem das áreas estudadas foi bastante modificada, sofrendo grande influência antrópica, principalmente pelo desmatamento para pecuária e agricultura.

O clima do município de Garanhuns é classificado como tropical chuvoso, com verão seco e a temperatura anual média é de 20°C (IBGE, 1977; BORGES-JUNIOR et al. 2012). As médias de precipitação pluviométricas tendem a ser mais expressivas entre os meses de abril a julho, com índices acima de 100 mm; mais baixas entre outubro a dezembro, com índices abaixo de 40 mm, e um período de transição entre o aumento das chuvas nos meses de março a agosto, nos quais os índices são de aproximadamente 80 mm (BARBOSA et al. 2016).



**Figura 1.** Mapa da área de estudo, localizada na Fazenda Fojos no município de Garanhuns, mesorregião do Agreste Pernambucano, Nordeste do Brasil.

#### ***4.2.2 Captura das aves, coleta de ectoparasitos e métricas da paisagem***

As aves foram capturadas utilizando-se um total de 18 redes de neblina de 2,5m x 12m e 36 mm de malha em cada fragmento, e as revisões foram realizadas a cada 40 minutos. Cada fragmento apresentava 3 transectos lineares de 50m, onde foram montadas as redes (6 em cada transecto), e foram amostrados durante dois dias por mês, durante 12 meses (agosto de 2018 a julho de 2019). As aves capturadas eram colocadas em sacos de algodão individuais, identificadas de acordo com guias ornitológicos (MATA et al. 2006; RIDGELY e TUDOR, 2009; SIGRIST, 2009; GIRÃO, 2014) e marcadas com anilhas fornecidas pelo Centro de Pesquisa para Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE). O projeto foi submetido à Plataforma do SISBio e do SNA (Sistema Nacional de Anilhamento) do CEMAVE, garantindo autorização (39887-4) para captura e anilhamento. Foram coletados de cada espécime de ave dados referentes à morfometria (ROOS, 2010), massa, idade, sexo, período reprodutivo e de muda.

Para coletados ectoparasitos, foi realizada busca visual e catação com auxílio de pinça. Após coletados, os ectoparasitos foram depositados em eppendorf contendo álcool a 70%. Cada frasco continha uma etiqueta com número da anilha, data e local de coleta, e região topográfica da ave hospedeira de onde o ectoparasito foi coletado.

Para diferenciar cada fragmento quanto à antropização, com auxílio do Google Earth foram extraídas as seguintes métricas da paisagem: tamanho do fragmento, tamanho da matriz, distância da cidade mais próxima, distância de rodovias, disponibilidade de fontes de água, distância de outros fragmentos. Também foram coletados dados referentes à profundidade da serapilheira, além de variáveis ambientais como umidade, temperatura do ar, e precipitação, com o intuito de comparar suas variações e influência nos índices parasitológicos.

#### ***4.2.3 Processamento e identificação dos ectoparasitos***

Os piolhos foram contados e fotografados com auxílio de uma lupa binocular. Esses artrópodes foram imersos em solução de KOH a 20% durante 12 horas para sua clarificação, e, posteriormente, foram colocados em água destilada por 24 horas para remoção de excesso do clarificador. Em seguida, foram desidratados em uma bateria ascendente de etanol a 50%, 70%, 90% e 100%, com duração de 5 a 10 minutos em cada solução. O eugenol foi utilizado

para o processo de diafanização, durante 1 hora; logo após, os piolhos foram montados em lâminas com Bálsamo do Canadá sintético (GONZÁLEZ, 2009; PALMA, 1978). Após tempo máximo de três semanas sob incubação a 50-60°C, os espécimes foram identificados em nível de gênero com auxílio de estereomicroscópio e chave taxonômica de PRICE et al. (2003).

Os carrapatos coletados foram identificados com auxílio de lupa binocular e chave taxonômica de MARTINS et al. (2010) e BRITES-NETO et al. (2018).

#### **4.2.4 Análise dos dados**

Para analisar os parâmetros parasitários foram utilizados os seguintes índices (BUSH et al. 1997): prevalência (número de hospedeiros infestados dividido pelo número de hospedeiros examinados x 100); intensidade média de infestação (número total de parasitos dividido pelo número de hospedeiros infestados), e abundância média de infestação (número total de indivíduos de uma determinada espécie de parasito dividido pelo número total de hospedeiros examinados, infestados e não infestados). Também foi calculada a agregação, representada pelo índice de discrepância (D) (POULIN, 1993). Esses índices foram calculados pelo software Quantitative Parasitology 3.0.

Com o intuito de testar a preferência de ectoparasitos por sítios de parasitismo específicos (como cabeça, pescoço, ventre, dorso, rêmiges, retrizes) no corpo das aves hospedeiras, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, cuja significância foi aceita com  $P \leq 0.05$ . Uma categoria “indeterminado” foi criada para casos em que o parasito foi coletado no saco de pano onde a ave estava e não era possível saber qual região do hospedeiro ocupava previamente. O teste de Kruskal-Wallis, com o mesmo parâmetro de significância ( $P \leq 0.05$ ), também foi realizado para testar a relação entre os índices parasitológicos e fatores bióticos (sexo e idade) das aves, além da diferença entre os parâmetros parasitários das aves entre cada fragmento.

Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para entender os fatores antrópicos e ambientais que exercem maior influência sobre cada um dos fragmentos. Também foi realizado escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para testar se algum fator ambiental variável (temperatura, humidade, precipitação, serrapilheira) ou a presença de animais domésticos (bovinos) durante os meses de coleta influenciariam a abundância de carrapatos ou o número de aves parasitadas por estes ectoparasitos. Ainda, um GLM (modelo linear generalizado) foi usado para testar a influência dos fatores abióticos



(temperatura, umidade e precipitação) sobre a abundância média dos piolhos ao longo dos meses de coleta. Para tal, foram levadas em consideração apenas as espécies de piolhos mais abundantes. Essas análises foram realizadas no programa de pacotes estatísticos R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2019).

Uma regressão linear simples foi utilizada para avaliar a correlação entre massa corporal das diferentes espécies aves e a abundância média de infestação, utilizando o Microsoft Excel.

### 4.3 Resultados

Espécimes de 81 espécies de aves, de 18 famílias, foram capturados.

Aves de 26 espécies e 12 famílias estavam parasitadas por piolhos mastigadores (*Amblycera* e *Ischnocera*) classificados em 12 taxa (Tabela S1). Considerando toda a comunidade de aves, foram capturados 546 indivíduos, dos quais 11.9% (65/546) estavam infestados por 747 piolhos. A abundância média e a intensidade média de infestação por piolhos foram, respectivamente, 1.4 e 11.5. Na tabela 1 são apresentados os índices de prevalência, intensidade média, abundância média e agregação para cada espécie de ave em relação aos gêneros de piolhos identificados. Já na tabela 2 é possível observar a divisão da ectofauna de piolhos por fragmentos e aves hospedeiras, e na figura 5 a distribuição desses ectoparasitos nos fragmentos ao longo dos meses.

Foram coletados 29 carrapatos, todos na fase de ninfa, da espécie *Amblyomma sculptum* (Acari, Ixodidae) parasitando 4.2% (23/546) das aves, de 14 espécies (*Basileuterus culicivorus*, *Conopophaga cearae*, *Conopophaga lineata*, *Cantorchilus longirostris*, *Dendroplex picus*, *Herpsilochmus atricapillus*, *Myiothlypis flaveola*, *Tangara cayana*, *Tangara fastuosa*, *Taraba major*, *Tolmomyias flaviventris*, *Troglodytes musculus*, *Turdus amaurochalinus*, *Turdus leucomelas*) e oito famílias (Tabela S2). A abundância média e intensidade média de infestação gerais por carrapatos foram, respectivamente, 0.05 e 1.26. Ainda, 77% das aves infestadas por carrapatos pertenciam à guilda insetívora, enquanto 14% apresentavam hábitos alimentares frugívoros e 9% onívoros. Os carrapatos foram encontrados em aves capturadas em todos os três fragmentos.

Considerando coinfeção por piolhos e carrapatos, apenas 1.3 %, ou 7 indivíduos, de sete espécies (*Conopophaga cearae*, *Conopophaga lineata*, *Myiothlypis flaveola*, *Tangara cayana*, *Taraba major*, *Troglodytes musculus*, e *Turdus leucomelas*) e seis famílias estavam

coinfestados.

Foi observada diferença significativa em relação à preferência topográfica dos piolhos (Kruskal-Wallis chi-squared = 17.377; df = 6; p = 0.007994), sendo a cabeça e o pescoço as regiões de maior preferência, respectivamente (Figura 2). Entretanto, ao considerar os gêneros dos piolhos separadamente, foi possível constatar diferenças quanto à preferência por ocupação de sítios específicos (Figura 3). O pescoço das aves foi a região topográfica preferida por *A. sculptum*, onde 72.4% dos carrapatos estavam fixados, seguida pela cabeça (24.1%) (Figura 4).

A infestação por piolhos não esteve relacionada à idade ou sexo das aves de forma significativa em nenhuma das espécies de aves parasitadas (P-valor > 0.05). Por meio de uma regressão linear (R = 0,35, P = 0,04) foi possível observar que aves de maior tamanho corporal tendem a abrigar maior abundância média desses ectoparasitos (Figura 7).

Não foram encontradas diferenças significativas em relação aos parâmetros parasitários das aves (P-valor > 0.05) entre os fragmentos, indicando que não exercem influência diferencial sobre esses parâmetros na avifauna. Apesar das diferenças mensais, as variáveis ambientais permitem discriminar os três fragmentos, como pode ser observado na figura 6. O eixo horizontal, explicando 54.33% da variação, discrimina os três fragmentos e é representado por variáveis que os caracterizam (tamanho do fragmento, distância da cidade, elevação, profundidade da serrapilheira, proximidade de outros fragmentos, distância da pista, disponibilidade de fontes d'água, caminhos próximos). Já o eixo vertical, que explica 15.5%, discrimina os meses e está correlacionado às variáveis dependentes da sazonalidade (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, presença de bovinos).

Fatores ambientais variáveis (temperatura, umidade, precipitação, serrapilheira) e a presença de bovinos não explicaram a distribuição dos pontos nos gráficos da abundância absoluta de *Amblyomma sculptum* nem do número de aves parasitadas por esse ectoparasito, e mostrou que a distribuição desses carrapatos entre os fragmentos é homogênea (Figuras 8 e 9). Ainda, o modelo linear generalizado mostrou que a abundância média dos piolhos também não foi influenciada pelas variações de temperatura, umidade e precipitação ao longo do tempo de coleta (p-valor > 0,05) (Tabela S3).

<b>Hospedeiros</b>	<b>N/I</b>	<b>Piolhos (IF)</b>	<b>P% (95% CI)</b>	<b>IM (95% CI)</b>	<b>AM (95% CI)</b>	<b>D</b>
<b>Thraupidae</b>		<b>Phloptoridae</b>				
<i>Coereba flaveola</i>	7/1	<i>Brueelia</i> sp. (1)	14.3 (0.004 - 0.579)	1 (NA)	14.3 (0 - 0.286)	0.75
<b>Parulidae</b>						
<i>Myiothlypis flaveola</i>	32/7	<i>Brueelia</i> sp. (7)	21.9 (0.093 - 0.400)	13.3 (6 - 26.1)	2.91 (0.938 - 7.08)	0.862
<b>Turdidae</b>						
<i>Turdus amarcuchalinus</i>	4/2	<i>Brueelia</i> sp. (1)	25.0 (0.006 - 0.806)	21.0 (NA)	5.25 (0 - 10.5)	0.6
<b>Columbidae</b>						
<i>Columbina talpacoti</i>	6/2	<i>Columbicola cf passerinae</i> (2)	33.3 (0.043 - 0.777)	19.5 (13 - 19.5)	6.25 (0 - 15.2)	0.619
		<i>Physconelloides eurysema</i> (1)	16.7 (0.004 - 0.641)	1 (NA)	0.167 (0 - 0.333)	0.714
<i>Columbina minuta</i>	3/1	<i>Columbicola passerinae</i> (1)	33.3 (0.008 - 0.906)	9.0 (NA)	3 (0 - 6)	0.5
<b>Conopophagidae</b>						
<i>Conopophaga cearae</i>	4/3	<i>Formicaphagus</i> sp. (3)	75.0 (0.194 - 0.994)	12.7 (3 - 18.7)	9.5 (1.27 - 17.5)	0.389

---

**Thamnophilidae**

<i>Taraba major</i>	4/2	<i>Formicaphagus</i> sp. (2)	50.00 (0.068 – 0.932)	46 (14 – 46)	23 (0 – 58.5)	0.539
<i>Thamnophilus torquatus</i>	3/3	<i>Formicaphagus</i> sp. (3)	100.0 (0.292 – 1.000)	5.33 (4 – 6.33)	5.33 (4 – 6.33)	0.093

**Furnariidae**

<i>Phacellodomus rufifrons</i>	3/1	<i>Furnaricola</i> sp. (1)	33.3 (0.008 – 0.906)	2.00 (NA)	0.667 (0 – 1.33)	0.5
<i>Synallaxis frontalis</i>	30/2	<i>Furnaricola</i> sp. (2)	6.7 (0.008 – 0.221)	1.5 (1 – 1.5)	0.1 (0 – 0.3)	0.914

**Troglodytidae**

<i>Troglodytes musculus</i>	26/10	<i>Penenirmus cf albiventris</i> (10)	38.5 (0.202 – 0.594)	6.40 (4.1 – 10.1)	2.46 (1.19 – 4.62)	0.728
-----------------------------	-------	---------------------------------------	----------------------	-------------------	--------------------	-------

**Thraupidae**

<i>Tangara cayana</i>	33/3	<i>Myrsidea</i> sp. (1)	3.0 (0.001 – 0.158)	2 (NA)	0.0606 (0 – 0.182)	0.941
-----------------------	------	-------------------------	---------------------	--------	--------------------	-------

**Menoponidae****Parulidae**

<i>Basileuterus culicivorus</i>	12/2	<i>Myrsidea</i> sp. (1)	8.3 (0.002 – 0.385)	1 (NA)	0.0833 (0 – 0.25)	0.846
---------------------------------	------	-------------------------	---------------------	--------	-------------------	-------

**Furnariidae**

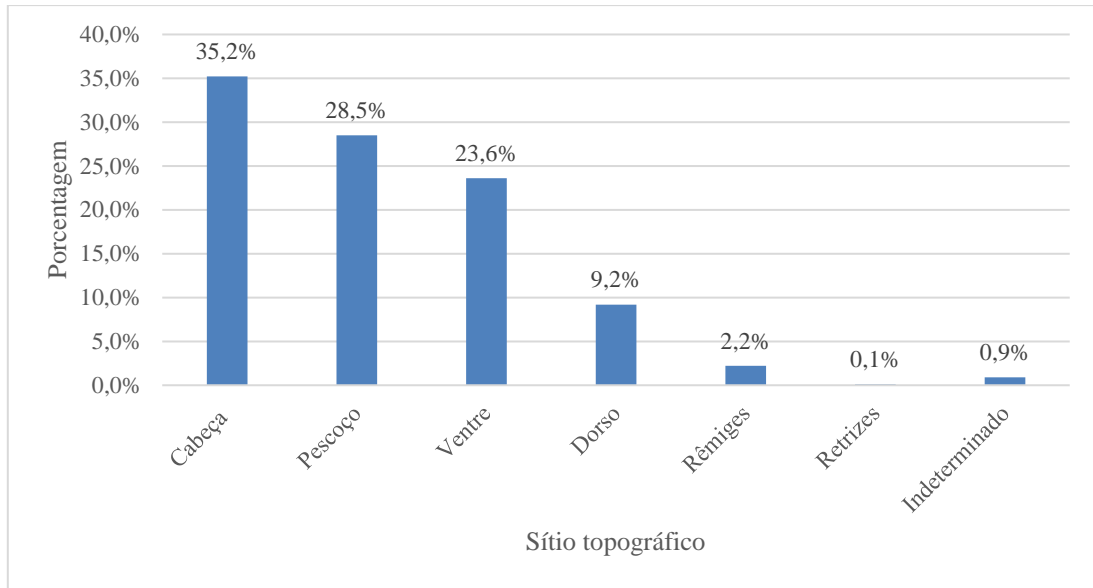
<i>Cantorchilus longirostris</i>	5/1	<i>Myrsidea</i> sp. (1)	20 (0.005 – 0.716)	2 (NA)	0.4 (0 – 0.8)	0.667
----------------------------------	-----	-------------------------	--------------------	--------	---------------	-------

**Tyrannidae**

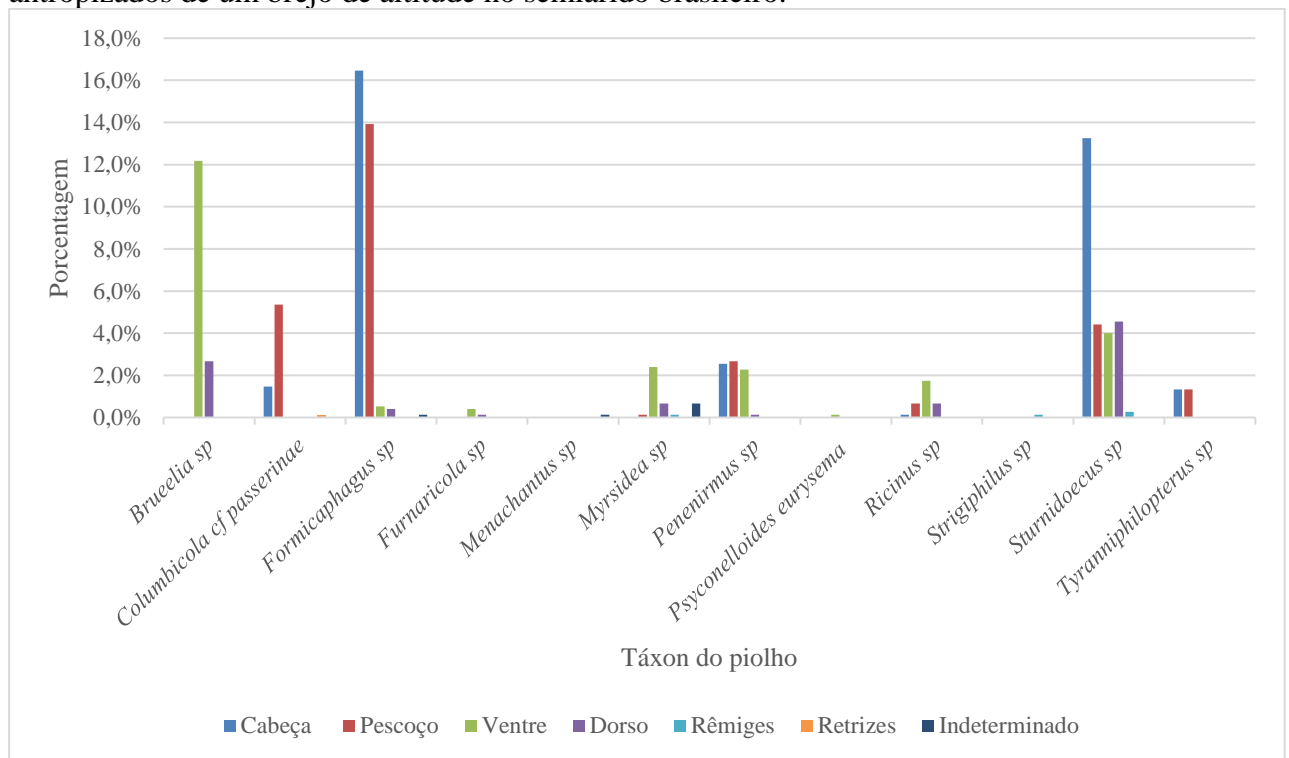
<i>Camptostoma obsoletum</i>	15/1	<i>Myrsidea</i> sp. (1)	6.7 (0.002 – 0.319)	4 (NA)	0.267 (0 – 0.8)	0.875
------------------------------	------	-------------------------	---------------------	--------	-----------------	-------

<b>Turdidae</b>						
<i>Turdus leucomelas</i>	8/1	<i>Myrsidea</i> sp. (1)	12.5 (0.003 – 0.527)	14 (NA)	1.75 (0 – 3.5)	0.778
<i>Turdus amaurochalinus</i>	4/2	<i>Menacanthus</i> sp. (1)	25 (0.006 – 0.806)	1 (NA)	0.25 (0 – 0.5)	0.6
<b>Passerelidae</b>						
<i>Arremon taciturnus</i>	27/5	<i>Myrsidea</i> sp. (5)	18.5 (0.063 – 0.381)	1.8 (1 – 2.4)	0.333 (0.0741 – 0.704)	0.825
<b>Thraupidae</b>		<b>Ricinidae</b>				
<i>Tangara cayana</i>	33/3	<i>Ricinus</i> sp. (2)	6.1 (0.007 – 0.202)	1.5 (1 – 1.5)	0.0909 (0 – 0.273)	0.922
<i>Thlypopsis sordida</i>	14/3	<i>Ricinus</i> sp. (3)	21.4 (0.047 – 0.508)	1.33 (1 – 1.67)	0.286 (0 – 0.643)	0.767
<b>Parulidae</b>						
<i>Myiothlypis flaveola</i>	32/7	<i>Ricinus</i> sp. (4)	12.5 (0.035 – 0.290)	2 (1 – 3.25)	0.25 (0.0625 – 0.697)	0.886
<i>Basileuterus culicivorus</i>	12/2	<i>Ricinus</i> sp. (1)	8.3 (0.002 – 0.385)	10 (NA)	0.833 (0 – 2.5)	0.846
<b>Rhynchocyclidae</b>						
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	19/1	<i>Ricinus</i> sp. (1)	5.3 (0.001 – 0.260)	3 (NA)	0.158 (0 – 0.474)	0.9
Total 336						

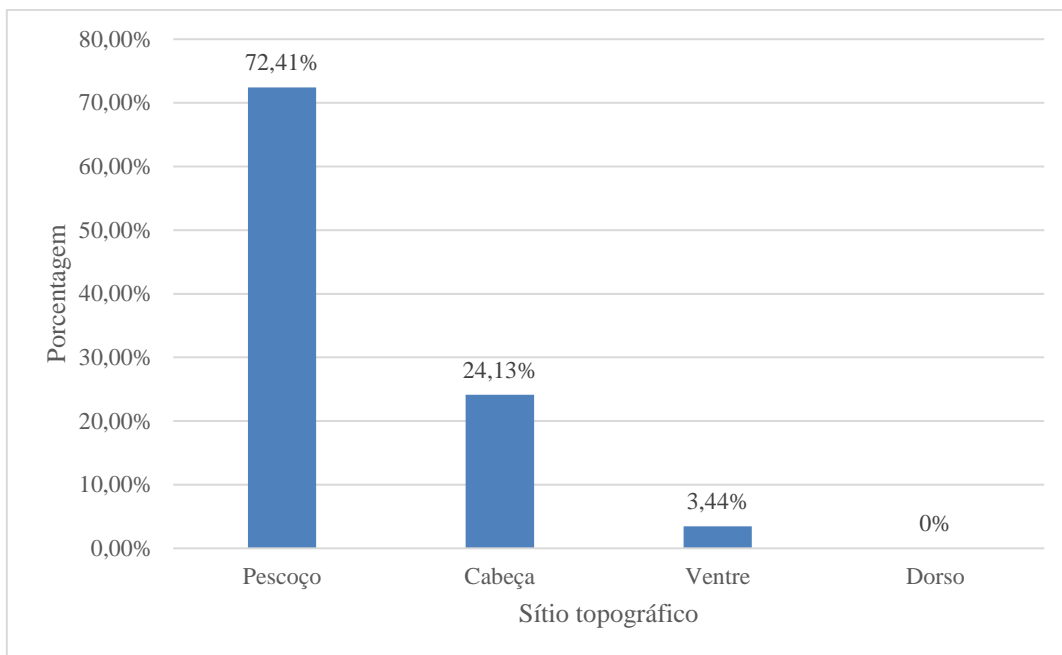
**Tabela. 1.** Parâmetros ecológicos de piolhos da avifauna de três fragmentos antropizados de um brejo de altitude do semiárido brasileiro. (N: Número de aves capturadas; I: número de aves infestadas; IF: número de aves infestadas por determinada espécie de piolho; P%, Prevalência percentual; IM: Intensidade média; MA: Abundância média; IC 95%, intervalo de confiança de 95%; D: Índice de agregação (Discrepância de Poulin); NA: não disponível.



**Figura 2.** Distribuição topográfica da comunidade de piolhos da avifauna de três fragmentos antropizados de um brejo de altitude no semiárido brasileiro.



**Figura 3.** Distribuição topográfica da comunidade de piolhos da avifauna de três fragmentos antropizados de um brejo de altitude no semiárido brasileiro.



**Figura 4.** Distribuição topográfica de *Amblyomma sculptum* (Acari, Ixodidae) da avifauna de três fragmentos antropizados de um brejo de altitude no semiárido brasileiro.

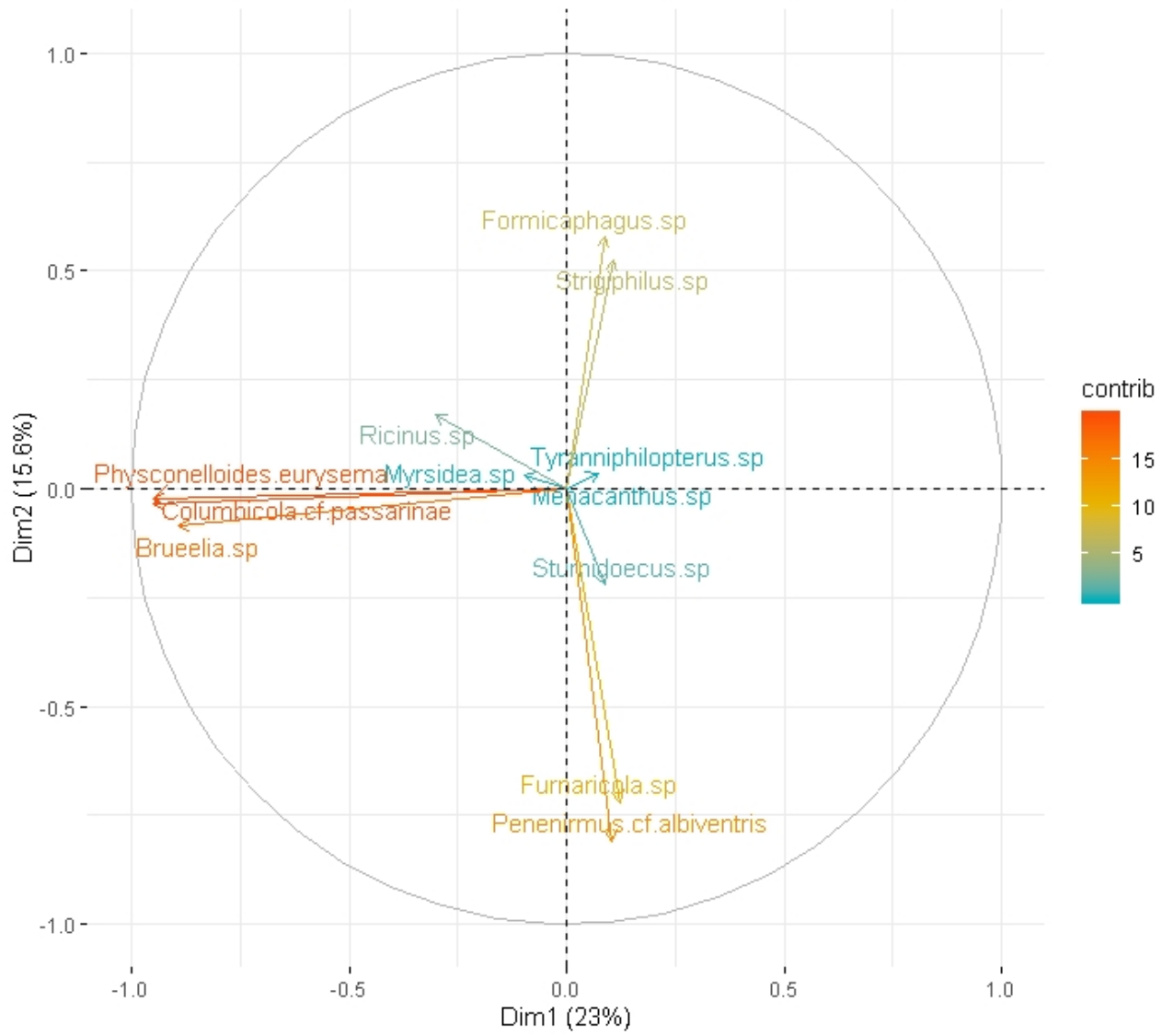
<b>Ectofauna</b>	<b>Fragmento</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Aves hospedeiras</b>
<i>Brueelia</i> sp.	Camapuã	Presente	<i>Turdus amaurochalinus</i> <i>Myiothlypis flaveola</i>
	Mata do macaco	Presente	<i>Myiothlypis flaveola</i>
	Mata do S	Presente	<i>Myiothlypis flaveola</i>
<i>Columbicola cf passerinae</i>	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Ausente	
	Mata do S	Presente	<i>Columbina picui</i> <i>Columbina minuta</i> <i>Columbina talpacoti</i>
<i>Formicaphagus</i> sp.	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Presente	<i>Conopophaga lineata</i>
	Mata do S	Presente	<i>Conopophaga cearae</i> <i>Thamnophilus torquatus</i> <i>Thamnophilus capistratus</i> <i>Taraba major</i>
<i>Furnaricola</i> sp.	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Ausente	
	Mata do S	Presente	<i>Phacellodomus rufifrons</i> <i>Synallaxis frontalis</i>
<i>Menachantus</i> sp.	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Ausente	
	Mata do S	Presente	<i>Turdus amaurochalinus</i>
<i>Myrsidea</i> sp.	Camapuã	Presente	<i>Myiothlypis flaveola</i>

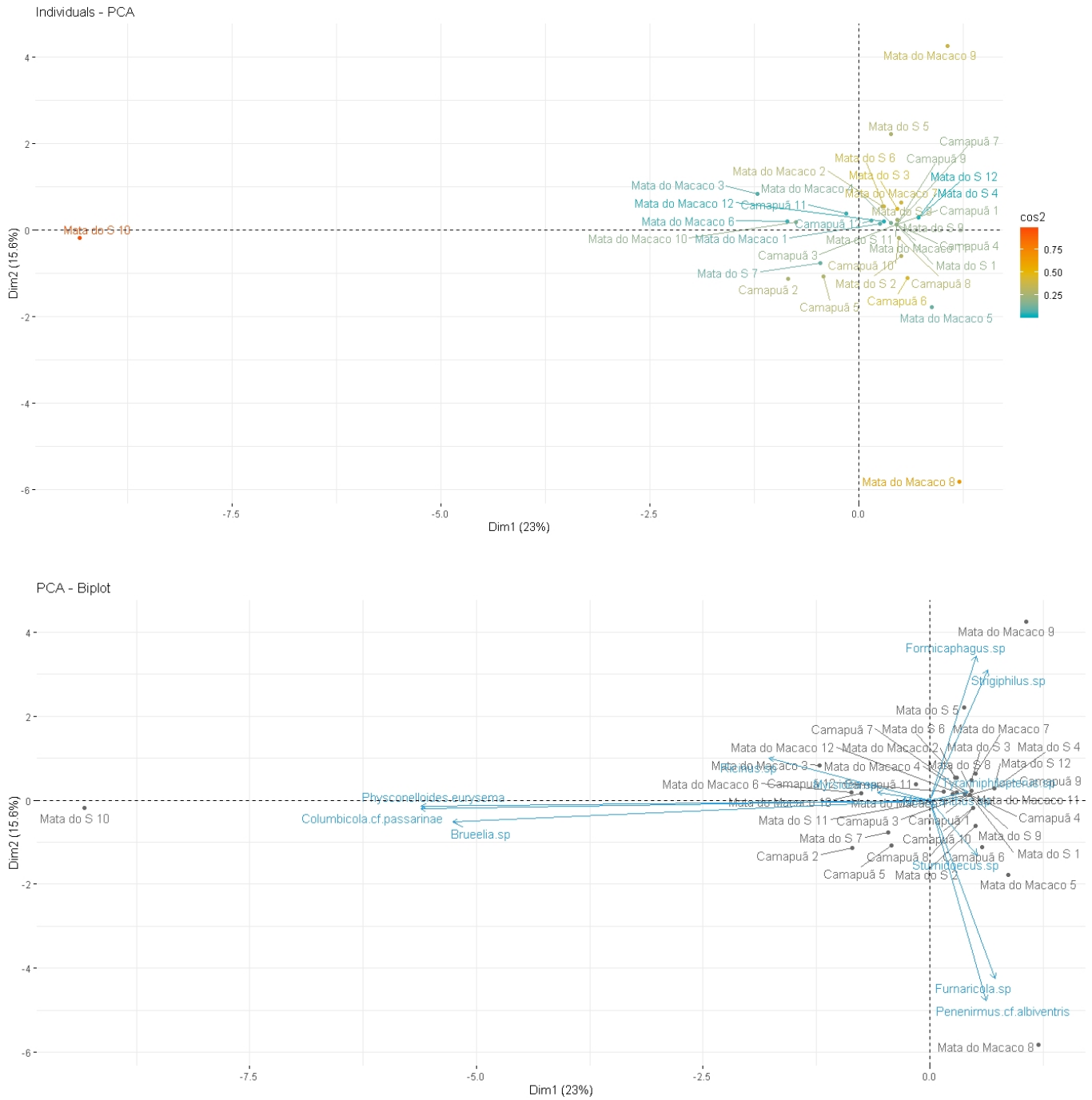
	Mata do macaco	Presente	<i>Basileuterus culicivorus</i>
	Mata do S	Presente	<i>Turdus leucomelas</i>
			<i>Arremon taciturnus</i>
			<i>Tangara cayana</i>
<i>Penenirmus cf albiventris</i>	Camapuã	Presente	<i>Troglodytes musculus</i>
	Mata do macaco	Presente	<i>Troglodytes musculus</i>
	Mata do S	Presente	<i>Troglodytes musculus</i>
<i>Physconelloides eurysema</i>	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Ausente	
	Mata do S	Presente	<i>Columbina talpacoti</i>
<i>Ricinus sp.</i>	Camapuã	Presente	<i>Tangara cayana</i>
			<i>Myiothlypis flaveola</i>
	Mata do macaco	Presente	<i>Myiothlypis flaveola</i>
			<i>Thlypopsis sordida</i>
			<i>Basileuterus culicivorus</i>
	Mata do S	Presente	<i>Tangara cayana</i>
			<i>Thlypopsis sordida</i>
			<i>Tolmomyias flaviventris</i>
			<i>Zonotrichia capensis</i>
<i>Strigiphilus sp.</i>	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Presente	<i>Megascops choliba</i>
	Mata do S	Ausente	
<i>Sturnidoecus cf sarwatae</i>	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Presente	<i>Turdus rufiventris</i>
	Mata do S	Ausente	
<i>Tyranniphlopterus sp.</i>	Camapuã	Ausente	
	Mata do macaco	Ausente	
	Mata do S	Presente	<i>Megarynchus pitangua</i>

**Tabela 2.** Ectofauna de piolhos encontrada em cada fragmento e suas aves hospedeiras.

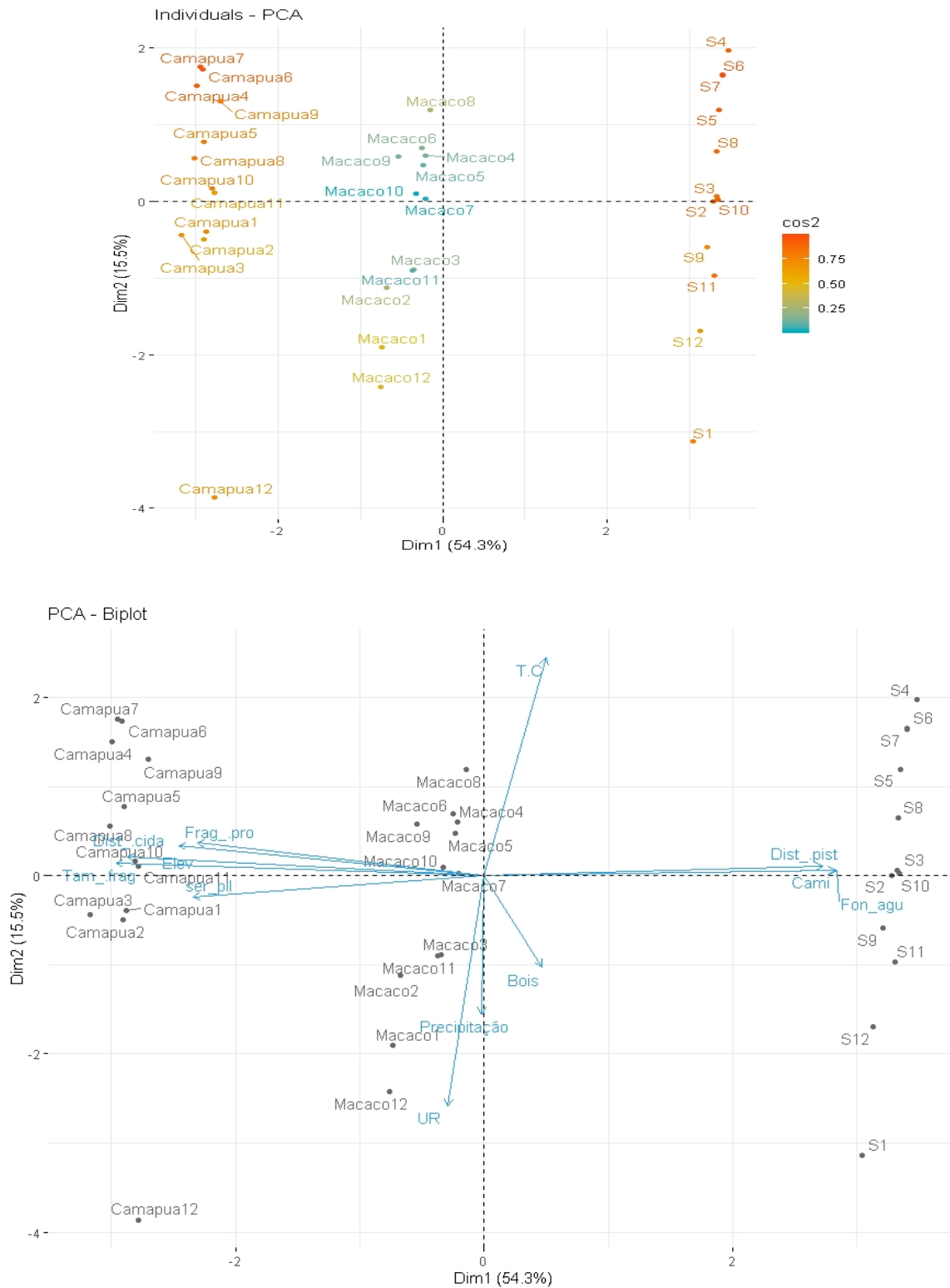


Variables - PCA

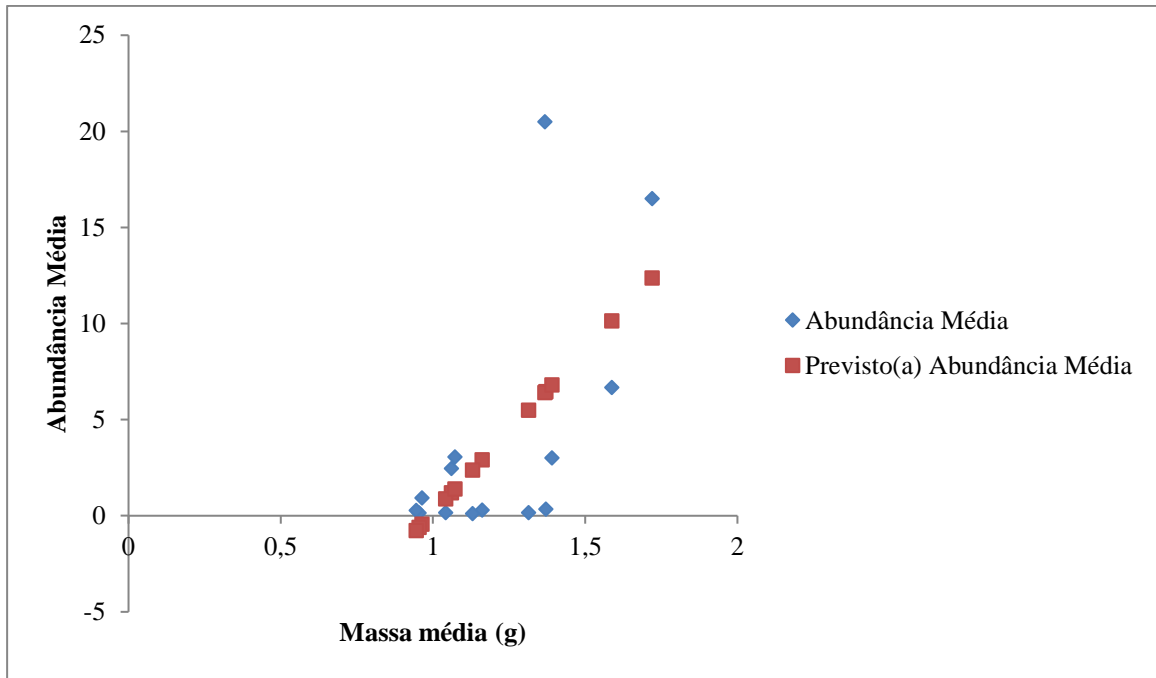




**Figura 5.** PCA sobre a distribuição da ectofauna de piolhos nos três fragmentos ao longo dos 12 meses de coleta.

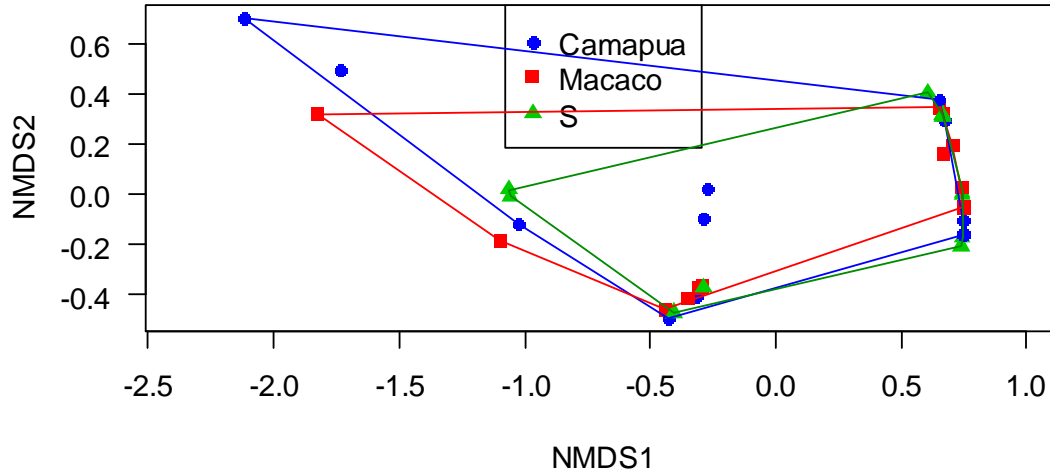


**Figura 6.** PCA abiótica. Representação da influência dos fatores ambientais e antrópicos sobre os fragmentos.



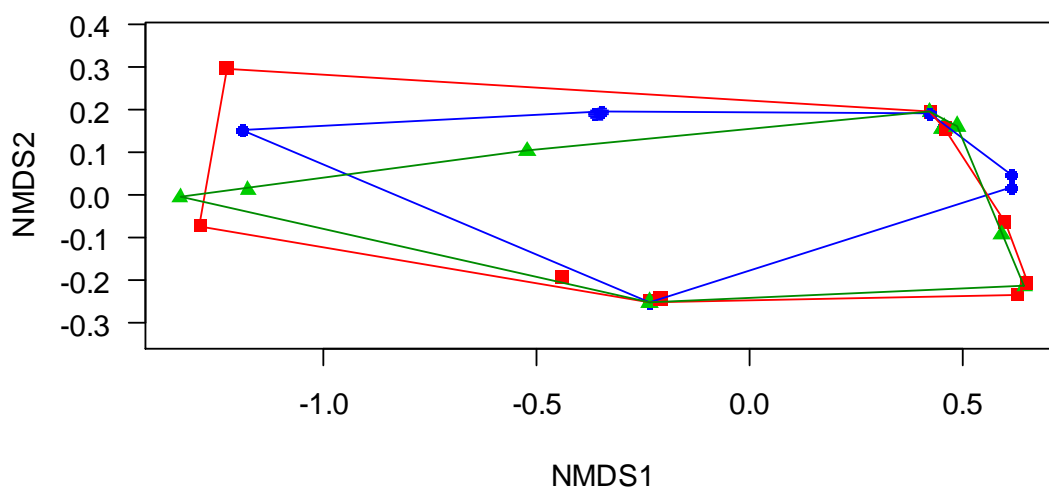
**Figura 7.** Relação entre a massa corpórea das aves hospedeiras e a abundância média de piolhos.

### Abundância *A. sculptum*

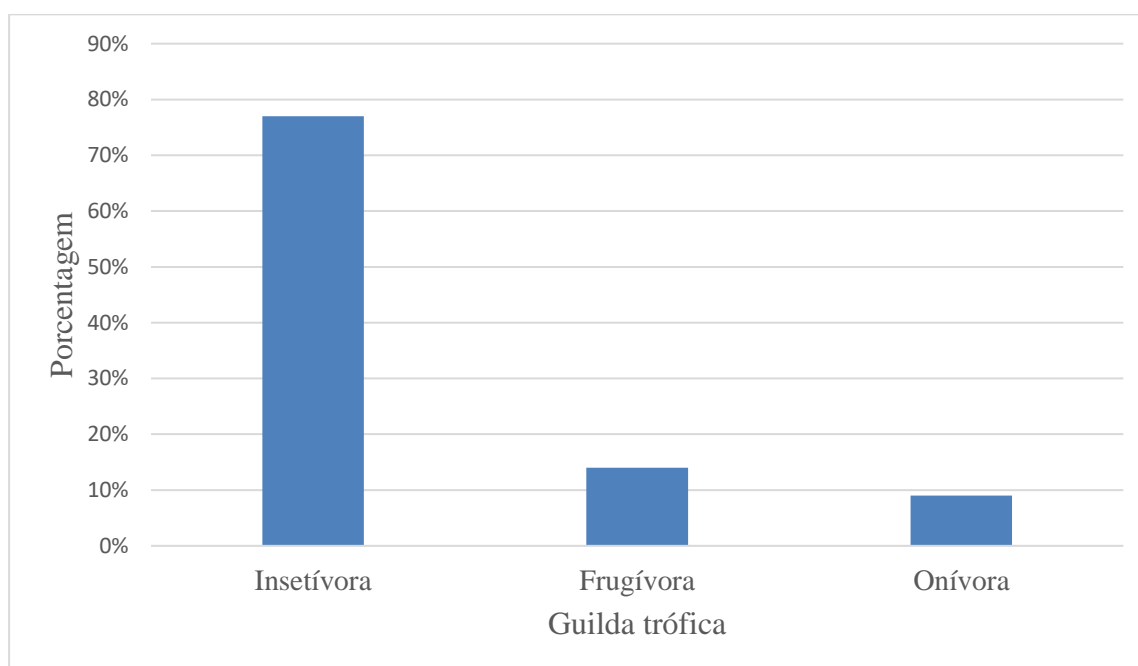


**Figura 8.** NMDS da distribuição de *Amblyomma sculptum* nos fragmentos.

### Aves parasitadas



**Figura 9.** NMDS da distribuição de aves parasitadas por *Amblyomma sculptum* nos fragmentos.



**Figura 10.** Aves parasitadas por *Amblyomma sculptum* de acordo com a guilda trófica.

#### 4.4 Discussão

As prevalências de piolhos em ecossistemas de mata úmida no Brasil variam bastante, considerando-se estudos anteriores realizados na Mata Atlântica como os de Roda e Farias (1999), Soares (2018) e Marini et al. (1996). O baixo número de aves parasitadas no presente

estudo, considerando-se tanto a comunidade quanto as populações de aves separadamente, pode refletir o padrão de distribuição binomial negativo, presente em diversos sistemas parasito-hospedeiro. A tendência é que as populações de parasitos se diluam nas de seus hospedeiros de forma dispersa, ou aglomerada, fazendo com que a maioria dos hospedeiros tenham poucos parasitos e muitos parasitos concentrem-se em poucos hospedeiros (WALL, 2007, ANDERSON e MAY, 1982).

Os piolhos encontrados nas aves pertencem a duas subordens, Amblycera e Ischnocera. São ectoparasitos obrigatórios, completando todo ciclo de vida no corpo do hospedeiro e, geralmente, bastante específicos (SZCZYKUTOWICZ, 2006). Trata-se de artrópodes hemimetábolos, com três estágios ninfais, e cuja transmissão é feita principalmente por contato direto durante o cuidado parental (vertical), ou durante a cópula (horizontal) (GALLOWAY, 2017). Além disso, apesar de mais raro, também foi registrado o comportamento de foresia, através do qual piolhos Ischnocera utilizaram moscas Hippoboscidae como forma de chegar a outros hospedeiros (KEIRANS, 1975; BARTLOW, 2016). Os piolhos de ambas ordens apresentam apêndices mastigadores, alimentando-se principalmente das penas das aves, embora algumas espécies de Amblycera alimentam – se de partes mortas ou vivas da pele, e de sangue (JOHNSON e CLAYTON, 2003; MEY, 2007). Esses ectoparasitos podem causar a redução da expectativa de vida devido danos causados às penas, dificultando a performance de voo, e causando maior mortalidade durante migrações; aumento do metabolismo do hospedeiro, e redução da termorregulação; redução da atratividade sexual e comprometimento da reprodução (BOOTH et al. 1993; CLAYTON, 1990; BARBOSA et al. 2002; MORENO–RUEDA e HOI, 2012).

Quando considerada a preferência topográfica dos piolhos e carrapatos no corpo das aves, a cabeça e o pescoço foram as áreas preferidas. Diferentes espécies de ectoparasitos adaptaram-se à ocupação de sítios específicos no corpo de seus hospedeiros, de forma que distribuições diferenciais são comuns, e a preferência por regiões topográficas no corpo das aves pode estar relacionada ao intuito de evitar o *preening*, principal comportamento de defesa contra ectoparasitos, ou com a competição por recursos com outros parasitos (REICZIGEL e ROZSA, 1998; TOMPKINS e CLAYTON, 1999; TOUATI SAMIRA OUI 2013; MISHRA et al. 2016). A cabeça e o pescoço das aves são áreas de difícil ou impossível acesso durante o comportamento de limpeza das penas, o que pode facilitar a preferência dos ectoparasitos por essas regiões. Características morfológicas das aves, como tamanho e

morfologia das penas, também podem influenciar a segregação espacial dos ectoparasitos, uma vez que promovem heterogeneidade de micro habitats; além disso, a pele e seus processos tegumentares são responsáveis pela criação de microclimas no corpo do hospedeiro, variando em temperatura e umidade, e facilitando a ocupação de zonas específicas também de acordo com esses fatores (HALBRITTER e MULLENS, 2011).

O ciclo de vida dos ectoparasitos está relacionado às características e adaptações ecológicas de seus hospedeiros, como tamanho, mecanismos de defesa, modos de vida solitário ou gregário, dentre outros (MURRAY, 1990). Foi possível observar que quanto maior o tamanho corporal das espécies de aves, maior a abundância média de piolhos, o que também foi observado por Rozsa (1997). Essa relação pode ser explicada pela aplicação da teoria de biogeografia de ilhas ao sistema ave hospedeira – parasito, e parte do princípio que aves maiores fornecem maior espaço para ocupação e coexistência de ectoparasitos, além de mais refúgios topográficos, facilitando a fuga de comportamentos como *preening* (ROZSA, 1997; BUSH e CLAYTON, 2018).

Os brejos de altitude vêm sofrendo intensa degradação, principalmente devido à pecuária e agricultura extensivas (LINS, 1989; RODRIGUES et al. 2008). A fragmentação e aumento das áreas de bordas podem expor espécies de aves que vivem nos fragmentos a novas espécies de parasitos aos quais têm menos resistência, facilitar a detectabilidade de ninhos por parasitos nas bordas, fazer com que aves usem ninhos antigos já infestados devido à perda de habitats para construção de novos ninhos, e promover alterações patogênicas como consequência do estresse fisiológico associado à perda da qualidade do habitat (LOYEAND CARROLL, 1995). Uma variação genética reduzida, devido a uma deriva genética e endogamia em populações pequenas de uma área fragmentada, podem aumentar a susceptibilidade ao parasitismo, resultando em impactos negativos em indivíduos que variam pouco quanto à resistência (HOLMES, 1996). Apesar dos fragmentos diferirem em alguns aspectos, não foram encontradas diferenças significativas entre os índices parasitários nas três áreas amostradas.

*Amblyomma sculptum* foi o único carrapato encontrado nas aves, e é uma das seis espécies do complexo *Amblyomma cajennense*, sendo o mais frequente na região nordeste do Brasil (NAVA et al. 2014). Dentre diferentes espécies de ectoparasitos de animais e humanos, os carrapatos estão entre os mais importantes em termos de transmissão de patógenos (DE LA FUENTE et al. 2008; ESTRADA-PEÑA, 2015). *Amblyomma sculptum* é de grande

importância médica e veterinária, por ser, no Brasil, o principal vetor da bactéria *Rickettsia rickettsii*, agente etiológico da Febre Maculosa, podendo atuar como vetor tanto em suas fases imaturas (larva, ninfa) quanto na fase adulta (FIOL et al. 2010; LUGARINIET al. 2015).

*Amblyomma sculptum* é um carrapato trioxeno, conhecido por apresentar baixa especificidade quanto aos hospedeiros, tais como humanos, equídeos, capivaras, antas, tamanduás-bandeira, onças-pintadas, bovinos, cães domésticos, entre outros (SOUZA et al. 2006; Martins et al. 2016; RODRIGUES et al. 2019). Por tratar-se de uma fazenda, no local de estudo há a presença de animais domésticos, como cavalos, cães e bois, os quais vivem em constante contato e proximidade dos fragmentos de mata, o que pode ter facilitado a infestação das aves por *A. sculptum*. Além disso, capivaras e tamanduás também são encontrados habitando os fragmentos.

Segundo MARTINS et al. (2016) essa espécie de carrapato parece ter preferência por áreas de clima tropical, com registros nos biomas Cerrado, Pantanal, e Floresta Atlântica, além de regiões da Caatinga. Ainda segundo os autores, em regiões de Mata Atlântica, os registros de *A. sculptum* são predominantemente restritos às áreas onde a cobertura florestal natural foi degradada ou está ausente. SZABÓ et al. (2009) realizaram pesquisa em uma reserva de floresta atlântica onde *A. sculptum* não foi encontrado no interior da mata densa e preservada, mesmo havendo a presença de hospedeiros abundantes, enquanto nos locais onde houve degradação da cobertura natural, o carrapato era facilmente encontrado. Dessa forma, foi sugerido que o aumento na distribuição de *A. sculptum* está relacionado à intensiva degradação da Floresta Atlântica ao longo dos últimos séculos, conforme observado no presente estudo.

*A. sculptum* tem apenas uma geração anual, pois suas larvas têm um comportamento característico de diapausa, ficando latentes até que fatores ambientais, como temperatura e fotoperíodo, reflitam condições propícias ao seu desenvolvimento (RODRIGUES et al. 2015; LABRUNA et al. 2003). As fases imaturas de *A. sculptum* são mais comuns nos períodos de outono e inverno, enquanto os adultos preferem climas mais quentes e úmidos (LABRUNA, 2002; GUEDES e CERQUEIRA, 2008). Durante todo o período de coleta de dados, foram encontradas apenas as fases imaturas (ninfas), e as variações de temperatura, umidade e precipitação não explicaram a distribuição desse carrapato ao longo dos fragmentos.

Pesquisas anteriores registraram o parasitismo de diversas espécies de carrapatos em aves brasileiras, incluindo espécies do complexo *A. cajennense*, e o próprio *A. sculptum* (LUZ



e FACCINI, 2013; LUZ et al., 2016). Apesar das aves poderem tornar-se riquetsêmicas, permitindo a infecção de carrapatos, não parece existir risco de serem reservatórios para o agente etiológico da doença (ELFVING, 2010). Entretanto, mais preocupante, talvez, seja o fato que, devido à grande mobilidade conferida pelo voo, as aves possam transportar carrapatos infectados para ecossistemas distantes, facilitando tanto a dispersão do carrapato quanto de *R. rickettsii* (LUGARINI et al. 2015; MUKHERJEE et al., 2014; JONGEJAN, 2004).

Em relação às guildas tróficas, a maioria das aves infestadas por *Amblyomma sculptum* pertencem à guilda insetívora (77%), seguidas por aves das guildas frugívoras (14%) e onívoras (9%) (Figura 10). A predominância dos carrapatos nas aves insetívoras pode ser explicada pelo fato das espécies forragearem principalmente em estratos mais baixos da floresta, perto de folhagens e do solo, facilitando o contato com carrapatos, uma vez que a maior parte desses aracnídeos procuram por hospedeiros próximo ao solo, o que limita seu contato com aves que forrageiam nos estratos mais altos (HELLER et al. 2019).

Fatores abióticos ambientais, como temperatura, umidade e precipitação, são importantes no sistema parasito-hospedeiro por serem capazes de influenciar aspectos do ciclo de vida, da abundância e da prevalência de diferentes espécies de ectoparasitos, e, conseqüentemente sobre a pressão que exercem sobre seus hospedeiros. Segundo Moyer et al. (2002), umidade é um fator que determina de forma diferencial a abundância de piolhos em aves que habitam regiões áridas e suas coespecíficas em áreas mais úmidas, de forma que baixas umidades causam redução da abundância de piolhos, exercendo grande pressão sobre esses ectoparasitos. Temperatura e precipitação também determinam padrões de prevalência e abundância sobre artrópodes ectoparasitos (MENNERAT et al. 2018; WHITE et al., 2014). Em estudo realizado por Merino e Potti (1996), além de demonstrar os efeitos negativos do parasitismo de ninho sobre o crescimento e sobrevivência de filhotes de aves, os autores constataram mudanças na pressão exercida por ectoparasitos, mostrando que o clima tem influência sobre seus picos de atividade e desenvolvimento. No presente estudo não foi observada influência significativa de fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação sobre a abundância dos carrapatos e piolhos da avifauna (Figura 8 e Tabela S3). Apesar do grande esforço amostral esses resultados podem ter sido influenciados pela dificuldade em encontrar ectoparasitos.

Embora existam diferenças entre as variáveis antrópicas atuando sobre os três remanescentes estudados, essas alterações ambientais não parecem exercer pressão diferencial nas relações entre as aves e seus ectoparasitos amostrados no presente estudo. A presença de *Amblyomma sculptum* parasitando aves capturadas durante o estudo é um importante indicador das consequências da antropização, uma vez que esta espécie é frequente em áreas de mata úmida degradadas devido a ações antrópicas.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

No presente estudo não foram encontradas diferenças referentes aos parâmetros parasitários da avifauna entre remanescentes de brejo de altitude apesar dos fragmentos diferirem entre si quanto aos fatores antrópicos. Através desse estudo, foi possível identificar a ocorrência de doze táxons de piolhos mastigadores e um de carrapato parasitando as aves capturadas. A presença de *Amblyomma sculptum* na área de estudo, parasitando aves florestais, está de acordo com o observado em pesquisas anteriores, que registraram essa espécie de carrapatos em fragmentos de mata úmida onde a cobertura vegetal original foi degradada. Foi observada preferência por sítios topográficos específicos do corpo das aves hospedeiras por parte dos piolhos e carrapatos. Além disso, a abundância média de piolhos parece estar relacionada ao tamanho corporal das aves. Variáveis abióticas como temperatura, umidade e precipitação não exerceram influência sobre a abundância média dos piolhos e carrapatos ao longo do período de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Roy M.; MAY, Robert M. Coevolution of hosts and parasites. **Parasitology**, v.85, n. 2, p. 411-426, 1982.

ANDRADE-LIMA, D. de. Tipos de florestas de Pernambuco. **Anais da Associação dos Geógrafos brasileiros**, v. 12, n. 1, p. 68-95, 1961.

ANDRADE-LIMA, D. de. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**, p.305-341, 1960.

ARZUA, Márcia; VALIM, Michel P. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo de ectoparasitos em aves. **Von Matter S.; Straube, F.; Candido Jr., JF**, p. 349-365, 2010.

BARBOSA, Vanessa Vasconcelos et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco–Brasil (Analysis of climate variability in the city of Garanhuns, Pernambuco-Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 353-367, 2016.

BOOTH, David T.; CLAYTON, Dale H.; BLOCK, Barbara A.. Experimental demonstration of the energetic cost of parasitism in free-ranging hosts. **Proceedings Of The Royal Society Of London B**. [s. L.], p. 125-129. 23 ago. 1993.

BROWN, Charles R.; BROWN, Mary Bomberger; RANNALA, Bruce. Ectoparasites reduce long-term survival of their avian host. **Proceedings Of The Royal Society Of London B**. [s. L.], p. 313-319. 1995.

BUSH, Sarah E.; CLAYTON, Dale H. Anti-parasite behaviour of birds. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 373, n. 1751, p. 20170196, 2018.

BUSH, Albert O. et al. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **The Journal of parasitology**, p. 575-583, 1997.

CLAYTON, Dale H.; TOMPKINS, Daniel M. Comparative effects of mites and lice on the reproductive success of rock doves (*Columba livia*). **Parasitology**, v. 110, n. 2, p. 195-206, 1995.

CLAYTON, Dale H.. Mate Choice in Experimentally Parasitized Rock Doves: Lousy Males Lose. **Amer. Zool.** [s. L.], p. 251-262. 1990.

CLERGEAU, Philippe et al. Avifauna homogenisation by urbanisation: analysis at different European latitudes. **Biological conservation**, v. 127, n. 3, p. 336-344, 2006.

DE LA FUENTE, Jose et al. Overview: ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. **Front Biosci**, v. 13, n. 13, p. 6938-6946, 2008.

ELFVING, Karin et al. Dissemination of spotted fever rickettsia agents in Europe by migrating birds. **PLoS One**, v. 5, n. 1, 2010.

ESTRADA-PEÑA, A. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. **Rev Sci Tech**, v. 34, n. 1, p. 53-65, 2015.

FIOL, Fernando de Sá Del et al. A febre maculosa no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 27, p. 461-466, 2010.

GALLOWAY, Terry D.; LAMB, Robert J. Abundance of chewing lice (Phthiraptera: Amblycera and Ischnocera) increases with the body size of their host woodpeckers and sapsuckers (Aves: Piciformes: Picidae). **Can Entomol**, v. 149, p. 473-481, 2017.

GILLESPIE, Thomas R.; CHAPMAN, Colin A. Forest fragmentation, the decline of an endangered primate, and changes in host–parasite interactions relative to an unfragmented forest. **American Journal of Primatology**, v. 70, n. 3, p. 222-230, 2008.

GIRÃO, Weber. **Aves da Chapada do Arararipe**: guia fotográfico. [s. L.]: Aquasis, 2014. 145 p.

GONZÁLEZ-ACUÑA, D; LARA, J; A CICCHINO,. Nuevos registros de piojos (Insecta: Phthiraptera) en aves domésticas y ornamentales en Chile. **Arch.Med.Vet**, [s. L.], v. 41, p.181-184, nov. 2009.

GUEDES, ELIZÂNGELA; LEITE, ROMÁRIO CERQUEIRA. Dinâmica sazonal de estádios de vida livre de *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae) numa área endêmica para febre maculosa, na região de Coronel Pacheco, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 78-82, 2008.

HADDAD, Nick M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HALBRITTER, D. A.; MULLENS, B. A. Responses of *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae) and *Menacanthus stramineus* (Phthiraptera: Menoponidae) to gradients of temperature, light, and humidity, with comments on microhabitat selection on chickens. **Journal of medical entomology**, v. 48, n. 2, p. 251-261, 2011.

HOLMES, John C.. Parasites as threats to biodiversity in shrinking ecosystems. **Biodiversity And Conservation**. [s. L.], p. 975-983. 1996.

IBGE. 1985. **Atlas nacional do Brasil**: região Nordeste. IBGE, Rio de Janeiro.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1977. **Geografia do Brasil**: região nordeste. v. 2. IBGE, Rio de Janeiro.

JOHNSON, Kevin P.; BUSH, Sarah E.; CLAYTON, Dale H. Correlated evolution of host and parasite body size: tests of Harrison's Rule using birds and lice. **Evolution**, v. 59, n. 8, p. 1744-1753, 2005.

JOHNSON, Kevin P.; CLAYTON, Dale H. The biology, ecology, and evolution of chewing lice. **Illinois Natural History Survey Special Publication**, v. 24, p. 449-476, 2003.

JONGEJAN, Frans; UILENBERG, G. The global importance of ticks. **Parasitology**, v. 129, n. S1, p. S3-S14, 2004.

KEIRANS, James E. A review of the phoretic relationship between Mallophaga (Phthiraptera: Insecta) and Hippoboscidae (Diptera: Insecta). **Journal of Medical Entomology**, v. 12, n. 1, p. 71-76, 1975.

LABRUNA, Marcelo B. et al. Larval behavioral diapause regulates life cycle of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) in Southeast Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 40, n. 2, p. 170-178, 2003.

LABRUNA, Marcelo B. et al. Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 105, n. 1, p. 65-77, 2002.

LAURANCE, William F.; SAYER, Jeffrey; CASSMAN, Kenneth G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in ecology & evolution**, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan GW. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LEHMANN, T.. Ectoparasites: Direct impact on host fitness. **Parasitology Today**. [s. L.], p. 8-13. 1993.

LIM, Haw Chuan; SODHI, Navjot S. Responses of avian guilds to urbanisation in a tropical city. **Landscape and Urban Planning**, v. 66, n. 4, p. 199-215, 2004.

LINS, R. C. **As áreas de exceção do agreste de Pernambuco**. Recife : Sudene,1989.

LOYE, Janella; CARROLL, Scott. Birds, bugs and blood: avian parasitism and conservation. **Trends in Ecology And Evolution**, [s. L.], v. 6, n. 10, p.232-235, jun. 1995.

LUGARINI, Camile et al. Rickettsial agents in avian ixodid ticks in northeast Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 6, n. 3, p. 364-375, 2015.

LUZ, Hermes Ribeiro et al. New records for *Amblyomma sculptum* (Ixodidae) on non-passerine birds in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, n. 1, p. 124-126, 2016.

LUZ, H. R.; FACCINI, J. L. H. Ticks on Brazilian birds: overview. **Birds. Evolution and Behavior. Breeding strategies, migration and dispersion of diseases**. Nova, NY, p. 97-125, 2013.

MARINI, Miguel Ângelo et al. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. **Ararajuba**, v. 4, n. 2, p. 93-102, 1996.

MARTINS, Thiago F. et al. Geographical distribution of *Amblyomma cajennense* (sensulato) ticks (Parasitiformes: Ixodidae) in Brazil, with description of the nymph of *A. cajennense* (sensustricto). **Parasites & vectors**, v. 9, n. 1, p. 186, 2016.

MARTINS, Thiago F. et al. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescrptions, and identification key. **Ticks And Tick-borne Diseases**, [s. L.], v. 1, n. 2, p.75-99, jun. 2010.

MARZLUFF, John M. Island biogeography for an urbanizing world: how extinction and colonization may determine biological diversity in human-dominated landscapes. **Urban Ecosystems**, v. 8, n. 2, p. 157-177, 2005.

MATA, Jorge R. Rodriguez; ERIZE, Francisco; RUMBOLL, Maurice. **A Field Guide to the Birds of South America: Non-passerines: from Rheas to Woodpeckers**. Harper Collins, 2006.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological conservation**, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. **Bioscience**, v. 52, n. 10, p. 883-890, 2002.

MELO, José Iranildo Miranda de; RODAL, Maria Jesus Nogueira. Levantamento florístico de um trecho de floresta serrana no planalto de Garanhuns, Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p.173-178, 2003.

MENNERAT, Adele et al. Parasite intensity is driven by temperature in a wild passerine bird. **bioRxiv**, p. 323311, 2018.

MISHRA, Sagarika; PEDNEKAR, Ridhhi; GATNE, Mukulesh. A comparative study of region specificity in bird louse in organized and unorganized sector of Mumbai. **Int. J. Sci. Env. Tech**, v. 5, n. 5, p. 3506-3511, 2016.

MUKHERJEE, Nabanita et al. Importation of exotic ticks and tick-borne spotted fever group rickettsiae into the United States by migrating songbirds. **Ticksandtick-borne diseases**, v. 5, n. 2, p. 127-134, 2014.

OLIVEIRA, Marcondes Albuquerque de; SILVA JÚNIOR, Antonio Paulo da. **Laudo técnico da Fazenda Fojos, Garanhuns, PE**. Recife. 2008. 34 p.



PALMA, Ricardo L. Slide-mounting of lice: a detailed description of the Canada balsam technique. **New Zealand Entomologist**, v. 6, n. 4, p. 432-436, 1978.

PILOSOF, Shai et al. Effects of anthropogenic disturbance and climate on patterns of bat fly parasitism. **PLoS One**, v. 7, n. 7, p. e41487, 2012.

PÔRTO, Kátia C.; CABRAL, Jaime JP; TABARELLI, Marcelo. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba. **História natural, ecologia e conservação. Ministério do Meio Ambiente e Universidade Federal do Pernambuco, Brasília**, 2004.

PRICE, D. R. et al. **The Chewing Lice: World Checklist and Biological Overview**. Illinois: Illinois Natural History Survey, 2003.

PROCTOR, Heather; OWENS, Ian. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. **Trends In Ecology And Evolution**. [s. L.], p. 358-364. set. 2000.

REICZIGEL, Jenö; ROZSA, Lajos. Host-mediated site segregation of ectoparasites: an individual-based simulation study. **The Journal of parasitology**, p. 491-498, 1998.

RICHNER, Heinz; TRIPET, Frédéric. Ectoparasitism and the trade-off between current and future reproduction. **Oikos**. [s. L.], p. 535-538. 1999.

RIDGELY, Robert S.; TUDOR, Guy. **Field guide to the songbirds of South America: the passerines**. University of Texas Press, 2009.

RODA, Sônia Aline; FARIAS, Ângela Maria Isidro de. Aves silvestres infestadas por Phthiraptera (Insecta) na Zona da mata Norte de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 871-878, 1999.

RODRIGUES, V. da S. et al. Carrapatos em cavalos: *Amblyomma sculptum* e *Dermacentor nitens*. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

RODRIGUES, V. et al. Carrapato-estrela (*Amblyomma sculptum*): ecologia, biologia, controle e importância. **Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

RODRIGUES, Paulo Cesar Guimarães et al. Ecologia dos Brejos de Altitude do agreste pernambucano. **Revista de Geografia (Recife)-ISSN: 0104-5490**, v. 25, n. 3, p. 20-34, 2008.

ROOS, Andrei Langeloh. Capturando aves. In: VON MATTER, Sandro; STRAUBE, Fernando Costa; ACCORDI, Iury Almeida; PIACENTINI, Vítor de Queiroz; CÂNDIDO, José Flávio (org.). **Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento.** Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. Cap. 4. p. 79-104.

SENAR, Juan Carlos et al. Prevalence of louse-flies Diptera, Hippoboscidae parasiting a cardueline finch and its effect on body condition. **Ardea.** [s. L.], p. 157-160. out. 1994.

SIGRIST, Tomas. **Guia de campo avis brasilis avifauna brasileira: Descrição das espécies.** Avis Brasilis Editora, 2009.

SOARES, Sabrina Dos Santos. Ectoparasitismo de aves em um fragmento de mata atlântica no distrito de cacaria (PIRAÍ, RJ). 2018.

SOUZA, Savina Silvana Aparecida Lacerra de et al. Dinâmica sazonal de carrapatos (Acari: Ixodidae) na mata ciliar de uma área endêmica para febre maculosa na região de Campinas, São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 887-891, 2006.

SZABÓ, Matias Pablo Juan et al. Ecological aspects of the free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails within Atlantic rainforest in south-eastern Brazil. **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, v. 103, n. 1, p. 57-72, 2009.

SZCZYKUTOWICZ, Anetta et al. Patterns in the distribution of avian lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera) living on the great grey shrike *Laniusexcubitor*. **Parasitology Research**, v. 98, n. 6, p. 507-510, 2006.

THEULEN, Verônica. Conservação dos Brejos de Altitude no Estado de Pernambuco. In: PÔRTO, Kátia C.; CABRAL, Jaime J. P.; TABARELLI, Marcelo (Org.). **Brejos de Altitude em Paraíba e Pernambuco: História Natural, Ecologia e Conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Cap. 20. p. 299-302.

TOMPKINS, Daniel M.; CLAYTON, Dale H. Host resources govern the specificity of swiftlet lice: size matters. **Journal of Animal Ecology**, v. 68, n. 3, p. 489-500, 1999.

TOUATI, Laid; SAMRAOUI, Boudjéma. Diversity and distribution of avian lice on Greater Flamingo chicks (*Phoenicopterus roseus*) in Algeria. **Avian biology research**, v. 6, n. 4, p. 261-268, 2013.

WALL, Richard. Ectoparasites: future challenges in a changing world. **Veterinary parasitology**, v. 148, n. 1, p. 62-74, 2007.

WEDDLE, Carie B.. Effects of ectoparasites on nestling body mass in the house sparrow. **The Condor**. [s. L.], p. 684-687. 2000.

WHITE JR, Thomas H. et al. Niche restriction and conservatism in a Neotropical psittacine: the case of the Puerto Rican Parrot. **Habitat loss: causes, effects on biodiversity and reduction strategies**. New York: Nova Science, p. 1-83, 2014.

WHITING, Michael F. et al. A molecular phylogeny of fleas (Insecta: Siphonaptera): origins and host associations. **Cladistics**, v. 24, n. 5, p. 677-707, 2008.

## APÊNDICE

### *Material Suplementar*

**Tabela. S1.** Espécies de Piolhos parasitos e as aves hospedeiras em três fragmentos de um brejo de altitude em Garanhuns, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

**Tabela. S2.** Espécie de carrapato de aves em três fragmentos de um brejo de altitude em Garanhuns, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

**Tabela S3.** Resultados do modelo linear generalizado sobre a influência da temperatura, umidade e precipitação sobre a abundância média dos piolhos.

**Tabela. S 1**

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>Hospedeiros</b>
<b>Phloptoridae</b>	<i>Brueelia</i> sp.	<i>Coereba flaveola</i> ; <i>Myiothlypis flaveola</i> ; <i>Turdus amaurochalinus</i>
	<i>Columbicola</i> sp.	<i>Columbina picui</i> ; <i>Columbina minuta</i> ; <i>Columbina talpacoti</i>
	<i>Formicaphagus</i> sp.	<i>Conopophaga cearae</i> , <i>Conopopaga lineata</i> ; <i>Taraba major</i> ; <i>Thamnophilus torquatus</i>
	<i>Furnaricola</i> sp.	<i>Phacellodomus rufifrons</i> ; <i>Synallaxis frontalis</i>
	<i>Penenirmus</i> sp.	<i>Troglodytes musculus</i>
	<i>Physconelloides</i> sp.	<i>Columbina talpacoti</i>
	<i>Strigiphilus</i> sp.	<i>Megascops choliba</i>
	<i>Sturnidoecus</i> sp.	<i>Turdus rufiventris</i>
<b>Menoponidae</b>	<i>Tyranniphlopterus</i> sp.	<i>Megarynchus pitangua</i>
	<i>Menacanthus</i> sp.	<i>Turdus amaurochalinus</i>
<b>Ricinidae</b>	<i>Myrsidea</i> sp.	<i>Arremon taciturnos</i> ; <i>Basileuterus culicivorus</i> ; <i>Camptostoma obsoletum</i> ; <i>Myiothlypis flaveola</i> ; <i>Tangara cayana</i> ; <i>Turdus leucomelas</i>
	<i>Ricinus</i> sp.	<i>Basileuterus culicivorus</i> ; <i>Myiothlypis flaveola</i> ; <i>Tangara cayana</i> ; <i>Thlypopsis sordida</i> ; <i>Tolmomyias flaviventris</i> ; <i>Zonotrichia capensis</i>

**Tabela. S 2**

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>Hospedeiros</b>
<b>Ixodidae</b>	<i>Amblyomma sculptum</i>	<i>Myiothlypis flaveola</i>
		<i>Tangara fastuosa</i>
		<i>Turdus amaurochalinus</i>

*Tolmomyias flaviventris*  
*Troglodytes musculus*  
*Taraba major*  
*Dendroplex picus*  
*Tangara cayana*  
*Cantorchilus longirostris*  
*Conopophaga lineata*  
*Herpsilochmus atricapillus*  
*Conopophaga cearae*  
*Basileuterus culicivorus*  
*Turdus leucomelas*

**Tabela. S 3**

	<b>Df</b>	<b>DevianceResid.</b>	<b>Df</b>	<b>Resid. Dev</b>	<b>F</b>	<b>p-value</b>
<b>GLM de <i>Brueelia</i> sp.</b>						
Temperatura	1	0.0360	10	139.46	0.0022	0.9638
Umidade	1	5.4370	9	134.03	0.3310	0.5809
Precipitação	1	2.6027	8	131.42	0.1584	0.7010
<b>GLM de <i>Columbicola cf passerinae</i></b>						
Temperatura	1	0.062256	10	0.89724	0.6208	0.4535
Umidade	1	0.092052	9	0.80518	0.9179	0.3661
Precipitação	1	0.002916	8	0.80227	0.0291	0.8688
<b>GLM de <i>Penernimus cf albiventris</i></b>						
Temperatura	1	5.5223	10	44.324	1.0184	0.3425
Umidade	1	0.0310	9	44.293	0.0057	0.9416
Precipitação	1	0.9115	8	43.382	0.1681	0.6926
<b>GLM de <i>Myrsidea</i> sp.</b>						
Temperatura	1	0.148002	10	1.3287	1.0340	0.3390
Umidade	1	0.013864	9	1.3148	0.0969	0.7636
Precipitação	1	0.169730	8	1.1451	1.1858	0.3079
<b>GLM de <i>Formicaphagus</i> sp.</b>						
Temperatura	1	359.50	10	5520.8	0.5483	0.4802
Umidade	1	118.66	9	5402.1	0.1810	0.6818
Precipitação	1	156.40	8	5245.7	0.2385	0.6384
<b>GLM de <i>Ricinus</i> sp.</b>						

Temperatura	1	0.00005	10	6.9491	0.0001	0.9942
Umidade	1	0.13687	9	6.8122	0.1709	0.6902
Precipitação	1	0.40467	8	6.4076	0.5052	0.4974