



**INSTITUTO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA
E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**Levantamento de espécies de carrapatos (Acari: Ixodidae) em fragmentos
florestais do município de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu
(PNI)**

MATHEUS HENRIQUE TOGNOLLI

Foz do Iguaçu

2019



**INSTITUTO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA
E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**Levantamento de espécies de carrapatos (Acari: Ixodidae) em fragmentos
florestais do município de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu
(PNI)**

MATHEUS HENRIQUE TOGNOLLI

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Latino-Americano
da Vida e da Natureza da Universidade
Federal da Integração Latino-Americana,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Ciências Biológicas –
Ecologia e Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Henrique Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Vogliotti

Foz do Iguaçu

2019

MATHEUS HENRIQUE TOGNOLLI

Levantamento de espécies de carrapatos (Acari: Ixodidae) em fragmentos florestais do município de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu (PNI)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Pablo Henrique Nunes
UNILA

Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Vogliotti
UNILA

Prof. Dr. Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior
UNILA

Prof. Dr.^a Elaine Della Giustina Soares
UNILA

Foz do Iguaçu, 16 de dezembro de 2019

Dedico este trabalho a minha avó Helena Bello Tognolli e ao meu amigo Leonardo Salles (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente aos meus pais, Edilaine e Laercio, pelo carinho e cuidado que demonstram diariamente. Pelas ligações perguntando coisas rotineiras, tais como: “Como você está?”, “Ta frio aí?”, “Me fale do seu dia”, “Já comeu hoje?”. Parece algo corriqueiro, mas é realmente um privilégio ter pessoas tão especiais como vocês para chamar de família. Agradeço a minha irmã, Camila, por nossos momentos juntos, por toda nossa alegria compartilhada e por todas nossas conquistas, você é incrível, espero poder dividir muitas felicidades com você!

Agradeço aos meus amigos de Foz (ou que estão aqui comigo), Lucas, Ciça, Josi, Adrieli, Sara, Tsu, Kivia, Lara, Sthe, Bau, Carol e Fede, por todo o carinho e empatia que tivemos um pelo outro nesses últimos anos, respeito muito cada um de vocês e espero poder levá-los comigo para onde eu for (nem que seja no coração). Cresci demais na presença de vocês.

Agradeço a Marina, minha companheira e amiga, meu carinho por você é enorme, você é uma mulher incrível e de um coração gigante, quero te ver voando cada vez mais alto! Obrigado por estar sempre presente.

Agradeço aos meus familiares, vocês foram muito importantes pra mim nessa jornada, o apoio de cada um me deu forças para chegar aonde cheguei.

Sou extremamente grato a Carol, de acordo com a Bau, nós parecemos dois irmãozinhos kkkk. E isso exprime muito nossa relação, pautada no amor e no ódio. Foram muitos ensinamentos ao longo desses anos de convívio (24h por dia - vizinhos de quarto, companheiros de trabalho, de vida acadêmica, de esportes e de vagabundagem). Você é incrível!

Agradeço a república LGB e todas as experiências que tivemos juntos, Carol, Lara e Bau, vocês são maravilhosas! Sempre falo que daria pra fazer uma série com as histórias que acontecem na nossa casa, amo muito vocês. Não posso esquecer do Bad e Vilminha... vocês são ótimos e surtados como todos da casa!

Sou grato aos meus amigos Daniel, Fernanda, Ester e Rômulo, que apesar da distância, vocês sempre estiveram comigo, amo tê-los presentes na minha rotina, vocês são muito importantes pra mim!

Agradeço a minha amiga Adri Suzin, por todos os esforços compartilhados em todas nossas campanhas de coleta, pelos nossos dias acampados no Parque Nacional do Iguaçu e todos os meios de mato que entramos em busca de carrapatos. Agradeço nossos tombos, machucados, cortes, dores nas costas e nos pés, ferroadas e sustos com cobra kkkk. Você foi extremamente importante para construção deste trabalho e pra minha compreensão de como se faz ciência neste país. Obrigado pela constante ajuda! Espero trabalharmos juntos em muitos outros momentos, você é sensacional!

Agradeço aos meus orientadores, ao professor Pablo, por ter me apresentado o “mundo dos carrapatos” e pela confiança desde nossos primeiros trabalhos em 2016, obrigado pela paciência e pela sua constante atenção. Agradeço também ao professor Alexandre pela orientação e por ter despertado ainda mais minha curiosidade pela ecologia.

Sou grato a Alexandra Elbakyan, fundadora do projeto Sci-Hub, pela democratização do acesso aos periódicos de artigos científicos. Sem seu trabalho o acesso a artigos seria impossível para muitos.

Agradeço a UNILA, por ser uma instituição federal, bilíngue, pública e gratuita, por ser tão diversa e plural em todos seus aspectos, por me ensinar a olhar para a América Latina e Caribe e pensarmos que é possível a construção de um desenvolvimento em conjunto.

E por fim, agradeço também a PRAE, por ter possibilitado minha permanência na universidade através dos auxílios estudantis, agradeço a divisão de transporte da UNILA, por todo o apoio logístico nesta pesquisa e ao ICMBIO, por conceder as autorizações de coleta no Parque Nacional do Iguaçu.

“Pensar a partir de novas premissas é
necessário para se desestabilizar verdades”

Djamila Ribeiro

TOGNOLLI, Matheus Henrique. **Levantamento de espécies de carrapatos (Acari: Ixodidae) em fragmentos florestais do município de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu (PNI)**. 2019. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

RESUMO

Carrapatos (Acari: ixodidae) são artrópodes ectoparasitas de animais vertebrados que necessitam do sangue do hospedeiro para manutenção do seu ciclo de vida. Com espécies distribuídas em todos os continentes do mundo, a fauna de Ixodídeos no Brasil é composta por 72 espécies registradas, entretanto esta riqueza pode ser subestimada, visto que o registro de espécies novas para o país tem aumentado nos últimos anos. Levantamentos taxonômicos podem diminuir o déficit relacionado a distribuição das espécies de ocorrência regional e contribuir com o entendimento das dinâmicas entre os parasitas e hospedeiros, bem como a relação com a paisagem circundante. O presente trabalho teve como objetivo inventariar as assembleias das espécies de carrapatos que ocorrem no Parque Nacional do Iguaçu e em Fragmentos adjacentes, que são porções do Bioma Mata Atlântica no oeste paranaense, a fim de caracterizar a fauna local e propor hipóteses dos efeitos da fragmentação de habitat para o grupo taxonômico analisado. A riqueza total de carrapatos Ixodídeos para a região foi de 6 espécies, sendo elas *Amblyomma longirostre* (N=2); *Amblyomma ovale* (N=11); *Amblyomma brasiliense* (N=112); *Amblyomma coelebs* (N=77); *Amblyomma incisum* (N=7); *Haemaphysalis juxtakochi* (N=22); larvas de *Amblyomma* spp. (N=17) e larvas de *Haemaphysalis* spp. (N=3), totalizando 251 indivíduos coletados de Dezembro de 2018 à Setembro de 2019.

Palavras-chave: Carrapatos. Levantamento taxonômico. Mata Atlântica. Fragmentação de habitat.

TOGNOLLI, Matheus Henrique. **Survey of tick species (Acari: Ixodidae) in forest fragments of the municipality of Foz do Iguassu and Iguaçu National Park (PNI)**. 2019. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

ABSTRACT

Ticks (Acari: ixodidae) are ectoparasitic arthropods of vertebrate animals that require the host's blood to maintain their life cycle. With species distributed in all continents of the world, the Ixodid fauna in Brazil is composed of 72 registered species, however this richness may be underestimated, since the registration of new species for the country has increased in the last years. Taxonomic surveys may reduce the shortfall related to the distribution of species of regional occurrence and contribute to the understanding of the dynamics between parasites and hosts, as well as the relationship with the surrounding landscape. The present work aimed to inventory the assemblages of tick species that occur in the Iguassu National Park and adjacent fragments, which are portions of the Atlantic Forest Biome in western Parana, in order to characterize the local fauna and propose hypotheses of the effects of habitat fragmentation for the taxonomic group analyzed. The total richness of Ixodid ticks for the region was 6 species, *Amblyomma longirostre* (N=2); *Amblyomma ovale* (N=11); *Amblyomma brasiliense* (N=112); *Amblyomma coelebs* (N=77); *Amblyomma incisum* (N=7); *Haemaphysalis juxtakochi* (N=22); *Amblyomma* spp. larvae (N=17) and *Haemaphysalis* spp. larvae (N=3), resulting in 251 individuals collected from December 2018 to September 2019.

Key-words: Ticks. Taxonomic survey. Rain Forest. Habitat fragmentation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Ciclo de vida de três hospedeiros de carrapatos Ixodidae (Sonenshine & Roe, 2014).....p.15.
- Figura 2** - Limites do Parque Nacional do Iguaçu (retirado do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018)).p.21.
- Figura 3** – Exemplo de fragmentos florestais inseridos na matriz agrícola. Fragmento 2 a esquerda e Fragmento 15 a direita.p.22.
- Figura 4** – Mapa dos fragmentos florestais amostrados no território de Foz do Iguaçu – PR. (Google Earth – Mapas, 2019).p.23.
- Figura 5** – Localização das trilhas amostradas no Parque Nacional do Iguaçu. (Google Earth – Mapas, 2019).p.24.
- Figura 6** – **Imagem a esquerda.** Arraste de flanela sobre vegetação do Parque Nacional do Iguaçu. **Imagem a direita.** Carrapato aderido a flanela por meio do arraste (Fonte: O autor).p.24.
- Figura 7** – Curva de acumulação das espécies de carrapatos amostradas no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) e nos Fragmentos florestais de Foz do Iguaçu – PR.p.28.
- Figura 8** – Ninfa de *Amblyomma longirostre*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.p.29.
- Figura 9** – Macho de *Amblyomma ovale*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral. .p.30.
- Figura 10** – Ninfa de *Amblyomma ovale*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral. .p.30.
- Figura 11** – Fêmea de *Amblyomma brasiliense*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.p.31.
- Figura 12** – Ninfa de *Amblyomma brasiliense*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.p.31.
- Figura 13** – Ninfa de *Amblyomma coelebs*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.p.32.
- Figura 14** – Ninfa de *Amblyomma incisum*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.p.33.
- Figura 15** – Ninfa de *Haemaphysalis juxtakochi*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.....p.34.

Figura 16 – Larva de espécie do gênero <i>Amblyomma</i> . A. Vista dorsal. B. Vista ventral.....	p.35.
Figura 17 – Sazonalidade das ninfas de carrapatos do PNI, dadas por espécies coletadas entre os meses de março a setembro de 2019 com suas respectivas abundâncias.....	p.37.
Figura 18 – Sazonalidade das ninfas de carrapatos dos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu, dadas por espécies coletadas entre os meses de dezembro de 2018 a setembro de 2019 com suas respectivas abundâncias.....	p.37.
Figura 19 – Proporção (%) de estágios de desenvolvimento no PNI (Suzin, 2018).	p.44.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A direita, coordenada geográfica das trilhas amostradas no PNI. A esquerda, coordenadas geográficas dos fragmentos amostrados e tamanho das áreas em hectares.p.25.

Tabela 2 - Composição das espécies de carrapato em diferentes estágios de vida.....p.27.

Tabela 3 - Carrapatos coletados entre os meses de março a setembro de 2019 nas trilhas do Parque Nacional do Iguaçu.p.27.

Tabela 4 - Carrapatos coletados entre os meses de dezembro de 2018 a setembro de 2019 nos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu.p.28.

Tabela 5 - Lista da ocorrência de espécies de carrapatos em vida livre e em parasitismo de ambientes florestais do Paraná e tríplice fronteira.p.36.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	p.14.
METODOLOGIA	p.20.
<i>Área de estudo</i>	p.20.
<i>Delineamento amostral</i>	p.22.
RESULTADOS	p.26.
<i>Composição e abundância das espécies de carrapato</i>	p.26.
<i>Caracterização das espécies de ocorrência regional</i>	p.29.
<i>Amblyomma longirostre</i> Koch, 1844.....	p.29.
<i>Amblyomma ovale</i> Koch, 1844.....	p.30.
<i>Amblyomma brasiliense</i> Aragão, 1908.....	p.31.
<i>Amblyomma coelebs</i> Neumann, 1899.....	p.32.
<i>Amblyomma incisum</i> Neumann, 1906.....	p.33.
<i>Haemaphysalis juxtakochi</i> Cooley, 1946.....	p.34.
<i>Amblyomma spp. e Haemaphysalis spp.</i>	p.35.
DISCUSSÃO	p.37.
CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.48.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	p.50.

INTRODUÇÃO

Carrapatos são ectoparasitas de animais vertebrados terrestres, voadores e semiaquáticos que habitam todos os continentes do mundo (Labruna et al., 2005). Pertencentes ao grupo dos artrópodes, os carrapatos são animais hematófagos obrigatórios, tal pré-requisito restringe o grupo a parasitar majoritariamente animais vertebrados, sendo os mamíferos os principais hospedeiros, no entanto, aves, répteis e anfíbios são também por eles parasitados (Flechtmann, 1938).

Os carrapatos incluem-se na ordem Acari da classe Arachnida, caracterizados por serem facilmente distinguíveis dos insetos por apresentarem quatro pares de pernas nos estágios ninfais e adultos (Flechtmann, 1938; Sonenshine & Roe, 2014; Camargo-Mathias, 2013). De acordo com Nava et al. (2009) as espécies de carrapatos estão agrupadas em três famílias: Argasidae (186 espécies), Ixodidae (692 espécies) e Nuttalliellidae (monotípica). Entretanto, Peñalver et al. (2017) relata a existência de uma quarta família, Deinocrotonidae, sendo essa também monotípica, no entanto, atualmente a família encontra-se extinta. A elevada riqueza do grupo taxonômico, aproximando-se a 900 espécies descritas, expressa sua diversidade. Os Ixodidae, com 12 gêneros, são conhecidos como carrapatos duros devido à presença de uma placa esclerotizada dorsal, enquanto os Argasidae, com 6 gêneros, são denominados carrapatos moles devido à existência de uma cutícula flexível e coriácea (Sonenshine & Roe, 2014).

Segundo Sonenshine & Roe (2014), o ciclo de vida dos carrapatos consiste em quatro estágios: ovo, larva, ninfa e adultos (machos e fêmeas), onde cada estágio ativo se alimenta apenas uma vez na vida. A grande maioria dos carrapatos ixodídeos é caracterizada por um ciclo de vida trióxeno, no qual depende de três hospedeiros. As larvas caem do hospedeiro após a alimentação e mudam para o estágio ninfal. Posteriormente, as ninfas em jejum buscam por um hospedeiro, podendo ser o mesmo hospedeiro do estágio anterior ou outra espécie hospedeira, ao se alimentar, solta seu hospedeiro e

avança para o estágio adulto. Os adultos então encontram seu hospedeiro, as fêmeas acasalam e se alimentam, deixam o hospedeiro, põem ovos e morrem.

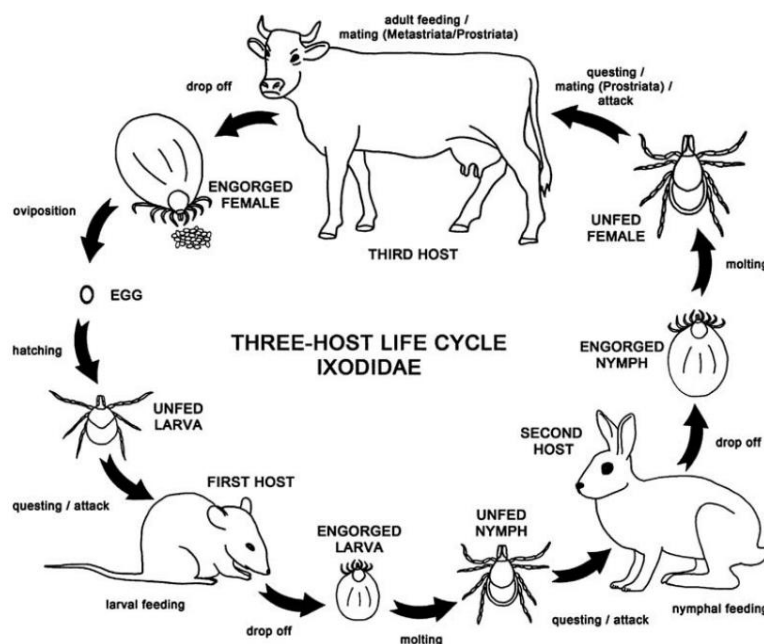


Figura 1 - Ciclo de vida de três hospedeiros de carrapatos Ixodidae (Fonte: Sonenshine & Roe, 2014).

Desde o início do século passado, como descrito por Aragão (1936), o conhecimento sobre os carrapatos dos países sul-americanos tem aumentado, especialmente no que diz respeito à distribuição geográfica, evolução, hospedeiros e sistemática, muitos dos quais desempenham importante papel na transmissão de patógenos a humanos e outros animais. Tais aspectos podem ser observados em alguns trabalhos (Aragão & Fonseca, 1961; Arzua, 2007; Barros-Battesti et al., 2006; Bermúdez et al., 2018; Camargo-Mathias, 2013; Esser et al. 2016, 2019; Flechtmann, 1973; Labruna et al., 2005; Lamattina et al., 2014, 2018; Martins et al., 2010; Moerbeck et al., 2016; Nava et al., 2007; Onofrio et al., 2006; Peterka, 2008; Sanches et al., 2008, 2013; Scinachi et al., 2017; Suzin, 2018; Szabó et al., 2009, 2013), que contribuem ao entendimento da biologia das espécies de carrapatos da América Latina, bem como a compreensão de suas dinâmicas nas relações parasita-hospedeiro.

Os carrapatos são de grande importância sanitária por veicularem diversos patógenos ao homem, animais domésticos e selvagens (Camargo-Mathias, 2013). Segundo Sonenshine & Roe (2014), apesar dos mosquitos

transmitirem patógenos causadores de doenças humanas e animais, os carrapatos transmitem uma variedade maior de organismos patogênicos, incluindo fungos, vírus, bactérias e protozoários. Apesar de avanços expressivos no controle de pragas, que reduziram a ocorrência da maioria das doenças ocasionadas por vetores, praticamente todas as doenças transmitidas por carrapatos persistiram e até aumentaram seu alcance geográfico nos últimos anos (Sonenshine & Roe, 2014).

Visto a importância médico-veterinária do grupo taxonômico, entender como são dadas as relações entre parasitas e hospedeiros, distribuição dos organismos e suas interações pode ser relevante para responder temas ainda não resolvidos no estudo dos carrapatos. De acordo com Knap et al. (2009), a compreensão da ecologia dos carrapatos é um fator chave no conhecimento da biologia de alguns agentes patogênicos por eles transmitidos, de modo que, Bowman (2008) explica que as relações entre carrapatos e agentes patogênicos são resultado das interações com o ambiente natural, sendo fundamentais para a variação espacial e temporal do risco de infecção por patógenos.

Ainda que pesquisas sobre espécies de carrapatos incidentes no bioma Mata Atlântica tenham aumentado nos últimos anos (Peterka, 2008; Sanches et al., 2010; Szabó, et al., 2013; Scinichi et al., 2013; Moerbeek et al., 2016; Lamattina et al., 2018), levantamentos da composição de espécies unidades em conservação e/ou remanescentes florestais do bioma ainda permanecem escassos, bem como a ausência de estudos que relacionem as interações das assembleias de carrapatos com seus hospedeiros e as paisagens pelas quais se inserem, gerando a necessidade de investigações que auxiliem neste déficit e aumentem a compreensão das interações carrapato e ambiente. Lambin et al. (2010) informa que análises integradas na escala de paisagem possibilitam a compreensão de interações entre alterações no ambiente e a ecologia de organismos vetores de agentes infecciosos.

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que inicialmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua

porção sul (Tabarelli et al., 2005). Originalmente, o bioma ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por grande parte da costa do país (Ministério do Meio Ambiente, 2018). De acordo com Ribeiro et al. (2009), o bioma Mata Atlântica suporta um dos mais altos graus de riqueza de espécies e taxas de endemismo no planeta, dados pelo seu alcance latitudinal, longitudinal e condições ambientais altamente heterogêneas. Entretanto, desde o último século, o bioma sofreu uma enorme perda de floresta, sendo devastado por um processo de ocupação territorial e de exploração desordenada de seus recursos naturais, neste processo, grandes extensões territoriais de paisagens contínuas se transformaram em um mosaico composto por poucas áreas relativamente extensas (Zaú, 1998; Pinto et al., 2006; Ribeiro et al., 2009), restando apenas seu estado extremamente degradado, no qual a maioria dos fragmentos cobre menos de 50 há (Ribeiro et al., 2009). De acordo com Tabarelli et al. (2015), sua área remanescente é composta por 100.000 km², cerca de 7% de sua área original.

Mesmo assim, estima-se que existam na Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais (35% das espécies existentes no Brasil, aproximadamente), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Ministério do Meio ambiente, 2018). Apesar do bioma ser categorizado notoriamente como mega diverso, a Mata Atlântica continua sofrendo forte pressão antrópica, com a iminente extinção de muitas das espécies de sua biodiversidade (Szabó et al., 2009). Logo, de acordo com Tabarelli et al. (2005), além da perda exacerbada de espécies o bioma ainda apresenta algumas áreas de endemismo, sendo estas compostas por pequenos fragmentos muito espaçados entre si.

A fragmentação na Mata Atlântica, resultado da transformação da paisagem, torna cada vez mais difícil a conservação da rica biodiversidade deste bioma (Zaú, 1998). Com status de ameaçada e mais de 8.000 espécies endêmicas, a Mata Atlântica é um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade (Tabarelli et al., 2005). Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, a Mata Atlântica fornece serviços ecossistêmicos essenciais para os 145 milhões de brasileiros que vivem nela (Ministério do Meio ambiente, 2018).

Na região da tríplice fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai, que abriga um grande remanescente do bioma Mata Atlântica de interior, de acordo com Lamattina et al. (2018), a ecologia de carrapatos ainda é pouco compreendida, fato que pode comprometer a adequação de estratégias para o controle de carrapatos e doenças relacionadas. Entretanto, estudos relacionando a caracterização de fauna de carrapatos de Mata Atlântica e região da tríplice fronteira têm surgido nos últimos anos, mostrando interfaces entre unidades de conservação, como o Parque Nacional do Iguazu (PNI) e seus fragmentos florestais ao entorno, bem como caracterizações gerais dos aspectos ecológicos das comunidades de carrapatos em vida livre para o bioma de Mata Atlântica. (e.g. Lamattina et al., 2014, 2018).

De acordo com Gianizella et al. (2018), a fauna ixodológica do Brasil é atualmente composta por 72 espécies. Levantamentos taxonômicos de carrapatos no estado do Paraná têm auxiliado na compreensão de quais espécies ocorrem nas unidades de conservação e fragmentos florestais no estado. Trabalhos recentes envolvendo o levantamento das espécies de carrapatos de aves silvestres, pequenos e grandes mamíferos em algumas unidades de conservação do estado do Paraná e em remanescentes florestais demonstram a ocorrência de 13 espécies de carrapatos (Arzua, 2007; Suzin, 2018), sendo elas: *Amblyomma longirostre* (Koch, 1844); *Amblyomma parkeri* Fonseca & Aragão, 1952; *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772); *Amblyomma ovale* Koch, 1844; *Amblyomma incisum* Neumann, 1906; *Amblyomma brasiliense* Aragão, 1908; *Amblyomma coelebs* (Neumann, 1899); *Amblyomma dubitatum* Neumann, 1899; *Amblyomma sculpturatum* Neumann, 1906; *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888; *Ixodes schulzei* Aragão & Fonseca, 1951; *Ixodes aragaoi* Fonseca, 1935 e *Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946. Na região da tríplice fronteira, estudos realizados na província de Misiones, na Argentina, a partir da coleta de carrapatos em mamíferos selvagens e domésticos, demonstrou a ocorrência de 11 espécies de carrapatos (Lamattina, et al. 2014 e Lamattina et al. 2018), sendo elas: *Amblyomma coelebs* (Neumann, 1899); *Amblyomma brasiliense* Aragão, 1908; *Amblyomma dubitatum* Neumann, 1899; *Amblyomma incisum* Neumann, 1906; *Amblyomma ovale* Koch, 1844; *Amblyomma longirostre* (Koch, 1844); *Amblyomma*

calcaratum Neumann, 1899; *Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946; *Haemaphysalis leporispalustris* (Packard, 1869); *Ixodes schulzei* Aragão & Fonseca, 1951 e *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887). Para o Paraguai, na província vizinha à Foz do Iguaçu, o departamento do Alto Paraná, até o presente estudo não existem dados informando a diversidade da fauna ixodológica local, apenas levantamentos mais abrangentes envolvendo o país como um todo (e.g. Nava, 2007).

Tendo em vista as alterações no uso do ambiente, a fragmentação de habitats é geralmente definida como um processo em escala de paisagem, envolvendo tanto a perda de habitat quanto a sua disjunção (Fahrig, 2003). A fragmentação ocorre quando uma grande extensão de habitat é transformada em um número maior de fragmentos de área total reduzida, isolados uns dos outros por uma matriz de habitats, situação oposta ao estado original (Wilcove, 1986). Tais fatores, segundo Ogrzewalska (2011), afetam a biodiversidade, potencialmente contribuindo para surtos de doenças infecciosas. Este processo de fragmentação apresenta dois componentes determinantes de extinções: (1) redução na área total do habitat (que afeta principalmente o tamanho da população e, portanto, as taxas de extinção); e (2) redistribuição da área restante em fragmentos disjuntos (que primariamente afetam a dispersão e, portanto, as taxas de imigração) (Wilcove, 1986). Estudos empíricos até o momento sugerem que a perda de habitat tem grandes e consistentes efeitos negativos sobre a biodiversidade (Fahrig, 2003).

Conforme o exposto anteriormente, no tocante a fragmentação de habitat e aspectos ecológicos dos carrapatos, Salman (2012) explora que após a conclusão de cada etapa do ciclo de vida, estes ectoparasitas também são sensíveis à disponibilidade de hospedeiros e a vários outros fatores relacionados à paisagem circundante. Logo, investigações que avaliem a relação dos carrapatos com a fragmentação de habitat podem elucidar algumas lacunas sobre essas dinâmicas. Lambi et al. (2010) salientam que as interações espaciais de agentes epidemiológicos em uma paisagem explicam padrões de risco de infecção e podem contribuir para o surgimento de doenças.

Em suma, a análise desses complexos sistemas paisagísticos de agentes interagentes requer uma abordagem interdisciplinar (Lambin et al., 2010), logo, objetiva-se neste trabalho levantar quais espécies ocorrem no PNI e nos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu, a fim de propor hipóteses sobre as relações espaciais e relações parasita-hospedeiro.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Parque Nacional do Iguaçu é uma unidade de conservação (UC) de 185 mil ha situada próximo a cidade de Foz do Iguaçu no extremo oeste do Estado do Paraná, adjacente à foz do rio Iguaçu no rio Paraná, divisa territorial entre Brasil e Argentina (Ortiz et al., 2001) sua área de influência abrange os municípios de Foz do Iguaçu e mais 13 municípios limítrofes à UC (D'Oliveira et al., 2002). Na porção Oeste do Paraná, segundo Adami et al. (2016), o tipo florestal predominante é a Floresta Estacional Semidecidual (FES). O PNI, criado em 1939, pelo Decreto N° 1.035, abriga o maior remanescente de floresta Atlântica (estacional semidecídua) da região sul do Brasil (ICMBIO, 2018). De acordo com dados do ICMBIO (2018), tal remanescente acomoda uma riquíssima biodiversidade, constituída por espécies representativas da fauna e flora brasileiras, das quais algumas ameaçadas de extinção.

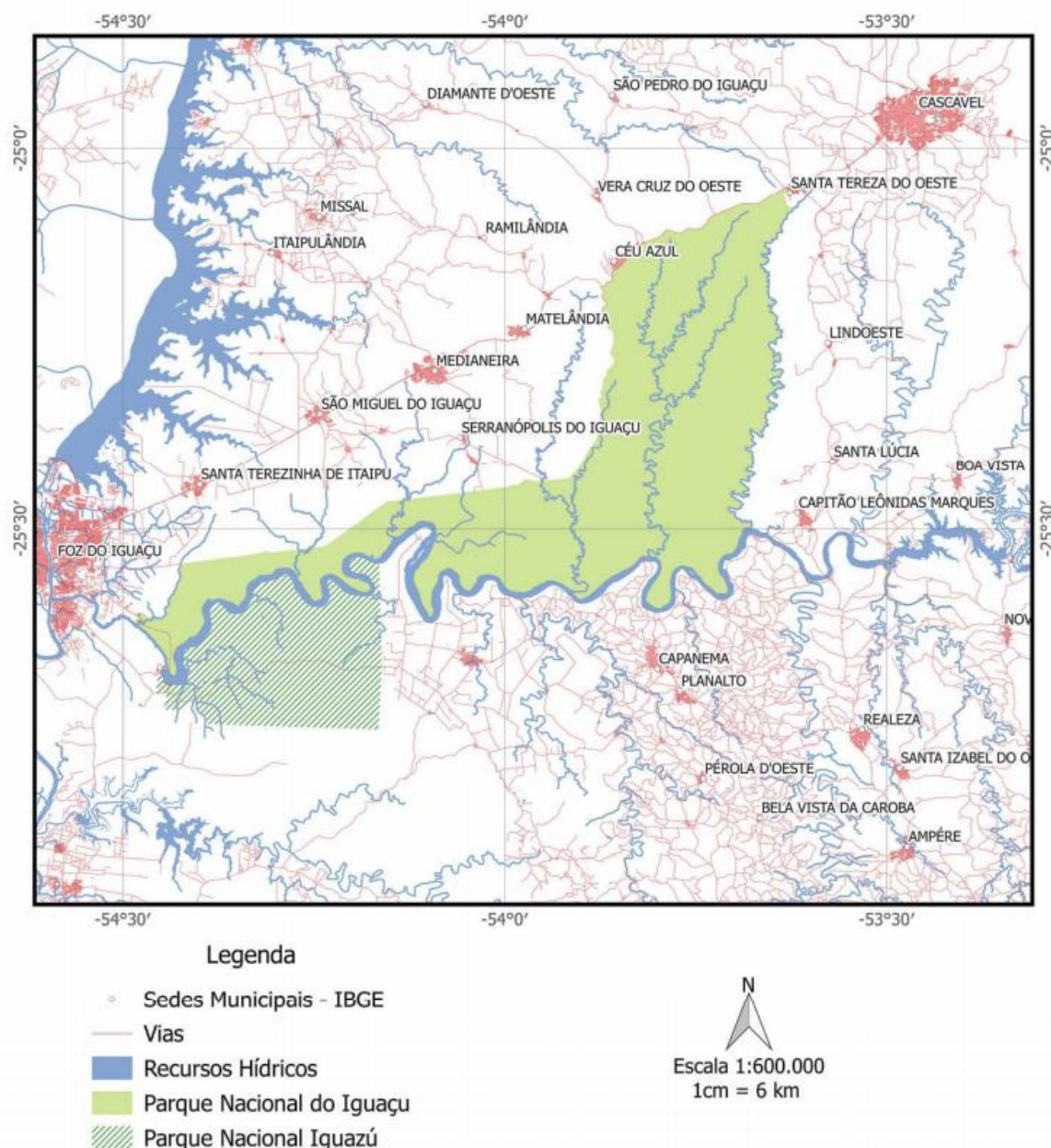


Figura 2 - Limites do Parque Nacional do Iguaçu (retirado do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018)).

Os fragmentos florestais selecionados encontram-se dentro do território do município de Foz do Iguaçu, inseridos majoritariamente em uma matriz agrícola. De acordo com o Adami, et al. (2018), são áreas de mata com registros da vegetação pelo menos desde a década de 1980.

Ao longo das campanhas de coleta nos fragmentos florestais fora possível observar tanto diretamente quanto indiretamente a ocorrência de espécies vertebradas. A partir da observação de aves, répteis e mamíferos nas localidades, ou a partir da visualização de tocas, pegadas sobre trilhas ou

evidências de forrageio. Também fora observado em alguns fragmentos fortes influências antrópicas, como trilhas bem definidas, resíduos ou até mesmo a presença de armadilhas para caça de animais silvestres.



Figura 3 – Exemplo de fragmentos florestais inseridos na matriz agrícola. Fragmento 2 a esquerda e Fragmento 15 a direita.

Considerando a classificação climática de Koëppen, o clima do extremo oeste do Paraná é do tipo Cfa, caracterizado por clima temperado úmido com verões quentes. A precipitação anual oscila entre 1600 e 1900 mm e com temperatura média anual de 21°C e amplitude média anual oscilando em 10°C (entre 15°C e 25°C) (Alvares et al., 2014; Aparecido et al. 2016), entretanto, a região pode apresentar mínimas absolutas de até 0°C no inverno e máximas de 40°C no verão. Tais características climáticas abrangem as áreas de estudo, sendo elas os fragmentos florestais de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu.

Delineamento amostral

Carrapatos em vida-livre foram coletados em 17 fragmentos florestais do município de Foz do Iguaçu (figura 3), nos quais os tamanhos variam de 2,4 hectares a 109 hectares, e em 16 trilhas no Parque Nacional do Iguaçu (figura 4), sendo amostrados todos os estágios de desenvolvimento, englobando larvas, ninfas e adultos. A captura de indivíduos foi feita por arraste de flanela, descritas por Ramos et al. (2014), que consiste na passagem de uma flanela de algodão (1m de largura x 2m de comprimento) sobre a vegetação e

serapilheira presentes na trilha, a fim de que os carrapatos que estão à espreita sejam aderidos a flanela (Figura 5). O método exige inspeções constantes do tecido remoção e armazenamento dos espécimes capturados.

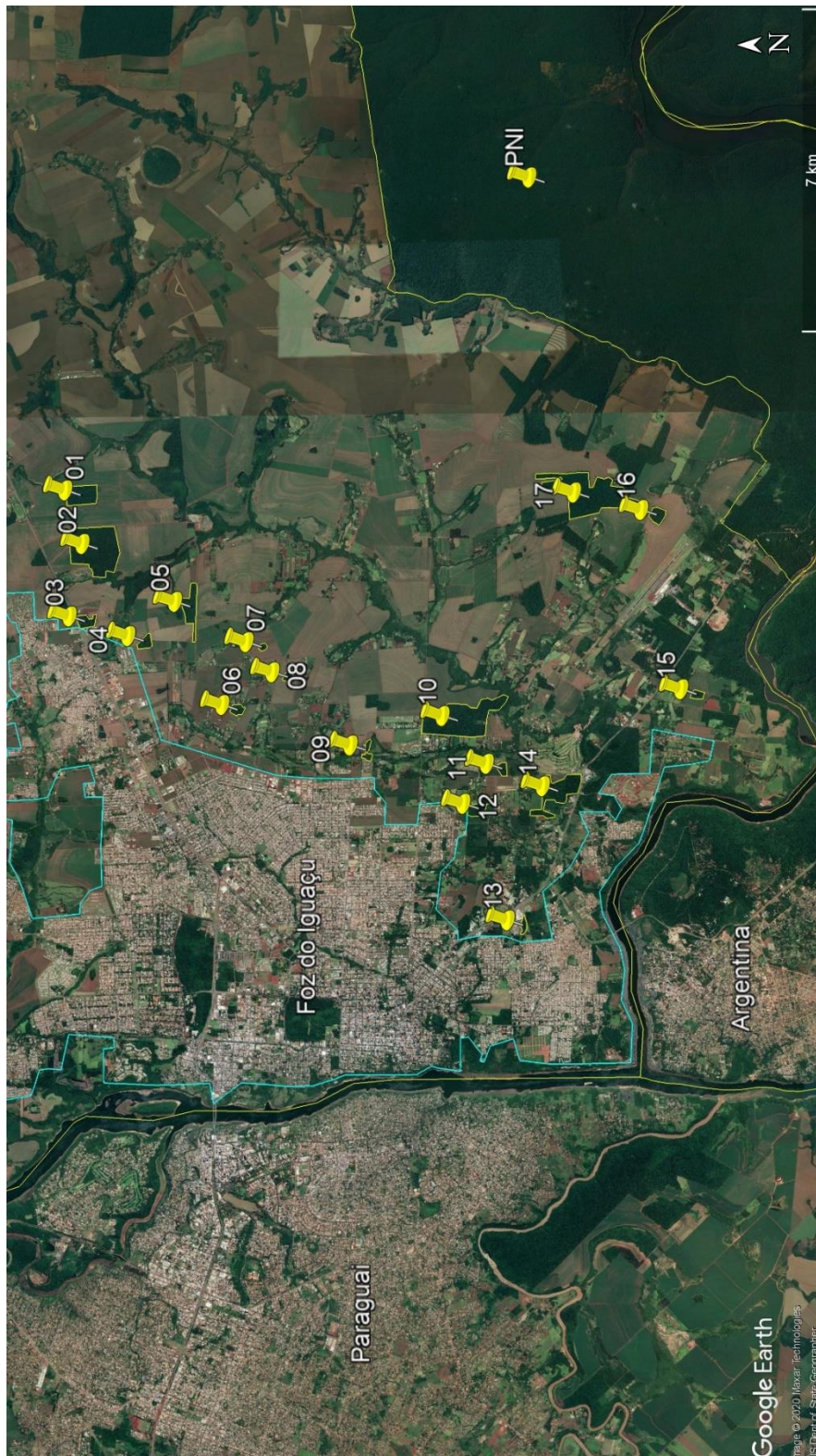


Figura 4 - Mapa dos fragmentos florestais amostrados no território de Foz do Iguaçu – PR. (Google Earth – Mapas, 2019).

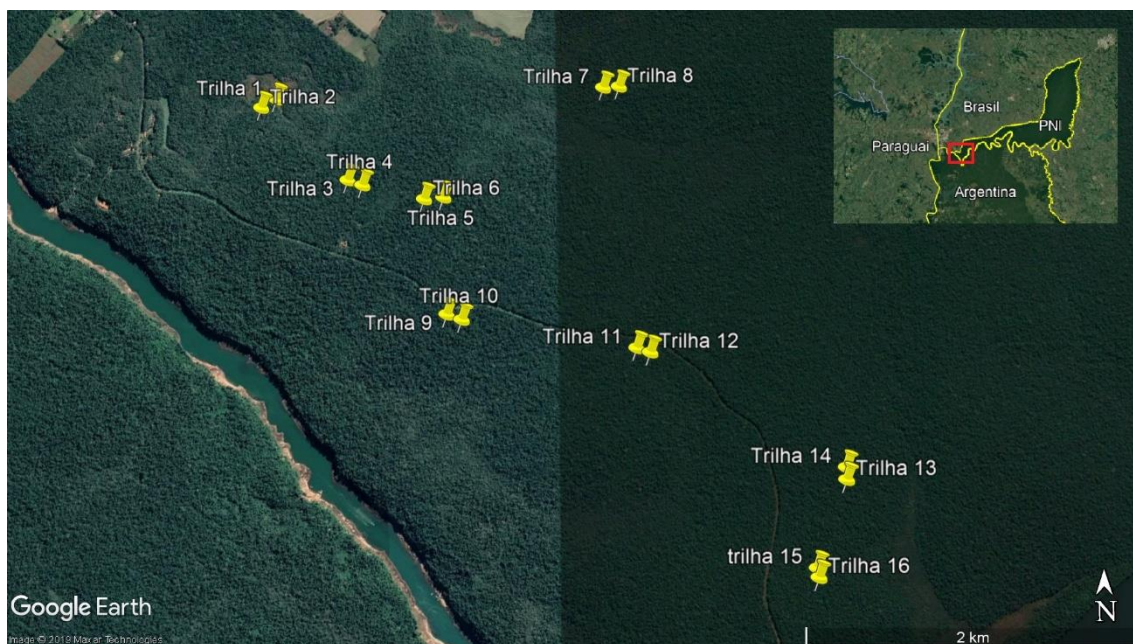


Figura 5 - Localização das trilhas amostradas no Parque Nacional do Iguaçu. (Google Earth – Mapas, 2019).



Figura 6 – **Imagem a esquerda.** Arraste de flanela sobre vegetação do Parque Nacional do Iguaçu. **Imagem a direita.** Carrapato aderido a flanela por meio do arraste (Fonte: O autor).

Ao total, no PNI foram feitas quatro campanhas de coleta com intervalo de 2 meses entre cada uma, realizadas entre os meses de março a setembro de 2019. Nos fragmentos florestais foram realizadas cinco campanhas de coleta em todas as localidades, com o mesmo intervalo tempo entre as campanhas, realizadas entre os meses de dezembro de 2018 a setembro de

2019. O método de coleta de arraste foi executado de maneira contínua sobre a vegetação, sendo que a média final de arraste foi de 1km por fragmento e de 0,4km por trilha no PNI. Nos fragmentos florestais priorizava-se executar o arraste nos locais mais centrais do fragmento, evitando sempre as bordas. O esforço amostral total dos fragmentos florestais, considerando a somatória das médias por unidade amostral ao longo de todas as campanhas de coleta, foi de 85km de arraste, e para o Parque nacional do Iguaçu, o esforço total foi de 25,6km de arraste.

Tabela 1 - A direita, coordenada geográfica das trilhas amostradas no PNI. A esquerda, coordenadas geográficas dos fragmentos amostrados e tamanho das áreas em hectares.

Trilha	Latitude	Longitude	Fragmento	Hectares	Latitude	Longitude
T1	25°37'16.81"S	54°28'6.96"W	1	26,3 ha	25°29'6.90"S	54°28'3.16"W
T2	25°37'18.58"S	54°28'10.27"W	2	91,7 ha	25°29'18.40"S	54°28'44.57"W
T3	25°37'34.05"S	54°27'50.37"W	3	9,1 ha	25°29'9.11"S	54°29'40.43"W
T4	25°37'35.15"S	54°27'47.06"W	4	6,8 ha	25°29'49.84"S	54°29'56.01"W
T5	25°37'37.93"S	54°27'28.97"W	5	22 ha	25°30'22.45"S	54°29'29.82"W
T6	25°37'38.28"S	54°27'33.23"W	6	5,6 ha	25°30'54.64"S	54°30'49.72"W
T7	25°37'15.31"S	54°26'53.09"W	7	2,4 ha	25°31'11.90"S	54°30'1.47"W
T8	25°37'15.19"S	54°26'49.52"W	8	3,3 ha	25°31'29.81"S	54°30'24.91"W
T9	25°38'1.48"S	54°27'28.22"W	9	5 ha	25°32'23.59"S	54°31'21.85"W
T10	25°38'2.55"S	54°27'24.93"W	10	99 ha	25°33'27.82"S	54°30'59.78"W
T11	25°38'8.64"S	54°26'46.70"W	11	5 ha	25°33'58.39"S	54°31'37.04"W
T12	25°38'9.52"S	54°26'43.77"W	12	14 ha	25°33'41.72"S	54°32'7.75"W
T13	25°38'34.71"S	54°26'2.15"W	13	3,5 ha	25°34'11.91"S	54°33'38.24"W
T14	25°38'32.36"S	54°26'2.16"W	14	44,3 ha	25°34'37.23"S	54°31'54.78"W
T15	25°38'51.44"S	54°26'9.14"W	15	4,4 ha	25°36'14.11"S	54°30'40.93"W
T16	25°38'53.20"S	54°26'8.85"W	16	9,1 ha	25°35'47.39"S	54°28'22.24"W
			17	109 ha	25°35'0.60"S	54°28'8.40"W

Os carrapatos coletados foram embebidos em álcool 90% em tubos de 1,5ml, larvas coletadas eram incluídas na contagem apenas quando encontradas de forma agregada, conhecida como "bolo de larvas". Cada bolo de larva representa a captura de um espécime, visto que em tal estágio de vida os carrapatos se dispõem de forma agregada no ambiente. A identificação dos espécimes deu-se por meio da utilização de chaves dicotômicas de carrapatos (Martins, 2010; Onofrio, 2006), com o auxílio de estereomicroscópio. Visto a ausência na literatura de chaves para a identificação de larvas de carrapatos

da região Neotropical, fora possível identifica-las apenas em nível de gênero. O registro fotográfico dos espécimes foi feito por meio do Estereomicroscópio Zeiss Discovery V12 com lente Zeiss PlaApo S 1.0x acoplado a câmera Zeiss AxioCam 105, as fotografias foram feitas com o comando Z-stack usando o *software* Axio Vision SE64.

A partir da obtenção dos resultados, fora possível a construção do gráfico da Curva de Acumulação de Espécies, ou curva do coletor, para as diferentes localidades (Parque Nacional do Iguaçu e fragmentos florestais). Os gráficos foram feitos por meio do *software* Past 3 (versão 1.0.0.0) a partir do comando *Sample rarefaction*, obtendo a curva do coletor para as distintas localidades.

RESULTADOS

Composição e abundância das espécies de carrapato

O levantamento da assembleia de carrapatos em vida livre nos fragmentos florestais próximos a Foz do Iguaçu e no Parque Nacional do Iguaçu mostrou uma riqueza de 6 espécies de carrapatos Ixodídeos, sendo elas *Amblyomma longirostre* (Koch, 1844) (N=2); *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (N=11); *Amblyomma brasiliense* Aragão, 1908 (N=112); *Amblyomma coelebs* Neumann, 1899 (N=77); *Amblyomma incisum* Neumann, 1906 (N=7); *Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946 (N=22); Larvas de *Amblyomma spp.* (N=17) e Larvas de *Haemaphysalis spp.* (N=3), totalizando 251 indivíduos coletados de Dezembro de 2018 à Setembro de 2019, deste total, 30 indivíduos foram capturados nos fragmentos florestais e 221 no PNI.

As abundâncias das espécies em cada ambiente (trilhas do PNI e fragmentos florestais) seguem descritas nas tabelas 3 e 4. Para o Parque Nacional do Iguaçu, foram coletadas 5 espécies de carrapatos em vida-livre, sendo elas *A. ovale* (adultos), *A. coelebs* (ninfas e adultos), *A. incisum* (ninfas), *A. brasiliense* (ninfas e adultos) e *H. juxtakochi* (ninfas e adultos), além de larvas dos gêneros *Amblyomma* e *Haemaphysalys*. Nos fragmentos florestais foram coletadas 5 espécies de carrapatos, sendo elas *A. ovale* (ninfas), *A.*

coelebs (ninfas), *A. longirostre* (ninfas), *A. brasiliense* (ninfas e um adulto) e *H. juxtakochi* (ninfas), além de larvas do gênero *Amblyomma*. A única espécie que ocorreu no PNI que não ocorreu nos fragmentos é *A. incisum*, assim como *A. longirostre* fora coletado apenas nos fragmentos ao longo de todo período amostrado nas localidades. Nos fragmentos o único indivíduo adulto coletado foi uma fêmea de *A. brasiliense* encontrada no fragmento 17.

Tabela 2 - Composição das espécies de carrapato em diferentes estágios de vida.

Espécie	Parque Nacional do Iguaçu	Fragmentos florestais
	Estágio de vida	Estágio de vida
<i>A. longirostre</i>	-	Ninfa
<i>A. ovale</i>	Adulto	Ninfa
<i>A. brasiliense</i>	Ninfa e adulto	Ninfa e adulto
<i>A. coelebs</i>	Ninfa e adulto	Ninfa
<i>A. incisum</i>	Ninfa	-
<i>H. Juxtakoch</i>	Adulto	Ninfa e adulto

Tabela 3 - Carrapatos coletados entre os meses de março a setembro de 2019 nas trilhas do Parque Nacional do Iguaçu.

		TRILHAS																Total
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
Larvas	<i>Amblyomma spp.</i>	3	1	1		1	1	3	1						2			13
	<i>Haemaphysalys spp.</i>					1	1	1										3
	Total	3	1	1	0	2	2	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	16
Ninfas	<i>A. brasiliense</i>	8	13	6	4	6	2	9	8	4	1	3	5	6	10	11	7	103
	<i>A. coelebs</i>	11	11	13	9	2	4	2	3	1		1	1	2	2	3		65
	<i>A. incisum</i>	3						1		2		1						7
	<i>A. ovale</i>																	0
	<i>H. juxtakochi</i>	2				2	1	2	3	1	1	1	1	1	2	1	2	20
	Total	24	24	19	13	10	8	13	16	6	3	5	7	9	14	15	9	195
Adultos	<i>H. juxtakochi</i>					1												1
	<i>A. ovale</i>							1	1	1		1		1				5
	<i>A. coelebs</i>				1													1
	<i>A. brasiliense</i>						1	1						1				3
	Total	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0	10
Total PNI = 221																		

Tabela 4 - Carrapatos coletados entre os meses de dezembro de 2018 a setembro de 2019 nos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu.

	FRAGMENTOS																	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
<i>A. longirostre</i>							1			1									2
<i>A. ovale</i>								1	1	1	2			1					6
<i>A. brasiliense</i>															1			5	6
<i>A. coelebs</i>															1	2		8	11
<i>H. juxtakochi</i>																		1	1
Larvas <i>A. spp.</i>													3		1				4
Total	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	3	1	3	2	14		

Total Fragmentos = 30

A partir dos resultados descritos nas tabelas 2 e 3, fora possível a construção da curva do coletor nas distintas áreas (PNI e fragmentos), a fim de demonstrar se o total de espécimes coletados pode representar a suficiência amostral, definida pela estabilização horizontal da curva. Na figura 7, podemos observar que a assíntota foi atingida na amostragem do PNI, logo a estabilização da curva demonstrou que o levantamento realizado no PNI pôde representar a fauna de Ixodídeos da área. No entanto, para os fragmentos florestais, é possível observar no gráfico que a estabilização horizontal da curva do coletor não foi atingida, logo, o esforço amostral nas áreas não foi suficiente para representar a fauna de Ixodídeos das localidades.

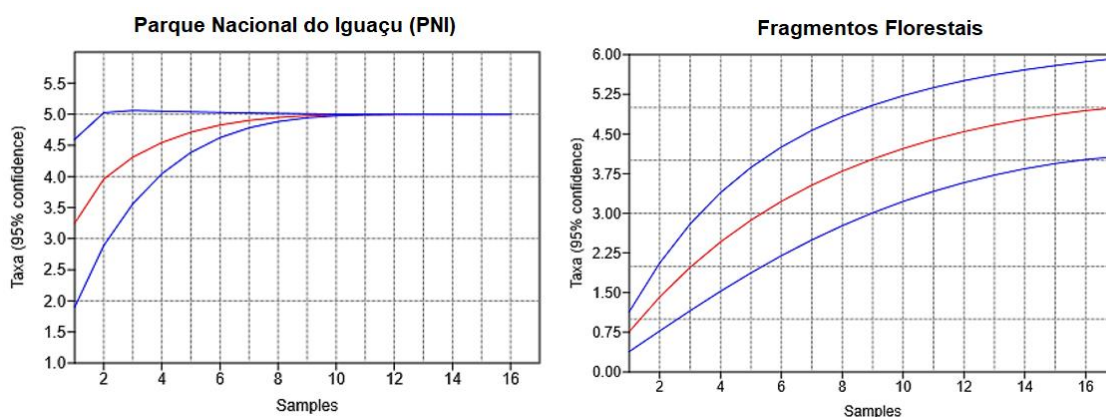


Figura 7 - Curva de acumulação das espécies de carrapatos amostradas no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) e nos Fragmentos florestais de Foz do Iguaçu – PR.

Caracterização das espécies de ocorrência regional

As espécies ocorrentes nos fragmentos florestais e no Parque Nacional do Iguaçu (PNI), coletadas a partir deste trabalho, seguem descritas abaixo, incluindo dados dos seus principais hospedeiros e distribuição geográfica.

***Amblyomma longirostre* Koch, 1844**

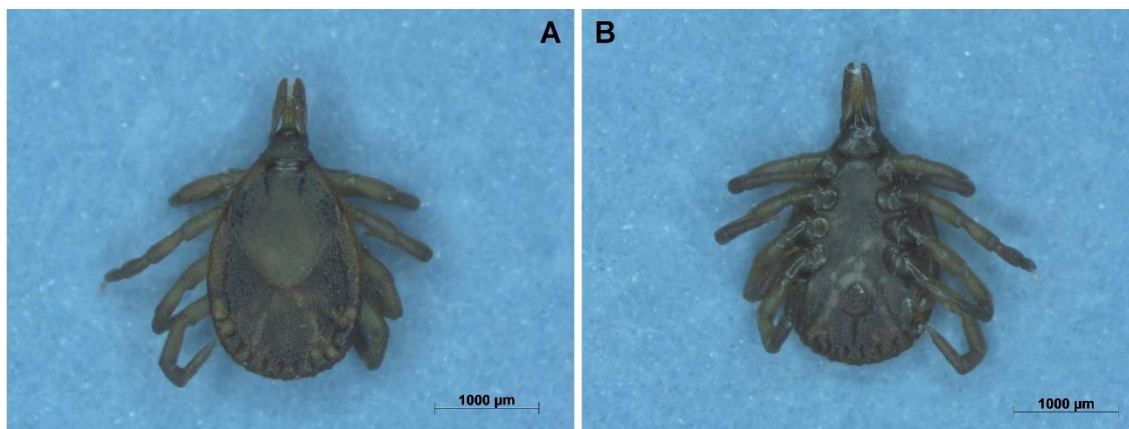


Figura 8 - Ninfas de *Amblyomma longirostre*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Fragmentos 7 e 10.

Principais hospedeiros: Segundo Barros-Battesti (2006), estágios imaturos foram relatados em aves. Na fase adulta parasitam majoritariamente mamíferos da ordem Rodentia (Barros-Battesti, 2006; Bermúdez, 2018). De acordo com Nava et al. (2010), *A. longirostre* pode ser encontrado em 15 espécie de mamíferos das mais diversas ordens (e.g. Rodentia, Artiodactyla, Carnivora, Primates) sendo que destas espécies, roedores dos gêneros *Coendou*, *Chaetomys* e *Sphiggurus* (família Erethizontidae) são mais comumente parasitados por *A. longirostre* na fase adulta. A lista de espécies de aves hospedeiras é extensa, contemplando 84 espécies das mais distintas ordens (e.g. Coraciformes, Coraciformes, Galbuliformes, Galliformes, Gruiformes, Passeriformes), sendo que a ordem hospedeira mais representativa a Passeriformes, com 78 espécies parasitadas por *A. longirostre*. (Nava et al., 2010).

Distribuição geográfica: México, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa, Trindade e Tobago, Peru, Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e norte da Argentina (Bermúdez, 2018).

Pode transmitir. Espécies de bactéria *Rickettsia bellii* e *Rickettsia amblyommii* (Mcintosh et al., 2015).

***Amblyomma ovale* Koch, 1844**

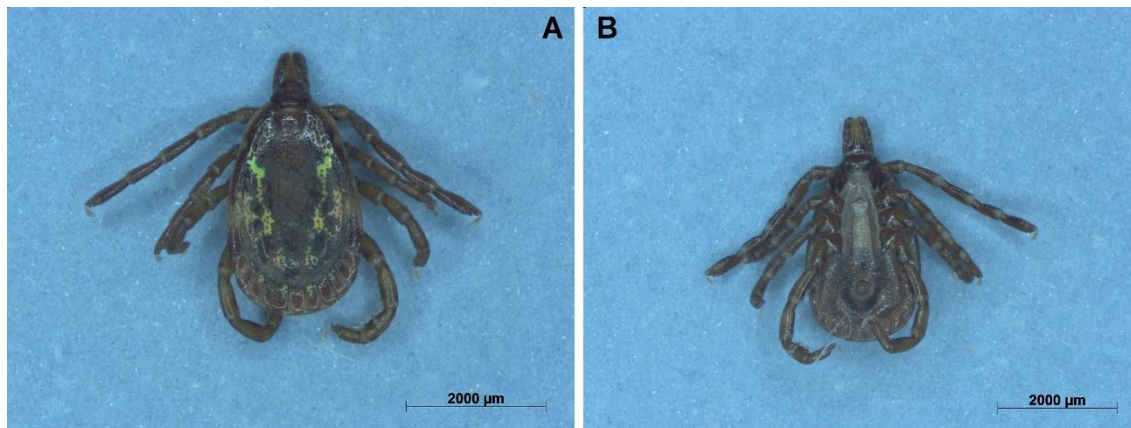


Figura 9 - Macho de *Amblyomma ovale*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

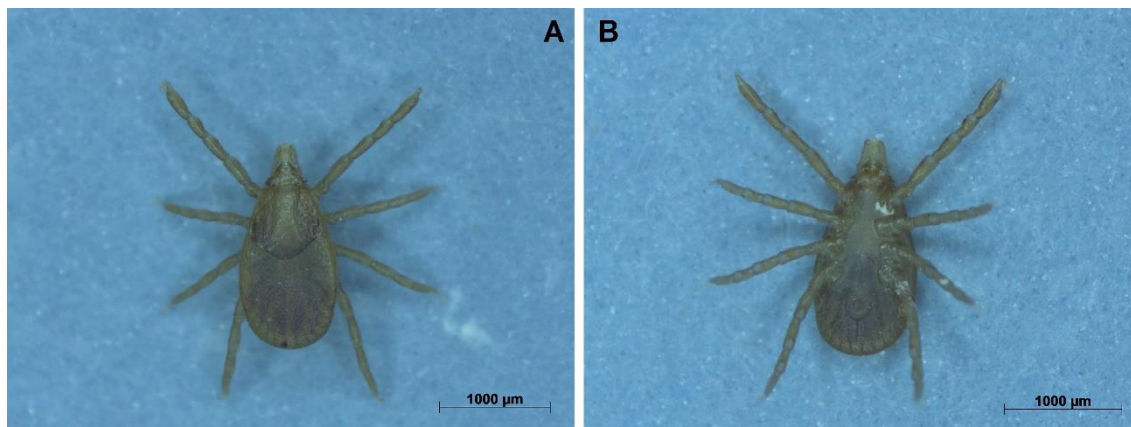


Figura 10 - Ninfas de *Amblyomma ovale*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Fragmentos 8, 9, 10, 11 e 14. / Adultos: Trilhas 7, 8, 9, 11 e 13 do PNI.

Principais hospedeiros: Segundo Barros-Battesti (2006), em fase adulta a espécie é encontrada principalmente em Carnívora, estágios imaturos parasitam principalmente roedores. De acordo com Murgas et al., (2013), *A. ovale* pode ser encontrado em espécies de aves das famílias Tytiridae, Momotidae, em mamíferos da família Didelphidae (e.g. gambá (*Didelphis spp*)), em roedores da família Cricetidae, em carnívoros das famílias Echymidae, Muridae, Canidae, Felidae, Mustelidae, Procyonidae, (e.g. cachorro doméstico (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766), gato doméstico (*Felis catus* Linnaeus , 1758), onça-parda

(*Puma concolor* Linnaeus, 1771), irara (*Eira barbara* Linnaeus, 1758), quati (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766), mão-pelada (*Procyon cancrivorus* Cuvier, 1789)), em mamíferos da família Tapiridae (e.g. anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758)), Suidae (e.g. javali (*Sus scrofa* Linnaeus 1758)) e nos seres humanos.

Distribuição geográfica: Estados Unidos, México, Guatemala, Belize, El Salvador, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Trinidad e Tobago, Equador, Peru, Bolívia, Brasil, Paraguai e Argentina (Bermúdez, 2018; Barros-Battesti, 2006).

Pode transmitir: Espécies *Rickettsia parkeri*, um dos agentes etiológicos da febre maculosa (Szabó, 2013)

***Amblyomma brasiliense* Aragão, 1908**

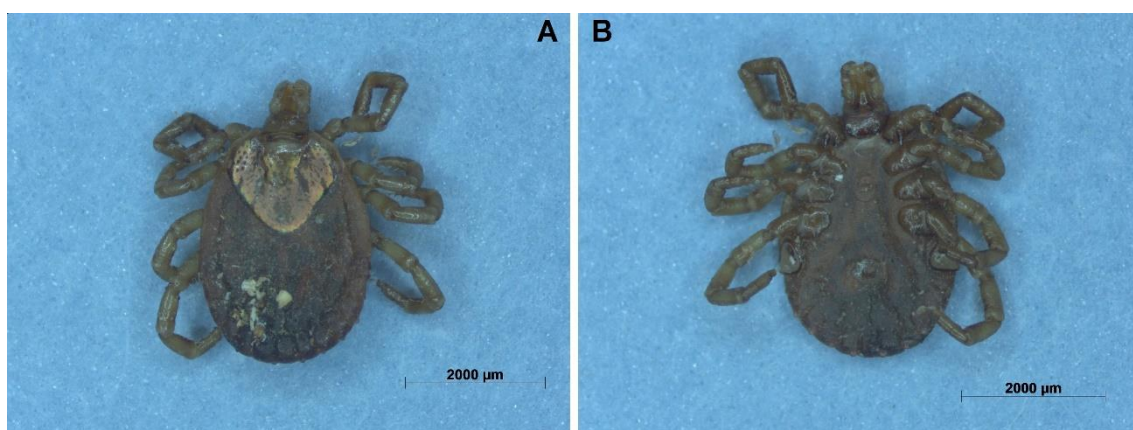


Figura 11 - Fêmea de *Amblyomma brasiliense*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

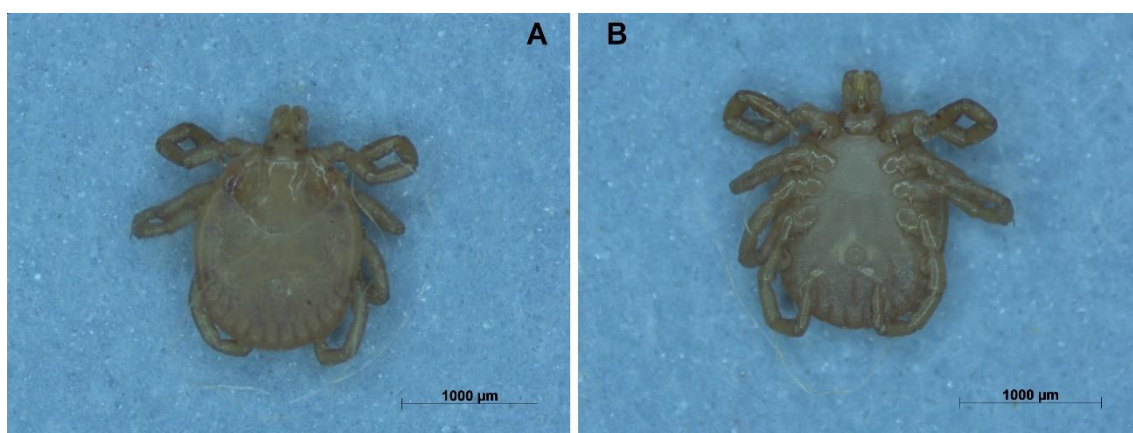


Figura 12 - Ninfã de *Amblyomma brasiliense*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Fragmentos 15 e 17; Todas as 16 trilhas do PNI / Adultos: fragmento 17; Trilhas 8, 14, 6 do PNI.

Principais hospedeiros: Parasita principalmente mamíferos das ordens Artiodactyla e Perissodactyla. Encontrado parasitando aves, paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766), cutia (*Dasyprocta spp.*) e o homem (*Homo sapiens*) (Barros-Battesti, 2006). Segundo Sanches et al. (2008), sob condições naturais, os queixadas (*Tayassu spp*) são considerados os principais hospedeiros. De acordo com Aragão (1913), *A. brasiliense* pode parasitar também a anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766).

Distribuição geográfica: Argentina, Brasil e Paraguai (Barros-Battesti, 2006).

***Amblyomma coelebs* Neumann, 1899**

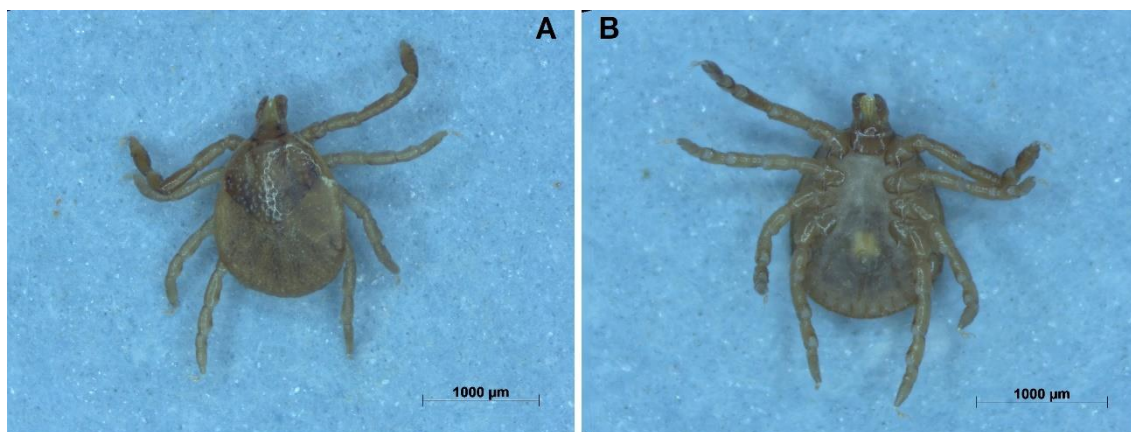


Figura 13 - Ninfas de *Amblyomma coelebs*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Fragmentos 15,16 e 17; Trilhas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 e 15 do PNI. Adulto: Trilha 4 do PNI.

Principais hospedeiros: Mamíferos da ordem Perissodactyla, frequentemente encontrado em anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758) (Aragão, 1936; Barros-Battesti, 2006). De acordo com Bermúdez (2018), *A. coelebs* pode ser encontrado também em cavalos e animais das ordens Artiodactyla (javali (*Sus scrofa* Linnaeus 1758)) e Rodentia (paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766)).

Distribuição geográfica: México, Belize, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Peru, Brasil, Bolívia, Paraguai e norte da Argentina (Bermúdez, 2018).

***Amblyomma incisum* Neumann, 1906**

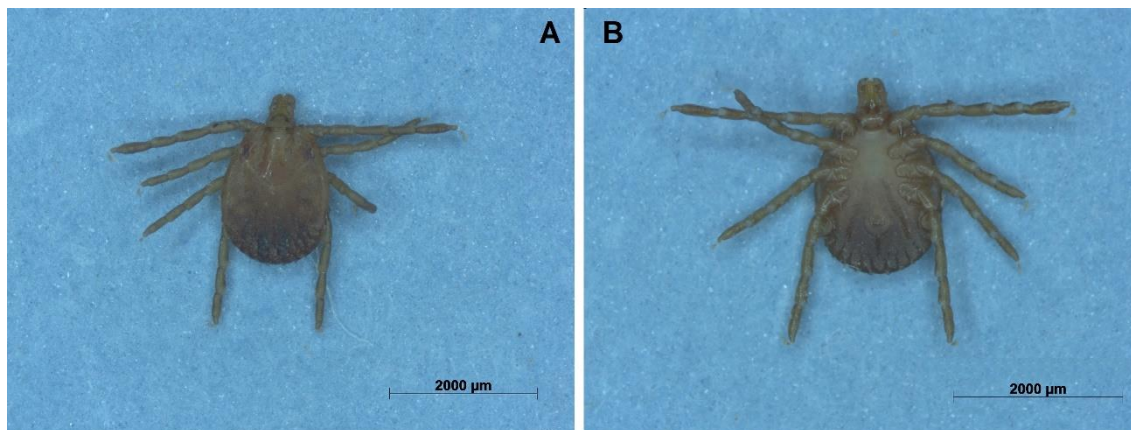


Figura 14 - Ninfas de *Amblyomma incisum*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Trilhas 1, 6, 8 e 10 do PNI.

Principais hospedeiros: Mamíferos da ordem Perissodactyla, encontrados também em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) (Barros-Battesti, 2006). Aragão (1936) cita também a ocorrência de *A. incisum* parasitando antas (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758).

Distribuição geográfica: Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Peru (Barros-Battesti, 2006).

***Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946**

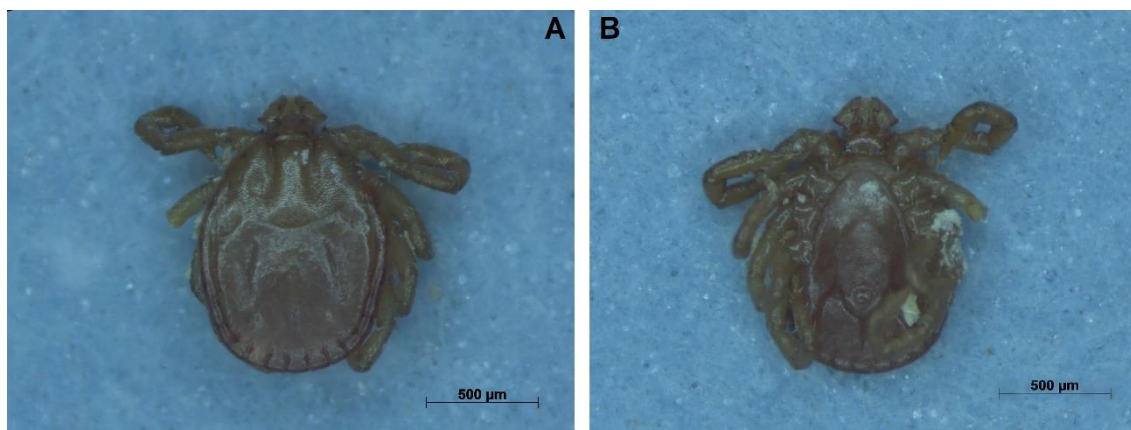


Figura 15 - Ninfas de *Haemaphysalis juxtakochi*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Espécimes coletados: Ninfas: Fragmento 17; Trilhas 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 do PNI / Adulto: Trilha 5 do PNI. Adulto: Trilha 5 do PNI.

Principais hospedeiros: Segundo Bermúdez (2018), *H. juxtakochi* é encontrado comumente parasitando Mamíferos de diferentes ordens (e.g. Artiodactyla, Perissodactyla, Carnivora, Primates, Rodentia, Didelphimorphia), podendo ser encontrado no cão doméstico (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758), no ser humano, em quati (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766), gambá (*Didelphis spp.*), anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758) e até em aves da ordem Passeriformes.

Distribuição geográfica: Canadá, Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Peru, Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina (Bermúdez, 2018).

Pode transmitir: *Rickettsia rhipicephali* e *Rickettsia bellii* (Labruna et al., 2007).

Amblyomma spp.* e *Haemaphysalis spp.

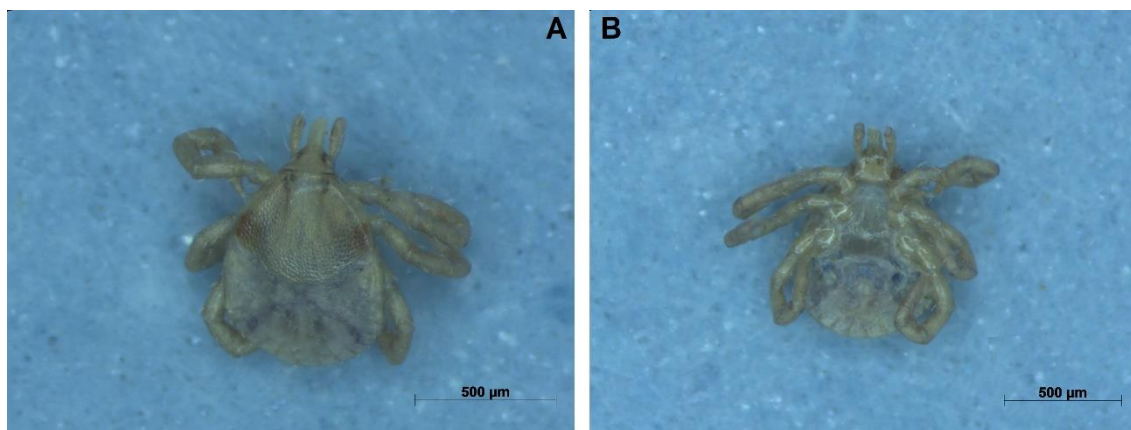


Figura 16 - Larva de espécie do gênero *Amblyomma*. **A.** Vista dorsal. **B.** Vista ventral.

Larvas coletadas nos fragmentos florestais e no Parque Nacional do Iguazu não foram identificadas em nível de espécie pela ausência das chaves de identificação desse estágio de vida, as chaves existentes permitem a identificação dos espécimes a nível de gênero.

- a. *Amblyomma spp.* coletados: Larvas: Fragmentos 13 e 15; Trilhas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 14 do PNI.

Características do gênero: Palpos de tamanhos variáveis, mas sempre com o segundo segmento mais comprido que o primeiro e terceiro, em algumas espécies ambos os sexos tem palpos compridos, enquanto que em outras apenas fêmeas apresentam; escudo ornamentado na maioria das espécies; olhos nas espécies neotropicais; presença de festões (Bermúdez, 2018).

- b. *Haemaphysalis spp.* coletados: Larvas: Fragmentos 13 e 15; Trilhas 5, 6 e 7 do PNI.

Características do gênero: Palpos curtos com segmentos subiguais, base do segundo segmento comprido e projetado lateralmente; ausência de olhos e presença de festões. Escudo ornamentado (Bermúdez, 2018).

A partir da revisão da bibliografia, que traz registros das espécies de carrapatos para os estados do Paraná e para a província de Misiones, na Argentina, foi possível elaborar a Tabela 4, a qual expõe os registros de cada espécie nas regiões supracitadas. Dados referentes as espécies de carrapatos

que ocorrem na província paraguaia do Alto Paraná não foram encontradas na literatura, no entanto, o trabalho de Nava et al. (2007) descreve a ocorrência de 36 espécies de carrapatos Ixodídeos para todo o território paraguaio, porém, sem especificar como elas estão distribuídas nas regiões do país.

Tabela 5 - Lista da ocorrência de espécies de carrapatos em vida livre e em parasitismo de ambientes florestais do Paraná e tríplice fronteira.

ESPÉCIES	OCORRÊNCIAS		
	Paraná, BR ¹	Misiones, AR ²	Foz do Iguaçu e PNI ³
<i>A. ovale</i>	X	X	X
<i>A. brasiliense</i>	X	X	X
<i>A. coelebs</i>	X	X	X
<i>A. longirostre</i>	X	X	X
<i>A. calcaratum</i>		X	
<i>A. parkeri</i>	X		
<i>A. aureolatum</i>	X		
<i>A. dubitatum</i>	X	X	
<i>A. scalpturatum</i>	X		
<i>A. incisum</i>	X	X	X
<i>H. leporispalustris</i>		X	
<i>H. juxtakochi</i>	X	X	X
<i>I. aragaoi</i>	X		X
<i>I. schulzei</i>		X	
<i>R. microplus</i>		X	

Fonte: o autor, 2019. * Conferido a partir dos trabalhos de Arzua, 2007¹; Lamattina, 2014²; Lamattina, 2018² e Suzin, 2018^{1 e 3}.

A variação da abundância das espécies de carrapato em fase de não parasitismo em estágios de ninfa, vinculada com a sazonalidade, pode ser observada. Uma vez que para os carrapatos coletados no Parque Nacional do Iguaçu, o pico de ninfas amostradas ocorreu no mês de julho (figura 15), enquanto para os fragmentos florestais, o pico das ninfas ocorreu no mês de maio (figura 16). Entre os meses de dezembro de 2018 a março de 2019, duas campanhas de coleta foram realizadas nos fragmentos florestais e, embora o esforço amostral tenha sido o mesmo que nas campanhas seguintes, nenhum indivíduo foi coletado neste período.

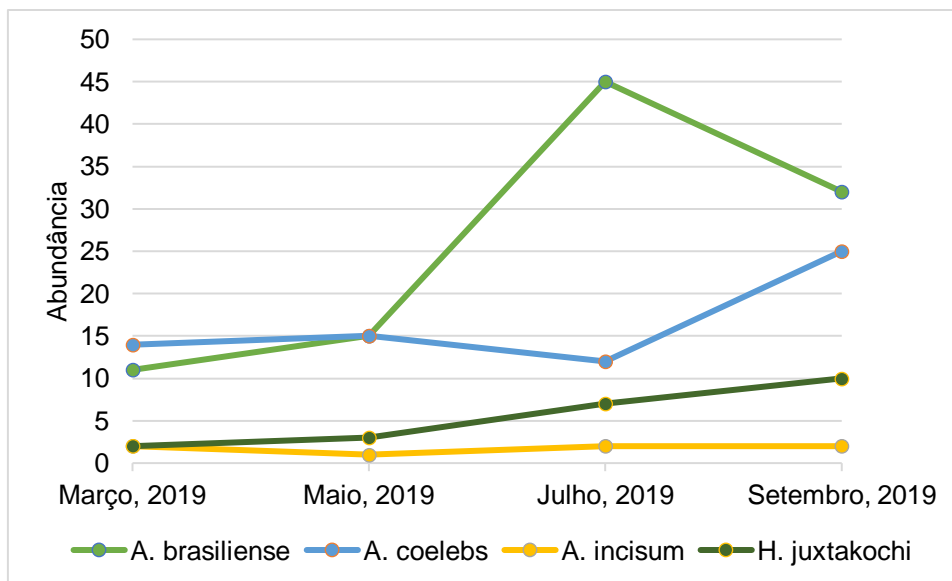


Figura 17 - Sazonalidade das ninfas de carrapatos do PNI, dadas por espécies coletadas entre os meses de março a setembro de 2019 com suas respectivas abundâncias.

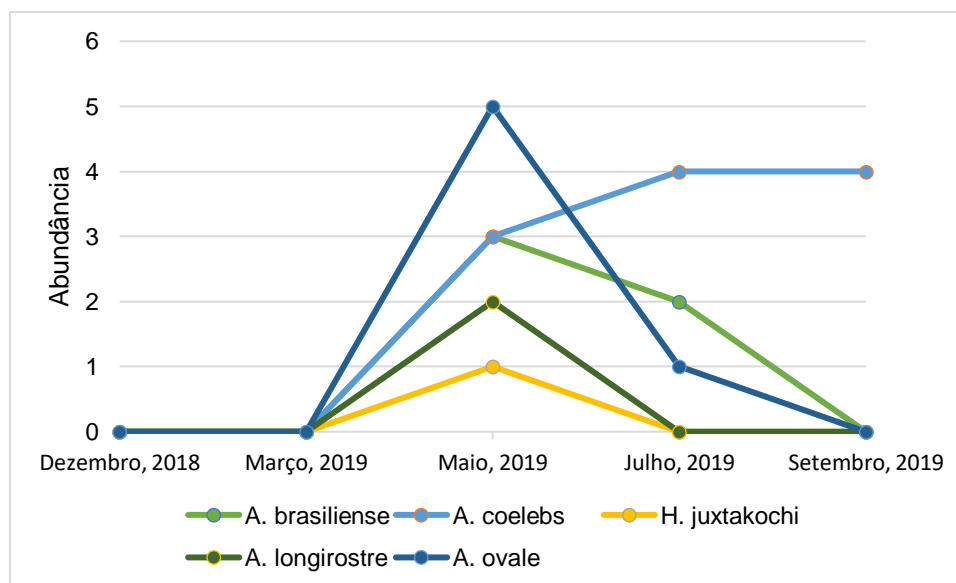


Figura 18 - Sazonalidade das ninfas de carrapatos dos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu, dadas por espécies coletadas entre os meses de dezembro de 2018 a setembro de 2019 com suas respectivas abundâncias.

DISCUSSÃO

Por meio dos resultados obtidos, o presente trabalho contribuiu na compreensão da composição de espécies de carrapatos (Acari: ixodidae) presentes em fragmentos florestais de Foz do Iguaçu, levando em conta a ausência dessas informações na literatura. A composição de espécies

coletadas no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) se alinha com a composição de espécies com ocorrência já descrita para a unidade de conservação, não obtendo nenhum incremento na composição da fauna ixodológica do PNI. Entretanto, quando voltamos a atenção aos fragmentos florestais do município, observamos a ocorrência de *Amblyomma longirostre*, tal espécie não fora amostrada nas campanhas de coleta do PNI deste trabalho, tendo sido registrada, entretanto, em trabalhos anteriores (E.g. Suzin, 2018). *Amblyomma incisum* não foi registrado nos fragmentos florestais, estando presente apenas nas amostragens do PNI. Outro aspecto observado e que pode ser evidenciado, está na ausência de *Amblyomma ovale* na fase de ninfa no PNI, onde foi encontrado apenas nos fragmentos florestais. *A. ovale* foi encontrado na unidade de conservação apenas no estágio adulto.

Com base no observado, podemos sugerir que as possíveis diferenças na abundância e composição das assembleias de carrapatos entre as localidades se deve às alterações do ambiente. Seguindo registros históricos, grandes extensões territoriais de paisagens 'naturais' sofreram transformações significativas, especialmente no último século. Segundo D'Oliveira et al. (2002), no estado do Paraná restam apenas 3,4% da Floresta Estacional Semidecidual (FES) original, sendo que a área do PNI sozinha corresponde a mais da metade deste total. Esta significativa localização geográfica tem resultado numa pressão fundiária, colocando em risco o acervo biológico ímpar da unidade (Ortiz et al., 2001).

Para além dos aspectos da degradação em larga escala que a FES tem sofrido nas últimas décadas, o levantamento das espécies de carrapato trouxe a reflexão sobre os possíveis efeitos da fragmentação de habitat no grupo taxonômico estudado, tendo em vista as diferenças nas abundâncias e composição das espécies coletadas nos fragmentos florestais. Parte dessa variação nas abundâncias poderia ser explicada por variações a nível local. Segundo Selman (2012) alterações no ambiente que as comunidades de carrapatos estão inseridas podem influenciar nas variações em nível de microclima e interferir nas dinâmicas populacionais presentes. Tal interferência pode ser exemplificada também pela diferença na composição das espécies de carrapatos entre o PNI e fragmentos florestais, onde, ainda que os fragmentos

sejam áreas remanescentes de um mesmo tipo vegetativo, a composição e abundância dos carrapatos de cada fragmento foi diferente, no PNI, com um menor esforço amostral, foram coletados 221 carrapatos, ao passo que nos fragmentos florestais, que tiveram um maior esforço amostral, foram coletados 30 indivíduos. Embora haja a necessidade de trabalhar na aplicação testes estatísticos que comprovem a significância de tais diferenças, indícios foram observados.

A perda e as modificações de habitat afetam a biodiversidade, contribuindo potencialmente para surtos de doenças infecciosas e também podem influenciar a exposição humana a carrapatos infectados (Brownstein et al., 2005; Ogrzewalska et al., 2011). Pequenas mudanças no ambiente podem ter consequências importantes para o impacto geral desses carrapatos e infecções transmitidas por eles nas áreas vizinhas (Salman, 2012). A prevalência de *A. ovale* em fases imaturas nos fragmentos próximos as áreas urbanas pode ser considerada um potencial risco na transmissão de patógenos aos animais domésticos, silvestre e aos seres humanos, uma vez que trabalhos indicam a transmissão de bactéria *Rickettsia parkeri*, um dos agentes causadores da febre maculosa aos seus hospedeiros, conforme descrito por Szabó et al. (2013). Fortes et al. (2011) registra a soroprevalência de seis espécies do gênero *Rickettsia* em carrapatos encontrados em capivaras no Refúgio Biológico Bela Vista, área da usina hidrelétrica de Itaipu, sendo elas: *Rickettsia rickettsii*, *R. bellii*, *R. parkeri*, *R. amblyommii*, *R. felis* e *R. rhipicephali*. Tal cenário é preocupante, visto a potencialidade de *A. ovale* transmitir as bactérias causadoras da febre maculosa aos seus hospedeiros.

A presença de *A. ovale* em estágios imaturos mostrou-se restrita aos fragmentos próximos à malha urbana, podendo indicar que a manutenção de seu ciclo de vida está sendo realizada por animais domésticos, como os cachorros das propriedades ao entorno, uma vez que essa espécie de carrapato depende de carnívoros no ciclo de vida, e que trabalhos indiquem a ocorrência da espécie parasitando cachorros (E.g. Rozental, 2002).

Segundo Souza (2017), quanto mais fragmentada a vegetação, maior será o contato direto com o pasto ou agricultura e assim maior será o efeito de

borda, sendo este caracterizado pela maior exposição do fragmento a ventos, altas temperaturas, baixa umidade e alta irradiação solar. Conforme o mapa dos fragmentos florestais amostrados (figura 4 e tabela 1), podemos observar os diferentes tamanhos e formatos de cada área, onde cada localidade possivelmente pode apresentar diferentes intensidades de efeitos de borda. Uma vez que Souza (2017) explica que a relação perímetro/área determina a forma dos fragmentos, valores altos desta relação evidenciam um formato próximo de circular e, portanto, com menores efeitos de borda, por outro lado baixos valores indicam fragmentos com formatos mais alongados com menores áreas circulares e assim mais sujeitos ao efeito de borda. Desta forma, espera-se que fragmentos que apresentem baixos valores desta relação (perímetro/área), sofrerão maiores efeitos de borda.

Fatores abióticos ou climáticos (ex.: latitude, altitude, temperatura, umidade) apresentam-se como efeitos interativos que podem determinar a capacidade de sobrevivência e disseminação de carrapatos (Salman, 2012; Labruna et al., 2005). Dentre toda a gama de variáveis climáticas que podem influenciar as populações de carrapatos, a mais evidente é a temperatura. De acordo com Salman (2012), ao longo dos diferentes estágios de vida dos carrapatos, elevadas temperaturas resultam em condições mais rápidas de desenvolvimento em cada estágio, no entanto, durante os períodos de não parasitismo, elas também geram um nível mais elevado de evaporação, sendo este um efeito perigoso para a sobrevivência dos carrapatos, por justamente serem sensíveis à dessecação. Uma evidencia observada neste trabalho é a baixa abundância dos carrapatos nas áreas fragmentadas, bem como o pico de ninfas nos fragmentos, ocorrido no mês de maio, com dois meses de antecedência ao pico de ninfas do PNI. Podemos então sugerir que a partir da fragmentação e de suas possíveis alterações a nível de microclima, que os carrapatos dos fragmentos se desenvolveram mais rapidamente, no entanto, os demais efeitos das alterações nos fatores abióticos pode comprometer a sobrevivência dos carrapatos nas áreas fragmentadas, ou até mesmo ficarem ausentes em algumas localidades, por exemplo os fragmentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 12.

Entretanto, Sonenshine & Roe (2014) cita que os carrapatos desenvolveram várias estratégias para facilitar sua sobrevivência enquanto esperam por hospedeiros vertebrados, como o abrigo em serapilheiras, folhas, vegetação em decomposição ou enterrados no solo, sendo que tais estratégias variam de acordo com as espécies. Carrapatos, no entanto, são apenas parasitas intermitentes, passando a maior parte do tempo nos períodos de não parasitismo dentro de seu habitat, onde estão à mercê de fatores abióticos (Bowman, 2008). De acordo com Labruna et al. (2005), na natureza, algumas espécies de vertebrados são mais continuamente expostas a carrapatos do que outras, porém, em geral, os carrapatos gastam mais de 90% de suas vidas em condições fora do hospedeiro, o que os torna muito vulneráveis a modificações no ambiente. Exposto isso, com base no observado entre as diferenças nas abundâncias das espécies encontradas nos fragmentos florestais e no PNI (tabelas 3 e 4), podemos sugerir um possível efeito das alterações microclimáticas que os ambientes fragmentados propiciam. A diferença nas abundâncias das espécies pode expressar as dificuldades na capacidade de sobrevivência que os efeitos ambientais dos fragmentos oferecem aos parasitas, quando comparado às abundâncias do PNI.

Outro fator crucial para compreender a dinâmica das espécies de carrapatos, para além das variações microclimáticas proporcionadas pela fragmentação de habitat e efeitos de borda, é preciso levar em consideração suas relações com os hospedeiros. Devido aos carrapatos serem parasitas hematófagos, seu ambiente físico inclui o próprio hospedeiro e, esse ambiente biótico reage à presença do carrapato em curto e longo prazo, de maneira que o ambiente abiótico não pode fazer, impondo pressões fisiológicas, populacionais e evolutivas sobre os carrapatos (Bowman, 2008).

As mudanças ambientais podem afetar tanto as populações dos parasitas quanto de seus hospedeiros vertebrados (Labruna et al., 2005). Segundo Brownstein et al. (2005), a estrutura da paisagem tem influência na abundância e composição de mamíferos pequeno e médio porte, que servem como hospedeiros para os carrapatos imaturos. Uma vez que as populações de hospedeiro são prejudicadas pelas alterações ambientais, as populações de carrapatos também devem ser impactadas pelas limitações impostas pela

ausência dos hospedeiros. Em ecossistemas não perturbados, a biodiversidade tende a ser maior e distribuir mais uniformemente (Ogrzewalska et al., 2011).

As alterações da paisagem ocasionadas por mudanças antrópicas afetam a relação entre hospedeiro e carrapato e, conseqüentemente, podem aumentar a transmissão de patógenos transmitidos por estes parasitas, gerando efeitos negativos nas comunidades presentes, e favorecendo a transmissão de patógenos importantes na medicina humana e veterinária (Salman, 2012; Knap, 2019). De acordo com Esser et al. (2019), à medida que as espécies hospedeiras são perdidas, espera-se que as comunidades de parasitas se degradem ao ponto de que apenas espécies com baixa especificidade de hospedeiro permanecem. Segundo Esser et al. (2016), outro fator extremamente importante na abundância dos carrapatos está no tamanho do corpo do hospedeiro, animais maiores tem cargas maiores de carrapatos, por outro lado, hospedeiros maiores também têm áreas de vida maiores, maior mobilidade e podem visitar habitats mais diversos que espécies hospedeiras menores. Visto que a maior abundância e riqueza encontrada nos fragmentos está próximo ao PNI, podemos citar o fragmento 17, com maior tamanho em hectares e maior proximidade da unidade de conservação, o que aumenta sua probabilidade de obter uma diversa fauna de carrapatos, possivelmente o motivo pelo qual tal fragmento apresentou maior riqueza e abundância entre todos os fragmentos amostrados.

Esser et al. (2016) propõe a partir de seus resultados, que para os carrapatos em estágios imaturos (larva e ninfa), as assembleias de carrapatos apresentam estruturas de montagem independentes do tamanho do corpo do hospedeiro, entretanto, para carrapatos adultos, o porte do hospedeiro estrutura a montagem das espécies no ambiente. Ao agregarmos estes aspectos com os resultados obtidos no levantamento taxonômico do presente trabalho, podemos observar a composição similar das espécies de carrapatos em estágios de ninfa entre fragmentos e PNI. Diferindo em apenas uma espécie no PNI (*A. incisum*) e em outra espécie nos fragmentos (*A. longirostre*), porém, para *A. ovale* o registro de ninfas deu-se apenas nos fragmentos florestais e o registro dos adultos deu-se apenas no PNI. Logo, ao assumirmos que o porte do hospedeiro não estrutura as comunidades de carrapatos em

estágios iniciais, podemos explicar a semelhança na composição de espécies entre PNI e fragmentos. Porém, ao levarmos em consideração a alta especificidade de carrapatos adultos aos seus hospedeiros, talvez seja provável que a grande maioria dos fragmentos analisados não comportem populações de vertebrados de médio e grande porte, fato pelo qual pode ser observada a coleta de apenas um espécime adulto nos fragmentos, sendo este uma fêmea de *A. brasiliense*, espécie comumente encontrada parasitando diferentes táxons como seus hospedeiros, e também a mais abundante no PNI.

De acordo com Ogrzewalska et al. (2011), a infestação de carrapatos em aves de Mata Atlântica de interior se dá majoritariamente pelo gênero *Amblyomma*. As aves podem apresentar um importante papel na dinâmica dos carrapatos em fragmentos florestais, visto que as alterações ambientais presentes nas matrizes agrícolas talvez não seja uma barreira entre as manchas de fragmentos para as aves. Evidência disso pôde ser observada no registro de *A. longirostre*, amostrado nos fragmentos florestais 7 e 10 no presente levantamento e somente em fase de ninfa. Segundo Barros-Battesti (2006), estágios imaturos desta espécie são relatados em aves, indicando que sua ocorrência pode ser atribuída as aves como hospedeiros.

As matrizes agrícolas nas quais os fragmentos se inserem podem ser consideradas barreiras à muitas espécies de vertebrados, impossibilitando a permeabilidade de espécies transitarem entre os fragmentos. Kionka (2013) explica que a mastofauna de fragmentos florestais é composta predominantemente por espécies generalistas, o que explica a persistência desta fauna mesmo em ambientes pequenos e com elevada ação antrópica. Apesar da composição de mamíferos em fragmentos ser restrita a espécies mais generalistas em sua seleção de habitat, Magioli (2013) explica que para grandes mamíferos, como a onça-parda (*Puma concolor*), o trânsito entre fragmentos inseridos em matrizes agrícolas parece não ser um fator limitante, visto que o consumo de presas com dieta baseada em itens alimentares dos remanescentes e da matriz agrícola, sugerindo alta plasticidade comportamental das onças-pardas e de suas presas.

Como efeito final, Salman (2012) explica que ao passo em que paisagens florestais se fragmentam em pequenos trechos de vegetação, pode-se modificar profundamente o ciclo dos hospedeiros, tendo então profundas consequências para o ciclo de vida dos carrapatos. A baixa ocorrência de adultos ao longo das campanhas nos fragmentos florestais pode ser explicada no trabalho de Esser, et al. (2019), onde espera-se que os parasitas sejam particularmente propensos a co-extinção local porque precisam de limiares mínimos de abundância do hospedeiro para manter populações viáveis, logo, a presença contínua de hospedeiros finais é indispensável para sustentar populações de parasitas.

Por hora, trabalhos recentes no Parque Nacional do Iguaçu (E.g. Suzin, 2018) tem indicado que as espécies de carrapatos presentes na região apresentam ciclos de vida anuais, sendo estes bem demarcados entre as estações do ano, como podemos observar na figura 19. Assim como no PNI, os fragmentos também apresentaram o pico de ninfas no inverno (figura 18), demonstrando que a sazonalidade nos fragmentos se assemelha a variação na UC analisada. Entretanto, um fator preocupante está na ausência de espécimes coletados entre dezembro de 2018 e março de 2019 nos fragmentos florestais, não obtendo nenhum indivíduo coletado nos 17 fragmentos, embora o esforço amostral tenha sido maior nos fragmentos do que no PNI.

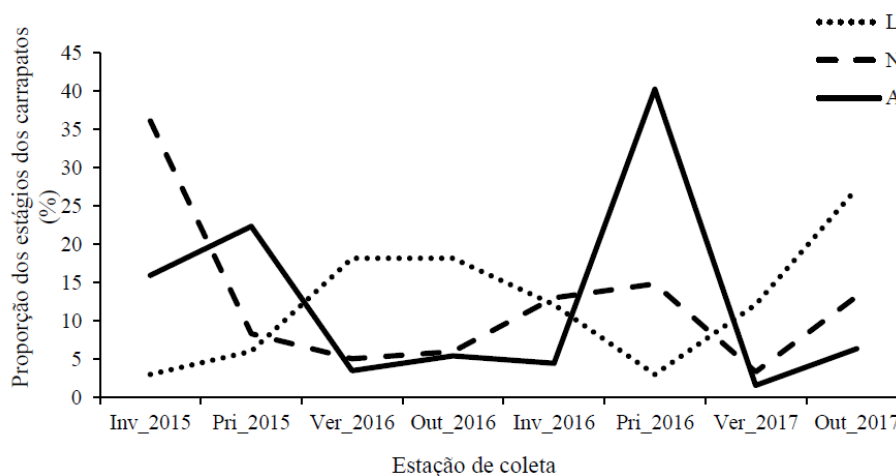


Figura 19 - Proporção (%) de estágios de desenvolvimento no PNI (Suzin, 2018).

Outro ponto interessante nos resultados está exposto nas figuras 7, onde a curva do coletor só atingiu a assíntota para os dados das espécies de carrapatos coletados no PNI, demonstrando que, embora o esforço amostral na UC tenha sido menor por unidade amostral (em média 0,4km de arraste), o gráfico representou que a riqueza amostrada pode ser considerada representativa para a fauna local de carrapatos do PNI. Entretanto, quando analisamos a curva do coletor para os fragmentos florestais, a assíntota não foi atingida, sugerindo que o esforço amostral não foi suficiente para representar as espécies de carrapatos nas localidades, mesmo que o esforço por unidade amostral de fragmentos tenha sido maior que o PNI (em média 1km de arraste). Para compreender os motivos pelos quais a assíntota não foi atingida nos fragmentos florestais, tendo em vista a baixa riqueza e baixa abundância das espécies de carrapato nestas localidades, devemos pensar se de fato as populações dos carrapatos estão conseguindo se manter nas áreas fragmentadas, seja ela por motivos de variações microclimáticas ou pelas relações entre parasitas e hospedeiros. Embora ambas as localidades (PNI e Fragmentos) sejam remanescentes da mesma fitofisionomia, os fragmentos possivelmente podem apresentar fatores limitantes que sejam mais estressores (bióticos e abióticos) aos carrapatos do que em ambientes de paisagem contínua, como o PNI.

De acordo com o exposto acima e visando contribuir com estudos futuros sobre a temática abordada, pode-se sugerir que fossem estudadas as hipóteses de que as diferenças encontradas nas espécies de carrapatos entre o PNI e os fragmentos, se devem a:

(I) *A fragmentação de habitat pode limitar a dispersão e a manutenção das populações de hospedeiros nos fragmentos florestais* – Nos fragmentos florestais as comunidades de hospedeiros são mais restritas em relação ao PNI, tendo em vista as alterações de habitat a nível da paisagem, que ocasionam implicações nas dinâmicas ecológicas dos hospedeiros presentes em cada área. Espécies hospedeiras de grande porte não se estabelecem nos fragmentos menores e/ou mais distantes, uma vez que a capacidade de dispersão entre as machas diminui com o aumento da distância entre as áreas. O tamanho do fragmento também pode ser um fator estruturante nas

comunidades hospedeiras, visto que espécies hospedeiras maiores necessitam de áreas de vida maiores. Logo, espera-se que nos fragmentos florestais menores ou mais distantes a riqueza de hospedeiros será proporcionalmente menor que no PNI, e por consequência, a assembleia de carrapatos presente em cada fragmento será reflexo das especificidades parasita-hospedeiro esperada. A abundância das espécies de carrapato será restringida em ambientes com poucos hospedeiros de grande porte, visto que hospedeiros maiores podem suportar uma maior carga parasitária, logo estes sustentam a maior parte dos carrapatos no ambiente e em geral, apresentam elevada especificidade. O levantamento dos hospedeiros nos fragmentos florestais por meio do monitoramento fotográfico, indícios indiretos ou até mesmo estudos etnozoológicos com a população humana que vive nas proximidades dos fragmentos florestais pode contribuir com a compreensão desta dinâmica.

(II) *A comunidade de carrapatos (Acari: ixodidae) é determinada pelos fatores abióticos dos fragmentos* – A fragmentação florestal traz consigo alterações nos parâmetros abióticos dos habitats, determinados principalmente pelo tamanho e formato das áreas remanescentes. Tais variações são consequências ocasionadas principalmente por efeito de borda, que causam mudanças a nível de microclima nos fragmentos florestais (E.g. aumento da temperatura e luminosidade, queda da umidade). Espera-se que em fragmentos menores o efeito de borda seja mais agressivo, visto a susceptibilidade a alterações microclimática que áreas pequenas enfrentam. Logo, espera-se que carrapatos presentes em áreas fragmentadas estejam mais suscetíveis a estes efeitos, sendo então fatores limitantes às assembleias de carrapatos. A instabilidade de ambientes degradados pode exigir uma maior capacidade de sobrevivência aos parasitas, limitando assim seus parâmetros básicos, como taxas de natalidade, mortalidade, sobrevivência, desenvolvimento e reprodução. A partir da coleta de dados das variáveis ambientais nos ambientes fragmentados (E.g. Temperatura, luminosidade, umidade relativa), atrelados às composições da fauna de Ixodídeos de cada área, poderá ser possível o teste de hipóteses através de análises multivariadas que vinculem as variáveis microclimáticas às composições dos

parasitas, demonstrando quais efeitos são mais gravosos as espécies de carrapato.

(III) *As populações de A. ovale nos fragmentos menores e suburbanos dependem de cães domésticos para manutenção de seu ciclo de vida* – *A. ovale* é comumente encontrada parasitando carnívoros em fase adulta, e em estágios imaturos parasitam roedores. Entretanto, a dependência de animais domésticos e vertebrados de pequeno porte tem sido relatado em trabalhos recentes, Murgas et al. (2016) expõe a ocorrência de *A. ovale* em cães nos ambientes rurais e periurbanos. A ocorrência da espécie próximo a áreas urbanas pode ser preocupante, visto o potencial de *A. ovale* ser vetor das espécies de bactéria do gênero *Rickettsia*, sendo ela responsável pela transmissão da febre maculosa em humanos e em outros animais. Animais domésticos e vertebrados de pequeno porte apresentam-se como importantes mantenedores dos estágios de larva e ninfa em *A. ovale*. Sendo assim, ao passo que espécies de grande porte não se estabelecem nos fragmentos menores e próximos a ambientes altamente antropizados (e.g. áreas urbanas), espera-se que populações de hospedeiros intermediários (e.g. cães domésticos) auxiliem na manutenção de *A. ovale* nos fragmentos menores e suburbanos. Índícios deste trabalho apontam tal relação a partir da presença de *A. ovale* em estágios imaturos nos fragmentos próximos ao município de Foz do Iguaçu (fragmentos 8, 9, 10, 11 e 14), e de estágios adultos no PNI, sugerindo a ausência da fauna de hospedeiros definitivos nos fragmentos, mas apenas hospedeiros intermediários de *A. ovale*. Estudos sorológicos com cães e humanos nas proximidades dos fragmentos florestais, bem como o levantamento da fauna de vertebrados nas áreas podem exprimir respostas quanto a ocorrência do agente infeccioso na região.

(IV) *A elevação da temperatura ocasionada pelo efeito de borda nos fragmentos acelera o desenvolvimento em cada estágio e influência a sazonalidade das espécies de ocorrência regional* – As alterações em nível de microclima causadas pelos efeitos da fragmentação florestal, como o efeito de borda, elevam a temperatura das áreas remanescentes, uma vez que o aumento na luminosidade, queda na umidade relativa e maior incidência de ventos nas bordas causam maior instabilidade nas temperaturas nas áreas

fragmentadas. Sendo assim, as elevadas temperaturas podem condicionar as espécies de carrapatos a se desenvolverem mais rapidamente, vide os indícios dos picos de ninfas registrados neste trabalho, onde o pico de ninfas nos fragmentos foi registrado com dois meses de antecedência do pico registrado no PNI. Logo, espera-se que nos fragmentos florestais os carrapatos se desenvolvam mais rapidamente em decorrência das elevadas temperaturas. Através da coleta de dados temperaturas nos ambientes fragmentados, será possível identificar parâmetros para serem testados laboratorialmente, a fim de verificar se apenas a temperatura pode antecipar o ciclo de vida nos fragmentos e alterar a sazonalidade esperada para a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento taxonômico de carrapatos (Acari: ixodidae) nos fragmentos florestais de Foz do Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu (PNI) pôde expor como estão estruturadas as composições das espécies de carrapatos nas respectivas áreas, bem como pôde levantar o debate das relações dos carrapatos com a qualidade do habitat, distribuição espacial e dependência dos hospedeiros. Podemos observar a semelhança na composição das espécies presentes nos fragmentos e PNI, assim como as diferenças nas abundâncias encontradas entre tais localidades. O registro das espécies nos fragmentos florestais pode contribuir na compreensão da fauna local e complementou os poucos trabalhos de levantamento de fauna de Ixodídeos para o oeste do Paraná. Limitações como a baixa abundância de espécimes coletados ao longo dos períodos de amostragem nos fragmentos florestais foi um fator limitante no teste de hipóteses para o presente trabalho. Entretanto, despertou questões que podem ser transformadas em hipóteses para trabalhos futuros, baseadas nos resultados deste levantamento, sendo elas:

- (I) *A fragmentação de habitat pode limitar a dispersão e a manutenção das populações de hospedeiros nos fragmentos florestais;*
- (II) *A comunidade de carrapatos (Acari: Ixodidae) é determinada pelos fatores abióticos dos fragmentos;*

- (III) *As populações de A. ovale nos fragmentos menores e suburbanos dependem de cães domésticos para manutenção de seu ciclo de vida;*
- (IV) *A elevação da temperatura ocasionada pelo efeito de borda nos fragmentos acelera o desenvolvimento em cada estágio e influencia a sazonalidade das espécies de ocorrência regional.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, S. F. ALMEIDA J.; VENDRUSCOLO, G. S.; DUARTE, C. F.; FERREIRA, L. D. Florística em fragmento florestal de floresta estacional semidecidual na microregião de Foz do Iguaçu, Paraná. **V Encontro de Iniciação Científica e I Encontro Anual de Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**. UNILA. Foz do Iguaçu, 2016.

ADAMI, S. F.; QUISPE, A. A.; NEVES, B. C.; DUARTE, C. F.; PEREIRA, D. G.; CRUZ, F. A.; VENDRUSCOLO, G. S.; ALMEIDA, H. C.; ALMEIDA, J.; MOREIRA, L. M.; SIERRA, L. N. P.; OLIVEIRA, P. A.; OLEGÁRIO, P. T.; OLIVEIRA, V. F.; TORRES, R. B., FERREIRA, L. D.; MATTOS, S. H. V. L. Atlas Ambiental da Microrregião de Foz do Iguaçu/PR (2018), UNILA. Disponível em: <<https://geograben.wixsite.com/atlasfoz>> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22 (6): 711-728. 2013.

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. de S.; RICHETTI, J. SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, 40 (4): 405-417. 2016.

ARAGÃO, H. B. Ixodidas brasileiros e alguns países limitrophes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 31(4), 759-843. 1936.

ARAGÃO, H.; FONSECA, F. Notas de ixodologia: VIII. Lista e chave para os representantes da fauna ixodológica brasileira: notas de ixodologia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 59.2: 115-129. 1961.

ARZUA, M. Diversidade de carrapatos (Acari: Ixodidae) de remanescentes de floresta estacional semidecidual e de floresta ombrófila densa no estado do Paraná. **Tese de doutorado em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia**. UFPR. Curitiba, PR. 141p., 2007.

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

BERMÚDEZ, S.; APANASKEVICH, D. DOMÍNGUEZ, L. Garrapatos Ixodidae De Panamá. **Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**.129p. 2018.

BOWMAN, A. S. & NUTTALL, P. A. Ticks: biology, disease and control. **Cambridge University Press**, 2008.

BROWNSTEIN, J. S.; SKELLY, D. K.; HOLFORD, T. R.; FISH, D. Forest fragmentation predicts local scale heterogeneity of Lyme disease risk. **Oecologia**.146 (3), 469-475, 2005.

CAMARGO-MATHIAS, M. I. (Org.). Guia básico de morfologia interna de carrapatos Ixodídeos. São Paulo: **Unesp**, 2013.

CATARATAS DO IGUAÇU S.A. Parque Nacional do Iguaçu – Patrimônio Natural da Humanidade, Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: < <http://www.cataratasdoiguacu.com.br/parque-nacional-do-iguacu/sobre-o-parque>> Acesso em: 28 nov. 2018.

D'OLIVEIRA, E. BURSZTYN, I.; BADIN, L. Parque Nacional do Iguaçu. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 2, n. 4, 2002.

ESSER, H. J.; FOLEY, J. E.; BONGERS, F. HERRE, E. A.; MILLER, M. J.; PRINS, H. H. T.; JANSEN, P. A. Host body size and the diversity of tick assemblages on Neotropical vertebrates. **International Journal for Parasitology**. 5 (3) 295-304, 2016.

ESSER, H. J.; HERRE, E. A.; KAYS, R.; LIEFTING, Y. JANSEN, P. A. Local host-tick coextinction in neotropical forest fragments. **International Journal for Parasitology**, 49 (3-4), 225-233, 2019.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, 34(1), 487-515, 2003.

FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros de importância médico-veterinária. **NBL Editora**, 1973.

FORTES, F. S.; SANTOS, L. C.; CUBAS, Z. S.; BARROS-FILHO, I. R.; BIONDO, A. W.; SILVEIRA, L.; LABRUNA, M. B. Anti-Rickettsia spp. anticorpos

em capivaras livres e cativas do sul do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 31 (11), 1014-1018. 2011.

GIANIZELLA, S. L.; MARTINS, T. F.; ONOFRIO, V. C.; AGUIAR, N. O.; GRAVENA, W.; do NASCIMENTO, C. A. R.; NETO, L. C.; FARIA, D. L.; LIMA, N. A. S.; SOLORIO, M. R.; MARANHÃO, L.; LIMA, I. J. COBRA, I. V. D.; SANTOS, T.; LOPES, G. P.; RAMANHO, E. E.; LUZ, H. R., LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae) of the state of Amazonas, Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, 74.2: 177-183. 2018.

GOOGLE EARTH-MAPAS. [Http://mapas.google.com](http://mapas.google.com). Consulta realizada em 12/11/2019.

HUTCHESON, H. et al. The question of fluctuating asymmetry in the blacklegged tick *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). **Experimental & applied acarology**.22(1), 51-60, 1998.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu**. Brasília, 2018. Limites do Parque Nacional do Iguaçu Escala 1:600.000. p.6.

KIONKA, D. C. O. Mastofauna não-voadora em fragmentos florestais nativos circundados por uma matriz agrícola e de pastagem em Palmeira das Missões/RS. **Dissertação de Mestrado**. 2013.

KNAP, N.; DURMIŠI, E.; SAKSIDA, A.; KORVA, M.; PETROVEC, M.; AVŠIČ-ŽUPANC, T. Influence of climatic factors on dynamics of questing *Ixodes ricinus* ticks in Slovenia. **Veterinary parasitology**. 164(2-4), 275-281, 2009.

LABRUNA, M. B.; JORGE, R. S.P.; SANA, D. A.; JACOMO, A. T. A.; KASHIVAKURA, C. K.; FURTADO, M. M.; FERRO, C.; PEREZ, S. A.; SILVEIRA, L.; SANTOS JR., T. S.; MARQUES, S. R.; MORATO, R. G.; NAVA, A.; ADANIA, C. H.; TEIXEIRA, R. H. F.; GOMES, A. A. B.; CONFORTI, V. A.; AZEVEDO, C. C.; PRADA, C. S. PRADA; SILVA, J. C. R.; BATISTA, A. F.; MARVULO, M. F. V.; MORATO, R. L. G.; ALHO, C. J. R.; PINTER, A.; FERREIRA, P. M.; FERREIRA, F.; BARROS-BATTESTI, D. M. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. **Experimental & applied acarology**. 36(1-2), 149-163, 2005.

LABRUNA, Marcelo B., et al. Isolation of *Rickettsia rhipicephali* and *Rickettsia bellii* from *Haemaphysalis juxtakochi* ticks in the state of Sao Paulo, Brazil. **Appl. Environ. Microbiol.** 73.3: 869-873. 2007.

LAMATTINA, D.; TARRAGONA, E. L.; COSTA, S. A.; GUGLIELMONE, A.; NAVA, S. Ticks (Acari: Ixodidae) of northern Misiones Province, Argentina. **Systematic and Applied Acarology**, 19(4), 393-399. 2014.

LAMATTINA, D.; VENZAL, J. M.; COSTA, S. A. Ecological characterization of a tick community across a landscape gradient exhibiting differential anthropogenic disturbance in the Atlantic Forest ecoregion in Argentina. **Medical and veterinary entomology** 32.3 p. 271-281, 2018.

LAMBIN, E. F.; TRAN, A.; VANWAMBEKE, S. O.; LINARD, C.; SOTI, V. Pathogenic landscapes: interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts. **International journal of health geographics**, 9(1), 54, 2010.

MAGIOLI, M. Conservação de mamíferos de médio-grande porte em paisagem agrícola: estrutura de assembleias, ecologia trófica e diversidade funcional. 2013. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

MARTINS, T. F.; ONOFRIO, V. C.; BARROS-BATTESTO, D.; LABRUNA, M. B. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescrptions, and identification key. **Ticks and Tick-borne Diseases**, 1, 75-99, 2010.

MCINTOSH, Douglas, et al. Detecção de *Rickettsia bellii* e *Rickettsia amblyommii* em *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) do estado da Bahia, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Microbiologia**. 46.3: 879-883. 2015.

Ministério do Meio ambiente, Bioma Mata Atlântica, Brasília. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mataatl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento> Acesso em: 18 nov. 2018.

MOERBECK, L.; VIZZONI, V. F.; MACHADO-FERREIRA, E.; CAVALCANTE, R. C.; OLIVEIRA, S. V.; SOARES, C. A.; AMORIM, M.; GAZÊTA, G. S. *Rickettsia* (Rickettsiales: Rickettsiaceae) vector biodiversity in high altitude

Atlantic forest fragments within a semiarid climate: a new endemic area of spotted-fever in Brazil. **Journal of medical entomology**, 53(6) 1458-1466, 2016.

MURGAS, I. L.; CASTRO, A. M.; BERMÚDEZ, S. E. Current status of *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) in Panama. **Ticks and tick-borne diseases**, 4(1-2), 164-166. 2013.

NAVA, S.; GUGLIELMONE, A. A.; MANGOLD, A. J. An overview of systematics and evolution of ticks. **Front Biosci**, 14(8), 2857-2877, 2009.

NAVA, S.; LARESCHI, M.; REBOLLO, C.; BENÍTEZ USHER, C; BEATI, L.; ROBBINS, R. G.; DURDEN, L. A.; MANGOLD, A. J.; GUGLIELMONE, A. A. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Paraguay. **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, 101.3: 255-270. 2007.

NAVA, S.; VELAZCO, P. M.; GUGLIELMONE, A. A. First record of *Amblyomma longirostre* (Koch, 1844) (Acari: Ixodidae) from Peru, with a review of this tick's host relationships. **Systematic and applied acarology**, 15(1), 21-31. 2010.

OGRZEWALSKA, M.; UEZU, A.; JENKINS, C. N.; LABRUNA, M. B. Effect of forest fragmentation on tick infestations of birds and tick infection rates by *Rickettsia* in the Atlantic forest of Brazil. **EcoHealth**, 8(3), 320-331, 2011.

ONOFRIO, V. C.; VENZAL, J. M.; PINTÉR, A.; SZABÓ, M. P. J. Família Ixodidae: características gerais, comentários e chave para gêneros. In: Barros-Battesti, D.M., Arzua, M., Bechara, G.H. (Eds.), **Carrapatos de importância médica veterinária da região Neotropical: Um guia ilustrado para identificação de espécies**. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo, 29-35, 2006.

ORTIZ, R. A.; MOTTA, R. S.; FERRAZ, C. Estimando o valor ambiental do Parque Nacional do Iguaçu: uma aplicação do método de custo de viagem. **Repositório de conhecimento do IPEA**. 2001.

PEÑALVER, E.; ARILLO, A.; DELCLÒS, X.; PERIS, D.; GRIMALDI, D. A.; ANDERSON, S. R.; NASCIMBENE, P. C.; PÉREZ-DE LA FUENTE, R. Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. **Nature communications**, 8(1), 2017.

PETERKA, C. R. L. Avaliação do efeito da fragmentação florestal na diversidade de carrapatos e patógenos transmitidos por carrapatos na região do Pontal do Paranapanema, SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

PINTO, P. P.; BEDÊ, L.; PEASE, A.; FONSECA, M.; PAGLIA, A.; LAMAS, I. Mata Atlântica Brasileira: Os Desafios para Conservação da Biodiversidade de um Hotspot Mundial. **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 91-118. 2006.

RAMOS, V. N.; OSAVA, C. F.; PIOVEZAN, U.; SZABÓ, M. P. J. Complementary data on four methods for sampling free-living ticks in the Brazilian Pantanal. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 23(4), 516-521, 2014.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, 142(6), 1141-1153. 2009.

ROZENTAL, T.; BUSTAMANTE, M. C.; AMORIM, M.; SERRA-FREIRE, N. M.; LEMOS, E. R. S. D. Evidence of spotted fever group rickettsiae in state of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 44(3), 155-158. 2002.

SALMAN, M. D. Ticks and tick-borne diseases: geographical distribution and control strategies in the Euro-Asia region. **CABI**, 2012.

SANCHES, G. S.; BECHARA, G. H.; GARCIA, M. V.; LABRUNA, M. B.; SZABÓ, M. P. J. Biological aspects of *Amblyomma brasiliense* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. **Experimental and Applied Acarology**, 44(1), 43, 2008.

SANCHES, G. S.; BECHARA, G. H.; GARCIA, M. V.; LABRUNA, M. B.; SZABÓ, M. P. Biological aspects of *Amblyomma brasiliense* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. **Experimental and Applied Acarology**, 44(1), 43. 2008.

SANCHES, G. S.; MARTINS, T. F.; LOPES, I. T.; COSTA, L. F. da S.; NUNES, P. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; LABRUNA, M. B. Ticks infesting birds in Atlantic Forest fragments in Rio Claro, State of Sao Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(1), 6-12, 2013.

SCINACHI, C. A.; TAKEDA, G. A. C. G.; MUCCI, L. F.; PINTER, A. Association of the occurrence of brazilian spotted fever and Atlantic rain forest fragmentation in the São Paulo metropolitan region, Brazil. *Acta tropica*, 166, 225-233, 2017.

SONENSHINE D. E. & Roe R. M. Biology of ticks – 2nd edition. **Oxford University Press**, NY, USA. 540p. 2014.

SOUZA, R. M. de.; QUESADA, H.; COUTO, E. V. do.; FERREIRA, J. H. D. Estudo Estatístico da Fragmentação Florestal e Proposta de Implantação de Corredores ecológicos no Município de Nova Aliança do Ivaí – PR. **X Encontro Internacional de Produção Científica, 2017, Maringá. Anais X EPCC.** Maringá: Unicesumar, 2017.

SUZIN, A. Aspectos ecológicos de carrapatos (Acari: Ixodidae) no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Dissertação de mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.** UFU. Uberlândia, MG. 114p., 2018.

SZABÓ, M. P. J.; LABRUNA, M. B.; GARCIA, M. V.; PINTER, A.; CASTAGNOLLI, K. C.; PACHECO, R. C. Ecological aspects of the free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails within Atlantic rainforest in south–eastern Brazil. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*. 103(1), 57-72, 2009.

SZABÓ, M. P. J.; NIERI-BASTOS, F. A.; SPOLIDORIO, M. G.; MARTINS, T. F.; BARBIERI, A. M.; LABRUNA, M. B. In vitro isolation from *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) and ecological aspects of the Atlantic rainforest *Rickettsia*, the causative agent of a novel spotted fever rickettsiosis in Brazil. *Parasitology*, 140(6), 719-728. 2013.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1), 132-138, 2005.

WARBURTON, E. M.; KHOKLOVA, I. S.; KIEFER, D.; KRASNOV, B. R. Morphological asymmetry and habitat quality: using fleas and their rodent hosts

as a novel experimental system. **Journal of Experimental Biology**, 148:338, 2017.

WILCOVE, D. S.; MCLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation biology**, 6, 237-256. 1986
WILCOVE, D. S. et al. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation biology**, 6, 237-256, 1986.

ZAÚ, A. S. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e ambiente**, 5(1),160-170, 1998.