

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS**

ADRIANE SUZIN

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE)
NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL**

Uberlândia, MG

2018

ADRIANE SUZIN

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE) NO PARQUE
NACIONAL DO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Orientador: Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Vogliotti

Uberlândia, MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S968a
2018

Suzin, Adriane, 1986

Aspectos ecológicos de carapatos (Acari: Ixodidae) no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil / Adriane Suzin. - 2018.
114 f. : il.

Orientador: Matias Pablo Juan Szabó.

Coorientador: Alexandre Vogliotti.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.248>
Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Carapato - Ecologia - Teses. 3. Relação hospedeiro-parasito - Teses. 4. Parque Nacional do Iguaçu (Paraná, PR) - Teses. I. Szabó, Matias Pablo Juan. II. Vogliotti, Alexandre. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. IV. Título.

CDU: 574

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

Adriane Suzin

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE) NO PARQUE
NACIONAL DO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. André R. Terra Nascimento
Instituto de Biologia - UFU

Dra. Vanessa do Nascimento Ramos
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP

Dra. Graziela Tolesano-Pascoli

Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó
Faculdade de Medicina Veterinária - UFU

Uberlândia,
Fevereiro - 2018

*“...To the degree that we come to understand other organisms,
we will place a greater value on them, and on ourselves.”*

(Edward O. Wilson in *Biophilia*)

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao orientador;

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais (PPGECRN);

À direção do Parque Nacional do Iguaçu pela permissão da coleta e por fornecer acomodações na base de pesquisa;

À Unila, especialmente à Divisão de Transporte e ao Delaben, pelo suporte logístico e laboratorial, respectivamente;

Aos Carnívoros do Iguaçu, especialmente à Marina e a Marcela, pela ajuda em campo e por armazenarem espécimes de carapatos, seus e de outros hospedeiros;

À família Labix, por me acolherem, pelo aprendizado e pelos momentos de descontração. Sou muito grata pela oportunidade de conviver com pessoas tão especiais. Agradeço, especialmente à Vanessa e a Grazi pela ajuda no trabalho com os roedores e aves e pelas discussões. À Marlene, Carol, Laís, Jamile, Ana, Camila, Samantha e Vinícius, pela disponibilidade e ensinamentos;

Às secretárias Maria Angélica e Juliana pela prestatividade (PPGECRN);

Ao meu orientador, Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó, pela oportunidade e confiança; e por despertar a curiosidade sobre o quão ecólogos são os carapatos;

Ao Prof. Dr. Alexandre Vogliotti, meu coorientador, por me apresentar ao Prof. Matias, pelo apoio com as coletas e discussões;

Ao Prof. Dr. Pablo Henrique Nunes pela disponibilidade em ajudar nas coletas e pelas discussões;

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e sugestões;

À Natália pela ajuda nas coletas em campo;

Ao museu de Zoologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) pela identificação dos pequenos mamíferos;

Ao Samuel, por sempre estar ao meu lado; pelo incentivo, amor, respeito e paciência;

À minha família pelo apoio e torcida e por “segurar as pontas” em tantas situações.

RESUMO

Suzin, Adriane. 2018. 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.

O crescente interesse em estudar ecologia de carrapatos (Acari: Ixodidae) tem sido associado ao importante papel desses artrópodes como hospedeiros, vetores e amplificadores de uma ampla variedade de microorganismos. O estudo do papel epidemiológico destes organismos associado à sua dinâmica populacional e temporal é importante para predizer o risco de transmissão de doenças. Neste trabalho foram estudados aspectos ecológicos de carrapatos em vida livre e sua interação com hospedeiros (aves, pequenos mamíferos não-voadores e humanos) no Parque Nacional do Iguaçu (PNI), o maior remanescente preservado de Mata Atlântica de interior do Sul do Brasil. As amostragens dos carrapatos em vida livre ocorreram sazonalmente (inverno, primavera, verão e outono) durante dois anos, enquanto a amostragem de aves e de pequenos mamíferos não-voadores ocorreram em duas campanhas (uma no inverno e outra no verão). Adicionalmente, carrapatos de humanos foram coletados durante todo o período de estudos. No total, foram coletadas em vida livre seis espécies de carrapatos: *Amblyomma brasiliense*, *Amblyomma coelebs*, *Amblyomma incisum*, *Haemaphysalis juxtakochi*, *Amblyomma ovale* e *Ixodes aragaoi*. Larvas foram coletadas majoritariamente entre verão e outono e o número de ninfas foi maior no inverno do que na primavera e no verão. Adultos foram coletados mais no inverno e primavera do que no verão. Todas as espécies apresentaram comportamento de espreita na vegetação, sendo os maiores números observados para *A. brasiliense* e *A. incisum*. Ninfas ficaram em menor altura do que adultos, e larvas em altura igual a de adultos e ninfas. A composição da comunidade de carrapatos nos dois locais de coleta (Foz do Iguaçu e Céu Azul) não foi a mesma, sendo que *I. aragaoi* foi exclusivamente coletado na porção do PNI pertencente ao município de Céu Azul, enquanto que *A. coelebs* foi majoritariamente coletado na porção Foz do Iguaçu. O arraste de flanela se mostrou mais eficiente para coleta de larvas e ninfas enquanto que a busca visual foi mais eficiente para coleta de adultos. Quanto às interações com hospedeiros, *A. longirostre* foi coletado exclusivamente em passeriformes. Pequenos mamíferos não-voadores não apresentaram parasitismo por carrapatos. Humanos albergaram todas as espécies do gênero *Amblyomma* coletadas em vida livre, mas em maior quantidade *A. coelebs*. Nossos resultados apontam para um padrão temporal da comunidade de carrapatos, com possível ciclo de vida anual para a maioria espécies e nuances comportamentais de espreita sob a vegetação, relacionadas, provavelmente, com a altura dos hospedeiros. Dada a diferença na composição de espécies entre os locais, estudos adicionais relacionados a distribuição populacional em microescala poderiam ajudar a esclarecer aspectos relacionados a distribuição espacial dos carrapatos. Da mesma forma, amostragens de aves e pequenos mamíferos em escalas temporais e espaciais maiores e mais frequentes, associadas a investigações sorológicas e moleculares poderiam confirmar ou revelar padrões de infestação e infecção não verificados aqui. Quanto aos carrapatos de humanos, os padrões temporais de infestação providos por este estudo podem ser valiosos para reduzir o risco de picadas. Finalmente, investigações ecoepidemiológicas adicionais seriam importantes para compreensão das relações parasita-hospedeiros e sua dinâmica com o ambiente.

Palavras-chave: Áreas preservadas; Associações parasita-hospedeiros; Conservação; Ecoepidemiologia, Ixodídeos; Mata Atlântica de interior.

ABSTRACT

Suzin, Adriane. 2018. Ecological aspects of ticks (Acari: Ixodidae) in the Iguaçu National Park, Paraná, Brazil. Master Dissertation in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU. Uberlândia, MG. 114p.

The growing interest in studying tick ecology (Acari: Ixodidae) has been associated with ticks important role as hosts, vectors and amplifiers of a wide variety of microorganisms. The study of the epidemiological role of these organisms associated with their population and temporal dynamics is important to predict the risk of diseases transmission. In this study, ecological and behavioral aspects of free-living ticks and their interaction with hosts (birds, small non-flying mammals and humans) were studied in the Iguaçu National Park (INP), the largest preserved remnant of the Atlantic rainforest of South Brazil. Sampling of free-living ticks occurred seasonally (winter, spring, summer and fall) for two years, while sampling of birds and small non-flying mammals occurred in two seasons (one in winter and one in summer). In addition, human ticks were collected throughout the study period. In total, six species of ticks were collected: free-living *Amblyomma brasiliense*, *A. coelebs*, *A. incisum*, *Haemaphysalis juxtakochi*, *A. ovale*, and *Ixodes aragaoi*. Larvae were collected mostly between summer and fall; the number of nymphs was higher in winter than in spring and summer. Adults were collected more in winter and spring than in summer. All species presented questing behavior in the vegetation, with the highest numbers observed for *A. brasiliense* and *A. incisum*. Nymphs quest for hosts lower than adults, and larvae in height statistically equal to adults and nymphs. The composition of the tick community between two sites was not the same, and *I. aragaoi* was exclusively collected in INP Céu Azul county, while *A. coelebs* was mostly collected in the Foz do Iguaçu county. Globally, the flaging proved to be more efficient for collecting larvae and nymphs while the visual search for adult collection. Regarding host interactions, *A. longirostre* was collected exclusively in passerines. Small non-flying mammals did not exhibit parasitism. Humans were parasite by all species of the genus *Amblyomma* collected in free life, but mainly by *A. coelebs*. Our results point to a temporal pattern of the tick community, with a possible annual life cycle for most species and behavioral questing in the vegetation, probably related to host height. Given the difference in specimen composition among sites, additional studies related to the microscale population distribution could help to clarify aspects related to the spatial distribution of ticks. Similarly, samplings of birds and small mammals at larger temporal and spatial scales associated with serological and molecular investigations could confirm or reveal patterns of infestation and infection not verified here. Moreover, the temporal patterns of infestation in humans provided by this study may be valuable in reducing the risk of bites. Finally, additional ecoepidemiological investigations would be important for understanding the parasite-host relationships and their dynamics with the environment.

Key-words: Preserved areas; Parasite-host associations; Conservation; Ecoepidemiology, Ixodideos; Atlantic rainforest.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	10
	O PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	13
	DEFINIÇÃO DOS LOCAIS PARA COLETA DE CARRAPATOS, CAPTURA DE AVES E DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES.....	16
	JUSTIFICATIVA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	19
	OBJETIVOS	20
2.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

Capítulo 1. Carrapatos (Acari: Ixodidae) em fase de não parasitismo no Parque Nacional do Iguaçu: dinâmica temporal e comportamento de espreita na vegetação

1.	INTRODUÇÃO.....	28
2.	MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1	ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM DOS CARRAPATOS	30
2.2	IDENTIFICAÇÃO DOS CARRAPATOS.....	30
2.3	ANÁLISES DOS DADOS.....	31
3.	RESULTADOS	31
3.1	TOTAL DE CARRAPATOS COLETADOS	31
3.1.1	<i>Coleta sistematizada dos carrapatos em vida livre</i>	34
3.1.2	<i>Sazonalidade de acordo com gêneros (larvas) e espécies.....</i>	38
3.2	COMPORTAMENTO DE ESPREITA NA VEGETAÇÃO	45
3.2.1	<i>Sazonalidade do comportamento de espreita na vegetação</i>	49
3.3	ESPÉCIES DE ACORDO COM A LOCALIDADE: FOZ DO IGUAÇU VERSUS CÉU AZUL..	53
3.4	COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE COLETA POR ARRASTE DE FLANELA E BUSCA VISUAL	55
4.	DISCUSSÃO	58
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

Capítulo 2. Carrapatos (Acari: Ixodidae) em fase de parasitismo em aves e pequenos mamíferos não-voadores no Parque Nacional do Iguaçu

1.	INTRODUÇÃO.....	74
2.	MATERIAL E MÉTODOS	76
2.1	CAPTURA DOS ANIMAIS	76
2.1.1	<i>Captura de aves</i>	76
2.1.2	<i>Captura de pequenos mamíferos não-voadores</i>	77
2.2	COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS CARRAPATOS	80
2.3	ANÁLISES.....	80
3.	RESULTADOS	80
3.1	AVES E CARRAPATOS	80
3.2	PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES E CARRAPATOS.....	84
4.	DISCUSSÃO.....	87
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

Capítulo 3. Carrapatos em humanos no Parque Nacional do Iguaçu: riqueza de espécies, local de fixação e padrão sazonal de infestação

1.	INTRODUÇÃO.....	100
2.	MATERIAL E MÉTODOS	101
2.1	COLETA DOS CARRAPATOS	101
2.2	IDENTIFICAÇÃO DOS CARRAPATOS.....	102
2.3	ANÁLISES DOS DADOS.....	102
3.	RESULTADOS	102
4.	DISCUSSÃO.....	105
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
	CONCLUSÃO GERAL	114

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE) NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL

1. INTRODUÇÃO GERAL

Doenças transmitidas por vetores são importantes causas de morbidade e mortalidade, sendo um dos principais problemas de saúde pública (Ostfeld et al., 2006). Nesse contexto destacam-se os carrapatos (Acari: Ixodidae), importantes hospedeiros, vetores e amplificadores de várias bactérias, protozoários e vírus patogênicos. Esses ectoparasitos superam todos os artrópodes em número e variedade de patógenos veiculados a animais domésticos e, ficam atrás apenas, dos mosquitos como vetores de doenças para os seres humanos (Jongejan & Uilenberg, 2004; Obenchain & Galun, 1982). Além da transmissão de patógenos, podem causar irritação, exanguinação e paralisia através de neurotoxinas salivares (Bowman & Sauer, 2004). Dentre os fatores que contribuem para sua grande importância médica e veterinária podemos citar: grande potencial reprodutivo e longevidade, grande espectro de hospedeiros, hematofagia e a transmissão transovariana e transestadial de patógenos (Brito et al., 2006; Krawczak et al., 2016).

Dentre as enfermidades causadas pelos carrapatos temos como exemplo a doença de Lyme, amplamente disseminada pelos Estados Unidos e Europa Central, e a Febre Maculosa Brasileira, endêmica do Brasil (Ostfeld et al., 2006; Szabó et al., 2013). A doença de Lyme é causada por uma bactéria chamada de *Borrelia burgdorferi*, cujos vetores são carrapatos do gênero *Ixodes*: *I. scapularis* e *I. pacificus* na América do Norte e *I. ricinus* na Europa (Barbour & Fish, 1993; Ostfeld et al., 2006). O surgimento da doença de Lyme tem sido atribuído a expansão da população de veados, que são os hospedeiros primários dos carrapatos (Barbour & Fish, 1993), e às mudanças na comunidade de predadores (Levi et al., 2012). Já a Febre Maculosa Brasileira, causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*, tem como vetores *Amblyomma sculptum* e *A. aureolatum*, quando alimentados em, respectivamente, a capivara e o cão (Szabó et al., 2013). Essa doença é reemergente e em expansão no Brasil sendo reportada sobretudo, na região Sudeste, e está associada a uma letalidade humana que varia entre 30 e 60% (Angerami et al., 2012). Recentemente, detectou-se no estado de Santa Catarina incidência mais elevada de uma doença humana causada por uma outra *Rickettsia* do grupo da febre maculosa (*Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica) porém menos letal (Oliveira et al., 2015; Spolidorio et al., 2010). Em comum, ambas as riquetsioses humanas do Brasil estão associadas,

principalmente, a fragmentação florestal e a proximidade entre humanos, animais selvagens e domésticos (Barbieri et al., 2014; Krawczak et al., 2014; Szabó et al., 2013).

Segundo revisão de Nava et al. (2017) até o ano de 2015 foram registradas 931 espécies de carapatos divididas em três famílias: Ixodidae (722 espécies), Argasidae (208 espécies), e Nuttalliellidae (uma espécie), sendo as duas primeiras cosmopolitas e a última monoespecífica, com distribuição restrita à África do Sul e Tanzânia (Keirans et al., 1976). Além dessas três famílias vivas, há uma extinta e também monoespecífica, denominada Deinocrotonidae (Peñalver et al., 2017).

Carapatos Ixodídeos, referidos como carapatos duros, apresentam um escudo que cobre toda a parte dorsal nos machos, e nas fêmeas e ninfas, o escudo é reduzido. Possuem um hipostômio apical e se alimentam por vários dias (Obenchain & Galun, 1982; Sonenshine, 1991). O ciclo biológico dos Ixodídeos é constituído por quatro estágios: ovo, larva, ninfa e adultos. Após a eclosão as larvas se fixam em um hospedeiro se alimentam e caem, no ambiente ocorre a muda para o estágio ninfal. As ninfas procuram por outro hospedeiro se fixam, alimentam, caem e sofrem ecdise no ambiente. Os adultos, buscam hospedeiros para alimentação e acasalamento, sendo que a fêmea se alimenta apenas uma vez; após a cópula e ingurgitamento se desprende e deposita os ovos em um microambiente apropriado, em seguida morre. Os machos podem permanecer no hospedeiro se alimentando repetidamente e acasalando com diversas fêmeas (Sonenshine, 1991). Os Argasídeos, devido às pequenas áreas dorsais esclerotizadas, são conhecidos como carapatos moles (Obenchain & Galun, 1982; Sonenshine, 1991). Seu hipostômio é localizado anterior e ventralmente e se alimentam, com exceção das larvas, por curtos períodos. A maioria dos representantes dessa família possui um ciclo de vida também de quatro estágios, mas diferentemente dos Ixodídeos, normalmente apresenta mais do que um estágio ninfal e os adultos não copulam sobre o hospedeiro (Hoogstraal, 1985). Já *Nuttalliella namaqua*, a única espécie representante da família Nuttalliellidae é considerada como espécie basal, apresentando características compartilhadas dos Ixodidae e Argasidae, além de muitas características derivadas (Latif et al., 2012). Cabe ressaltar que o ciclo de vida dos carapatos varia de acordo com a espécie e pode estar associado à um, dois ou três hospedeiros.

Os carapatos são ectoparasitas obrigatórios não permanentes de vertebrados terrestres (Klompen et al., 1996; Nava et al., 2009); dessa forma, necessitam de alimentação sanguínea em pelo menos uma etapa do seu ciclo de vida para completar seu desenvolvimento (Brito et al., 2006; Klompen et al., 1996). De forma geral, a fase parasitária corresponde a menos de um décimo do tempo de todo o ciclo de vida desses carapatos (Needham & Teel, 1991). Sendo

assim, os carapatos passam a maior parte do tempo em vida livre (fase não parasitária - inclui a oviposição e entre mudas), podendo ou não haver mudança de hospedeiro (Brito et al., 2006; Klompen et al., 1996).

Para compensar a baixa capacidade de dispersão ativa (Lane et al., 2014; Szabó et al., 2009), os carapatos dispõem de distintas estratégias de busca por hospedeiro. Tais estratégias possuem certa periodicidade e podem ser interrompidas por condições desfavoráveis (Sonenshine, 2002). Carapatos nidícolas mantêm seu ciclo de vida no local de repouso do hospedeiro, com o qual mantém atividades coordenadas. Carapatos não nidícolas procuram por seu hospedeiro em áreas florestais, pastagens, solo, serapilheira e vegetação, onde podem ir ao encontro do hospedeiro (comportamento de ataque) ou esperá-lo em locais de passagem (comportamento de espreita; e.g., trilhas de animais) (Heylen & Matthysen, 2009; Sonenshine & Roe, 1993). Especialmente para o comportamento de espreita, os carapatos geralmente se posicionam nas extremidades das folhas voltadas para áreas de passagem dos hospedeiros, normalmente a menos de um metro do solo (Silva et al., 2008; Szabó et al., 2009). A altura de espreita depende tanto da umidade quanto do tamanho do hospedeiro (Mejlon & Jaenson, 1997; Sonenshine, 2002). Cabe ressaltar que algumas espécies têm estratégias bem definidas, enquanto que outras podem adotar diferentes estratégias, influenciadas pelo ambiente e características intrínsecas da espécie. Especificamente, para os carapatos Ixodídeos, a busca do hospedeiro é maximizada devido a presença do órgão de Haller no primeiro par de patas. Esse órgão é constituído de estruturas sensíveis a estímulos químicos (CO_2 e amônia), vibrações e a temperatura do corpo do hospedeiro (Sonenshine, 2002).

A maioria dos carapatos tem preferência por certos grupos de animais, sendo os mamíferos os principais hospedeiros (Kolonin, 2007). Alguns possuem hospedeiros específicos (Jongejan & Uilenberg, 2004; Kolonin, 2007), no entanto, a seletividade varia de acordo com a espécie, estágio e ambiente onde os carapatos estão inseridos. Em um amplo sentido, animais de pequeno porte (e.g., roedores) e passeriformes são parasitados por estágios imaturos, enquanto que animais de médio a grande porte são parasitados principalmente por carapatos adultos (Barros-Battesti et al., 2006; Guglielmone et al., 2003; Ogrzewalska et al., 2012).

Embora a visão tradicional aponte que a especificidade e a coevolução com o hospedeiro seja o principal fator que dirige a evolução dos carapatos, dados obtidos a partir da sistemática filogenética tem mostrado que a evolução ocorreu independente das linhagens parasitadas. Nesse sentido Klompen et al. (1996) afirmam que a associação carapato-hospedeiro se deve sobretudo, as restrições impostas pela biogeografia e pela especificidade ecológica. Dessa forma, as condições climáticas e ambientais representariam os principais fatores que regulam o

ciclo biológico dos carapatos (Belozerov, 1982). Enquanto que a temperatura e a umidade têm se mostrado responsáveis por regular a duração das fases de vida livre e a mobilidade vertical na vegetação (Belozerov, 1982; Knulle & Rudolph, 1982; Needham & Teal, 1991; Szabó et al., 2009), a latitude representada pelo fotoperíodo, exerce influência direta na indução da diapausa (Barbieri et al., 2015; Belozerov, 1982). Este último fator além de modular a sazonalidade, assegura que os carapatos sincronizem suas atividades biológicas com as condições ótimas para sua manutenção e desenvolvimento no ambiente (Brito et al., 2006).

No Brasil, a biodiversidade de carapatos abrange aproximadamente 69 espécies distribuídas entre as famílias Ixodidae e Argasidae (Krawczak et al., 2015; Labruna et al., 2016; Martins et al., 2014; Muñoz-Leal et al., 2017; Nava et al., 2014), com cinco (45 espécies) e três gêneros (24 espécies), respectivamente. A família Ixodidae e seus representantes, cujo gênero mais numeroso é *Amblyomma* (Dantas-Torres et al., 2009; Nava et al., 2014), é uma das mais estudadas devido aos agentes patogênicos transmitidos ao homem. Em geral, as espécies estão amplamente distribuídas entre os biomas, sendo que algumas estão mais associadas à ambientes preservados e outras à locais extremamente alterados (Martins et al., 2014; Ogrzewalska et al., 2009; Szabó et al., 2009).

Quando comparados com os estudos que envolvem questões econômicas e de saúde pública, os trabalhos sobre aspectos ecológicos em vida livre e em animais selvagens, ainda são escassos. Dentre os poucos trabalhos existentes, destacamos aqueles de Arzua (2007), Cançado (2008), Barbieri et al. (2015), Ogrzewalska et al. (2009; 2010), Ramos et al. (2014a; 2014b; 2017), Salvador et al. (2007), Silveira et al. (2013), Szabó et al. (2003; 2007; 2009). Especificamente dentro do bioma Mata Atlântica, apenas um reporta de forma sistemática e abrangente a ecologia de carapatos em trilhas de animais (Szabó et al., 2009).

O Parque Nacional do Iguaçu

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) ($25^{\circ} 05' \text{a } 25^{\circ} 41' \text{S}$ e $53^{\circ} 40' \text{ a } 54^{\circ} 38' \text{W}$) está localizado na porção sudoeste do estado do Paraná. O local foi o segundo Parque Nacional Brasileiro a ser criado (1939), e, juntamente com o *Parque Nacional del Iguazú*, na Argentina, constitui uma das mais importantes áreas protegidas da bacia do rio da Prata. Além disso, fazem parte de um complexo turístico internacional, considerado pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade. Além das cataratas, o PNI abriga o maior remanescente de Floresta

Atlântica (Estacional Semidecidual) da região Sul do Brasil (Ribeiro et al., 2009), com uma superfície de 185.262,5 ha e perímetro de 420 Km.

O Parque Nacional do Iguaçu pertence à ecorregião denominada de Florestas do Alto Paraná, que originalmente era a mais extensa dentre todas as ecorregiões do Bioma de Mata Atlântica. A vegetação dominante é a Floresta Estacional Semidecidual, no entanto, ocorrem variações relacionadas a altitude, clima e tipo de solo (Di Bitteti et al., 2003). Nas porções de menor altitude do parque, aproximadamente a 200 m ao nível do mar, há presença de Floresta Estacional Semidecidual, e nas regiões de mais altas, aproximadamente a 700 m, ocorrem formações de Floresta Ombrófila Mista. Além disso, próximo aos cursos d'água há a presença de formações aluviais, ocupadas por vegetação herbácea-arbustiva e capinzais (Brasil, 2007).

O clima na região caracteriza-se como subtropical úmido com verões quentes e ausência de estação seca bem definida (Alvares et al., 2013). A precipitação média anual é de 1800 mm (Figura 1- A e B). Variações na precipitação anual podem ocorrer devido a eventos de *El niño* (Di Bitteti et al., 2003). A temperatura média anual para a região é de 20,7 °C (Maack, 2012), com geadas comuns nos meses de inverno, sobretudo nas maiores altitudes. A umidade relativa do ar é superior a 60%. Localmente, em Cascavel (município próximo à Céu Azul) a precipitação e a temperatura média mensal foram de 187,7 mm e 20,3°C, respectivamente, enquanto que em Foz do Iguaçu foi de 157,2 mm e 22,5 °C, para o período de junho de 2014 a junho de 2017 (Figura 1- A e B; Simepar, 2017).

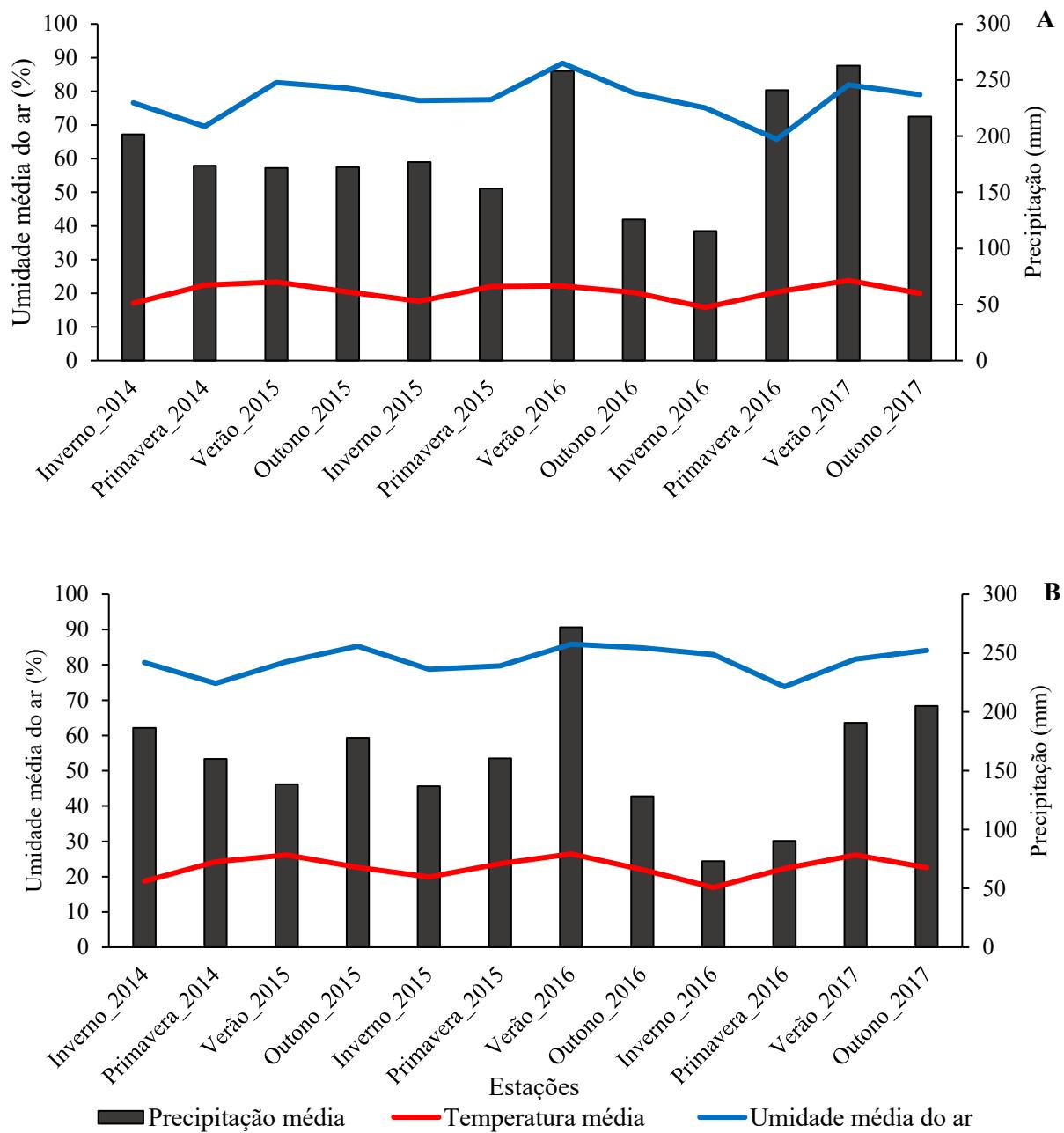


Figura 1. Variáveis metereológicas coletadas pelas estações de Cascavel (A) e de Foz do Iguaçu (B), Paraná, no período de junho de 2014 a maio de 2017. Fonte: Simepar, 2017.

O parque acomoda grande biodiversidade e funciona como abrigo para um grande número de animais que tiveram seus habitats reduzidos aos próprios limites do parque. Além da significativa diversidade de anfíbios, répteis, peixes, aves, há também grande número de mamíferos, dentre eles: cervídeos (*Mazama americana* e *Mazama nana*), irara (*Eira barbara*), quatis (*Nasua nasua*), antas (*Tapirus terrestris*), cutias (*Dasyprocta azarae*), pumas (*Puma yagouaroundi* e *Puma concolor*), catetos (*Pecari tajacu*), onças (*Panthera onca*), jaguatiricas

(*Leopardus pardalis*), tapitis (*Sylvilagus brasiliensis*), gambás (*Didelphis aurita*), pacas (*Cuniculus paca*), tamanduás (*Myrmecophaga tridactyla*), muitos deles ameaçados de extinção (Silva, 2014). Também no interior do parque há registros de animais domésticos, como por exemplo cães.

O PNI faz divisa com quatorze municípios (Capanema, Capitão Leônidas Marques, Santa Lúcia, Lindoeste, Santa Tereza do Oeste, Diamante do Oeste, Céu Azul, Matelândia, Ramilândia, Medianeira, Serranópolis do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e Foz do Iguaçu) cujas economias baseiam-se em atividades agrícolas. Sobretudo nas últimas décadas, atividades como o desmatamento, o intensivo uso de agrotóxicos e a erosão tem diminuído a qualidade da água e do solo nas adjacências do PNI.

Definição dos locais para coleta de carapatos, captura de aves e de pequenos mamíferos não-voadores

Durante dois anos de estudo, sete trilhas usadas por animais silvestres (e por humanos) foram utilizadas para coleta de carapatos e amostragem das aves e dos pequenos mamíferos não-voadores. Cinco das sete trilhas estão localizadas na porção do PNI pertencente ao município de Foz do Iguaçu (altitude aproximada de 200 m) e duas ao de Céu Azul (altitude aproximada de 700 m) (Figura 2; Tabela 1). De forma geral, as trilhas 04 e 06 são utilizadas para fins turísticos e educacionais enquanto que as demais, sobretudo, para atividades científicas.

A amostragem de carapatos ocorreu nos dois lados das sete trilhas, a cada três meses, totalizando oito coletas em cada trilha. De forma específica, as coletas acompanharam a sazonalidade climática (outono, inverno, verão e primavera), e sempre que possível foram realizadas no pico de cada estação. A amostragem dos pequenos mamíferos e das aves ocorreu em duas campanhas: entre os dias 17 e 23 de julho de 2016 (inverno) e entre 16 e 21 de fevereiro de 2017 (verão). Especificamente, as armadilhas para captura de pequenos mamíferos (tipo *Sherman*, *Tomahawk* e *Pitfall*) foram instaladas nas proximidades das trilhas 01, 02, 03, 04, 06 e 07, ao passo que redes de neblina para captura das aves foram instaladas nas trilhas 01, 03, 06 e próximo das bases de pesquisa (tanto em Foz do Iguaçu quanto em Céu Azul).



Figura 2. Detalhes de seis, das sete trilhas amostradas no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Trilha 01 (A), 02 (B), 03 (C), 04 (D), 06 (E) e 07 (F). (Fotos: A. Suzin).

Introdução geral

Tabela 1. Localização e características das sete trilhas utilizadas para coleta de carapatos, captura de aves e de pequenos mamíferos não-voadores no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, entre maio de 2015 e maio de 2017. Ini= Inicial; Fin.= Final; Comp.= Comprimento.

Trilha	Município	Coordenadas				Altitude (m)		Comp. (m)	Características de uso
		Inicial		Final		Ini.	Fin.		
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude				
1	Foz do Iguaçu	25° 37' 14,8"S	54° 28' 53,5"O	25° 37' 12,3"S	54° 28' 91"O	193	190	133	Fins científicos
2	Foz do Iguaçu	25° 36' 47,3"S	54° 25' 51,9"O	25° 36' 49,7"S	54° 25' 49,6"O	216	224	102	Fins científicos
3	Foz do Iguaçu	25° 36' 19,6"S	54° 25' 12,2"O	25° 36' 37,6"S	54° 25' 16,9"O	313	262	635	Fins científicos
4	Foz do Iguaçu	25° 35' 50,3"S	54° 23' 31,6"O	25° 35' 41,5"S	54° 23' 17,9"O	200	188	485	Fins turísticos
5	Foz do Iguaçu	25° 39' 10"S	54° 26' 32"O	25° 39' 07"S	54° 26' 44"O	229	217	220	Fins científicos
6	Céu Azul	25° 09' 15"S	53° 50' 35"O	25° 09' 31"S	53° 50' 11"O	657	560	840	Fins educacionais e turísticos
7	Céu Azul	25° 75' 2,1"S	53° 49' 23,9"O	25° 08' 14,2"S	53° 49' 05,9"O	688	630	960	Fins científicos

Justificativa e organização da dissertação

Em ambientes conservados, caracterizados pela riqueza de microrganismos e vetores e, livres da presença humana, microrganismos com potencial patogênico são mantidos por animais silvestres e seus ectoparasitos, ocorrendo uma relação equilibrada e com considerável especificidade (Martins et al., 2014; Sponchiado et al., 2015). Tais áreas, portanto, fornecem observações únicas e valiosas para compreensão de aspectos ecológicos e epidemiológicos desses parasitos. No entanto, mudanças ecológicas na estrutura do ecossistema tornam vulnerável a especificidade carrapato-hospedeiro (Colwell et al., 2012; Jongejan & Uilenberg, 2004), afetando vários níveis tróficos, provocando inclusive extinções em cascata (Lafferty et al., 2008).

O bioma Mata Atlântica, apesar de abrigar grande diversidade de fauna e de flora, se encaixa nessa perspectiva, pois vem sofrendo fortes pressões antrópicas, sendo reduzido a cerca de 7,8% de sua cobertura original (Di Bitetti et al., 2003). Tal fato, associado ao oportunismo de algumas espécies, pode facilitar o estabelecimento de vetores, antes restritos a ambientes específicos (Martins et al., 2014; Ogrzewalska et al., 2009; Szabó et al., 2009). Por exemplo, no Brasil a distribuição do carrapato *Amblyomma sculptum* está associada às áreas de clima tropical (Cerrado, Pantanal e áreas degradadas de Mata Atlântica), no entanto, pode ser encontrado também em locais descharacterizados de sua formação original, o que pode ir além da região de clima tropical (Martins et al., 2016; Veronez et al., 2010).

Portanto, a investigação de aspectos ecológicos e biológicos, tanto nas formas imaturas quantos adultas dos carapatos, mostra-se imprescindível para compreender, além de questões básicas do ciclo de vida e suas variações espaciais e temporais, a manutenção e transmissão de patógenos (Ostfeld, 2006). A compreensão de tais particularidades mostra-se fundamental para conhecer a história ecológica evolutiva e as consequências de alterações ambientais, podendo inclusive subsidiar a elaboração de ações mitigadoras para prevenção de doenças emergentes.

Para facilitar a compreensão dos fatores levantados na problemática do trabalho, essa dissertação foi dividida em três capítulos. O capítulo 1 abordará questões relacionadas à ocorrência de carapatos em vida livre, sobretudo aqueles em comportamento de espreita, os aspectos abordados incluem: abundância e riqueza de espécies, sazonalidade, comportamento de espreita, diferenças altitudinais na composição das espécies e dos estágios de desenvolvimento dos carapatos e diferenças relacionados a eficiência das técnicas de coleta. O capítulo 2 tratará da associação entre as espécies de carapatos com os seguintes grupos de

hospedeiros: aves e pequenos mamíferos não-voadores. Por fim, o último capítulo tratará do parasitismo de carapatos em humanos.

Objetivos

O objetivo geral desse trabalho foi desenvolver um estudo sobre aspectos ecológicos dos carapatos (fase de não parasitismo e de parasitismo) no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Mais especificamente objetiva-se:

- i) Conhecer a Ixodofauna de vida livre presentes nas trilhas utilizadas por animais do Parque Nacional do Iguaçu;
- ii) Determinar e comparar a distribuição temporal das espécies de carapatos encontradas nas trilhas;
- iii) Determinar e comparar a altura de espreita na vegetação de espécies de carapatos, em seus distintos estágios de vida;
- iv) Verificar diferenças na composição de espécies de carapatos relacionadas a altitude dentro do Parque Nacional do Iguaçu;
- v) Determinar e eficiência das técnicas de coleta (arraste de flanela e busca visual) de acordo com os estágios de desenvolvimento e espécies mais abundantes;
- vi) Determinar a abundância, riqueza e prevalência de espécies de carapatos que parasitam pequenos mamíferos;
- vii) Determinar a abundância, riqueza e prevalência de espécies de carapatos que parasitam aves;
- viii) Determinar espécies de carapatos que parasitam humanos.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift.
<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

¹ Referências bibliográficas padronizadas de acordo com normas da revista “International Journal for Parasitology”.

- Angerami, R.N., Câmara, M., Pacola, M.R., Rezende, R.C.M., Duarte, R.M.R., Nascimento, E.M.M., Colombo, S., Santos, F.C.P., Leite, R.M., Katz, G., Silva, L.J., 2012. Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 3, 345-347. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.10.010>.
- Arzua, M., 2007. Diversidade de carapatos (Acari: Ixodidae) de remanescentes de floresta estacional semidecidual e de floresta ombrófila densa, no estado do Paraná. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná.
- Barbieri, A.R.M., Filho, J.M., Nieri-Bastos, F.A., Souza Jr., J.C., Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., 2014. Epidemiology of *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest in a spotted fever-endemic area of Southern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 5, 848-853. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.07.010>.
- Barbieri, J.M., Rocha, C.M.B.M., Bruhn, F.R.P., Cardoso, D.L., Pinter, A., Labruna, M.B., 2015. Altitudinal assessment of *Amblyomma aureolatum* and *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae), vectors of spotted fever group rickettsiosis in the state of São Paulo, Brazil. Journal of Medical Entomology, 52, 1170-1174. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv073>.
- Barbour, A.G., Fish, D. 1993. The biological and social phenomenon of Lyme disease. Science, 260, 1610-1616. <https://doi.org/10.1126/science.8503006>.
- Barros-Battesti, D.M.B., Arzua, M., Bechara, G.H., 2006. Carapatos de importância medico veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo.
- Belozerov, V.N., 1982. Diapause and biological rhythms in ticks. In: Obenchain, F.D., Galun, R. (Eds.), Physiology of ticks. Pergamon Press, Oxford, pp. 469-496. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-024937-7.50018-4>.
- Bowman, A.S., Sauer, J.R., 2004. Tick salivary glands: function, physiology and future. Parasitology, 129, S67-S81. <https://doi.org/10.1017/S0031182004006468>.
- Brito, L.G., Netto, F.G.S., Oliveira, M.C.S., Barbieri, F.S., 2006. Bio-ecologia, importância médica-veterinária e controle de carapatos, com ênfase no carapato dos bovinos, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Embrapa, Rondônia.
- Cançado, P.H.D., 2008. Carapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal Sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Colwell, R.K., Dunn, R.R., Harris, N.C., 2012. Coextinction and persistence of dependent species in a changing world. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 43, 183-203. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110411-160304>.

- Dantas-Torres, F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2009. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil. *Systematic & Applied Acarology*, 14, 30-46. <https://doi.org/10.11158/saa.14.1.4>.
- Di Bitetti, M.S., Placi, G., Dietz, L.A., 2003. Uma visão de biodiversidade para a ecorregião florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. World Wildlife Fund, Washington.
- Guglielmone, A.A., Estrada-Peña, A., Mangold, A.J., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., Martins, J.R., Venzal, J.M., Arzua, M., Keirans, J.E., 2003. *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) and *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): hosts, distribution and 16S rDNA sequences. *Veterinary Parasitology*, 113, 273-288. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(03\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(03)00083-9).
- Heylen, D.J.A., Matthysen, E., 2009. Contrasting detachment strategies in two congeneric ticks (Ixodidae) parasitizing the same songbird. *Parasitology*, 137, 661-667. <https://doi.org/10.1017/S0031182009991582>.
- Hoogstraal, H., 1985. Argasid and Nuttalliellid ticks as parasites and vectors. *Advances in Parasitology*, 24, 135-238. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60563-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60563-1).
- Jongejan, F., Uilenberg, G., 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*, 129, S3–S14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>.
- Keirans, J.E., Clifford, C.M., Hoogstraal, H., Easton, E.R., 1976. Discovery of *Nuttalliella namaqua* Bedford (Acarina: Ixodoidea: Nuttalliellidae) in Tanzania and redescription of the female based on scanning electronmicroscopy. *Annals Entomological Society of America*, 69, 926-32. <https://doi.org/10.1093/aesa/69.5.926>.
- Klompen, J.S.H., Black, W.C., Keirans, J.E., Oliver, J.H., 1996. Evolution of ticks. *Annual Reviews Entomology*, 41, 141-161. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.001041>.
- Knülle, W., Rudolph, D., 1982. Humidity relationships and water balance of ticks. In: Obenchain, F.D., Galun, R. (Eds.), *Physiology of ticks*. Pergamon Press, Oxford, pp. 43-70. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-024937-7.50007-X>.
- Kolonin, G.V., 2007. Mammals as hosts of Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomological Review*, 87, 401-412. <https://doi.org/10.1134/S0013873807040033>.
- Krawczak, F.S., Martins, T.F., Oliveira, C.S., Binder, L.C., Costa, F.B., Nunes, P., Gregori, F., Labruna, M.B., 2015. *Amblyomma yucumense* n. sp. (Acari: Ixodidae), a parasite of wild mammals in Southern Brazil. *Journals of Medical Entomology*, 52, 28-37. <https://doi.org/10.1093/jme/tju007>.

- Krawczak, F.S., Nieri-Bastos, F.A., Nunes, F.P., Sares, J.F., Moraes-Filho, J., Labruna, M.B., 2014. Rickettsial infection in *Amblyomma cajennense* ticks and capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a Brazilian spotted fever-endemic area. *Parasites & Vectors*, 5, 1-7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-7>.
- Labruna, M.B., Nava, S., Marcili, A., Barbieri, A.R.M., Nunes, P.H., Horta, M.C., Venzal, J.M., 2016. A new argasid tick species (Acari: Argasidae) associated with the rock cavy, *Kerodon rupestris* Wied-Neuwied (Rodentia: Caviidae), in a semiarid region of Brazil. *Parasites & Vectors*, 9, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1796-7>.
- Lafferty, K.D., Allesina, S., Arim, M., Briggs, C.J., De Leo, G., Dobson, A.P.D., Dunne, J.A., Johnson, P.T.J., Kuris, A.M., Marcogliese, D.J., Martinez, N.D., Memmott, J., Marquet, P.A., McLaughlin, J.P., Mordecai, E.A., Pascual, M., Poulin, R., Thieltges, D.W., 2008. Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecology Letters*, 11, 533-546. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01174.x>.
- Lane, R.S., Mun, J., Stubbs, H.A., 2014. Horizontal and vertical movements of host-seeking *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) nymphs in a hardwood forest. *Journal of Vector Ecology*, 34, 252-266. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2009.00034.x>.
- Latif, A.A., Putterill, J.F., Klerk, D.G., Pienaar, R., Mans, B.J., 2012. *Nuttalliella namaqua* (Ixodoidea: Nuttalliellidae): first description of the male, immature stages and re-description of the female. *PloS One*, 7, 1-9, e41651.
- Levi, T., Kilpatrick, A.M., Mangel, M., Wilmers, C.C., 2012. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. *PNAS*, 109, 10942-10947. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109>.
- Maack, R., 2012. Geografia física do estado do Paraná. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.
- Martins, T.F., Barbieri, A.R.M., Costa, F.B., Terassini, F.A., Camargo, L.M.A., Peterka, C.R.L., Pacheco, R.C., Dias, R.A., Nunes, P.H., Marcili, A., Alessandra, Scofield, A., Campos, A.K., Horta, M.C., Guilloux, A.G.A., Benatti, H.R., Ramirez, D.G., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2016. Geographical distribution of *Amblyomma cajennense* (sensu lato) ticks (Parasitiformes: Ixodidae) in Brazil, with description of the nymph of *A. cajennense* (sensu stricto). *Parasites & Vectors*, 31, 9:186.
- Martins, T.F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions, and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1, 75-99. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.03.002>.

- Martins, T.F., Venzal, J.M., Terassini, F.A., Costa, F.B., Marcili, A., Camargo, L.M., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2014. New tick records from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 62, 121-128. <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9724-4>.
- Mejlon, H.A., Jaenson, T.G.T., 1997. Questing behaviour of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 21, 747-757. <https://doi.org/10.1023/A:1018421105231>.
- Munoz-Leal, S., Toledo, L.F., Venzal, J.M., Marcili, A., Martins, T.F., Acosta, I.C.L., Pinter, A., Labruna, M.B., 2017. Description of a new soft tick species (Acari: Argasidae: *Ornithodoros*) associated with stream-breeding frogs (Anura: Cycloramphidae: *Cycloramphus*) in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 8, 682-692. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.04.015>.
- Nava, S., Beati, L., Labruna, M.B., Cáceres, A.G., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2014. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum* Koch, 1844, and *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888 (Ixodida: Ixodidae). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5, 252-256. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.11.004>.
- Nava, S., Guglielmone, A.A., Mangold, A.J., 2009. An overview of systematics and evolution of ticks. *Frontiers in Bioscience*, 14, 2857-2877. <https://doi.org/10.2741/3418>.
- Nava, S., Venzal, J.M., González-Acuña, D., Martins, T.F., Guglielmone, A.A., 2017. Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, distributions, and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance. Academic Press, United Kingdom.
- Needham, G.R., Teel, P.D., 1991. Off-host physiological ecology of Ixodid ticks. *Annual Review Entomology*, 36, 659-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.003303>.
- Obenchain, F.D., Galun, R., 1982. Physiology of ticks. Oxford, New York.
- Ogrzewalska, M., Pacheco, R.C., Uezu, A., Richtzenhain, L.J., Ferreira, F., Labruna, M.B., 2009. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic Rain Forest region of Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 46, 1225-1229. <https://doi.org/10.1603/033.046.0534>.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Labruna, M.B., 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the eastern Amazon, northern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. *Parasitology Research*, 106.4, 809-816. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1733-1>.
- Ogrzewalska, M., Saraiva, D.G., Moraes-Filho, J.M., Martins, T.F., Costa, F.B., Pinter, A., Labruna, M.B., 2012. Epidemiology of brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of

- São Paulo, Brazil. Parasitology, 139, 1283-1300.
<https://doi.org/10.1017/S0031182012000546>.
- Oliveira, S.V., Guimarães, J.N., Reckziegel, G.C., Costa Neves, B.M., Araújo-Vilges, K.M., Fonseca, L.X., Pinna, F.V., Pereira, S.V.C., Caldas, E.P., Gazeta, G.S., Gurgel-Gonçalves, R., 2015. An update on the epidemiological situation of spotted fever in Brazil. Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, 22, 2-8.
- Ostfeld, R.S., Canham, C.D., Oggeneffuss, K., Winchcombe, R.J., Keesing, F., 2006. Climate, deer, rodents and acorns as determinants of variation in Lyme-disease risk. Plos Biology, 4, 1058-1068. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040145>.
- Peñalver, H., Arillo, A., Delclòs, X., Peris, D., Grimaldi, D.A., Anderson, S.R., Nascimbene, P.C., Fuente, R.P., 2017. Parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. Nature Communications, doi: 10.1038/s41467-017-01550-z.
<https://doi.org/10.1038/s41467-017-01550-z>.
- Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U., Szabó, M.P., 2014a. Ticks on humans in the Pantanal wetlands, Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 5, 497-499.
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.03.004>.
- Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U., Szabó, M.P.J., 2014b. Complementary data on four methods for sampling free-living ticks in the Brazilian Pantanal. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 23, 516-521. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014091>.
- Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U., Szabó, M.P.J., 2017. Ambush behavior of the tick *Amblyomma sculptum* (*Amblyomma cajennense* complex) (Acari: Ixodidae) in the Brazilian Pantanal. Ticks and Tick-borne Diseases, 8, 506-510.
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.02.011>.
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J., Hirota, M.M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation, 142, 1141-1153.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- Salvador, C.H., Carvalho-Pinto, C., Carvalho, R., Graipel, M.E., Simões-Lopes, P.C., 2007. Interação parasito-hospedeiro entre ectoparasitos (Ixodida & Siphonaptera) e gambás *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Mammalia: Didelphimorphia), no continente e em ilhas do litoral de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biotemas, 20, 81-90.
- Silva, B.S.F., Terassini, F.A., Coragem, J.T., Camargo, L.M.A., Labruna, M.B., 2008. Observação e caracterização da altura de carapatos em arbustos do Parque Natural Municipal de Porto Velho, Amazônia Ocidental-RO. Saber Científico, 1, 118-131.

- Silva, M.X., 2014. Effectiveness of protected areas for biodiversity conservation: mammal occupancy patterns in the Iguaçu National Park. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- Silveira, A.K., Fonseca, A.H., 2013. Distribuição, diversidade e sazonalidade de carapatos em ambientes institucionais com diferentes graus de intervenção humana no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 35, 1-12.
- Simepar, 2017. Sistema Meteorológico do Paraná. Dados disponíveis em julho de 2017.
- Sonenshine, D.E., Roe, R.M., 1993. Biology of ticks. Oxford University Press, New York.
- Sonenshine, D.E., 1991. Biology of ticks. Oxford University Press, New York.
- Spolidorio, M.G., Labruna, M.B., Mantovani, E., Brandão, P.E., Richtzenhain, L.J., Yoshinari, N.H., 2010. Novel spotted fever group rickettsiosis, Brazil. Emerging Infectious Diseases, 16, 521-523. <https://doi.org/10.3201/eid1603.091338>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Garcia, M.V., Pinter, A., Castagnolli, K.C., Pacheco, R.C., Castro, M.B., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Vogliotti, A., Duarte, J.M.B., 2009. Ecological aspects of free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails in an Atlantic Rainforest of Southeastern Brazil. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 103, 57-72. <https://doi.org/10.1179/136485909X384956>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Pereira, M.C., Duarte, J.M.B., 2003. Ticks (Acari: Ixodidae) on wild marsh-deer (*Blastocerus dichotomus*) from Southeast Brazil: Infestations before and after habitat loss. Journal of Medical Entomology, 40, 268-274. <https://doi.org/10.1093/jmedent/40.3.268>.
- Szabó, M.P.J., Castro, M.B., Ramos, H.G.C., Garcia, M.V., Castagnolli, K.V., Pinter, A., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Duarte, J.M.B., Labruna, M.B., 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. Veterinary Parasitology, 143, 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.009>.
- Szabó, M.P.J., Pinter, A., Labruna, M.B., 2013. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. Frontiers Cellular and Infection Microbiology, 3, 30-38. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00027>.
- Veronez, V.A., Freitas, B.Z., Olegário, M.M.M., Carvalho, W.M., Pascoli, G.V.T., Thorga, K., Garcia, M.V., Szabó, M.P.J., 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) within various phytophysiognomies of a Cerrado reserve in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Experimental and Applied Acarology, 50, 169-179. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9294-7>.

CAPÍTULO 1

CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE) EM FASE DE NÃO PARASITISMO NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: DINÂMICA TEMPORAL E COMPORTAMENTO DE ESPREITA NA VEGETAÇÃO



1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse em estudar aspectos ecológicos de carapatos (Acari: Ixodidae) tem sido associado ao seu importante papel como vetores de uma ampla variedade de micro-organismos, muitos deles patogênicos e de considerável importância para a saúde pública (Ostfeld et al., 2006; Szabó et al., 2013a). A emergência e reemergência de muitas das doenças causadas por carapatos tem sido favorecida por alterações ambientais, tais como a fragmentação de habitats, corte seletivo, desmatamento e a mudança na composição de comunidades bióticas (Barbieri et al., 2014; Barbour & Fish, 1993; Krawczak et al., 2014; Levi et al., 2012; Szabó et al., 2013a). Associado a isto, a abundância e dinâmica populacional dos carapatos também desempenham um importante papel na ecoepidemiologia, tornando-se fundamentais para predizer o risco de transmissão de doenças.

A abundância dos carapatos varia no tempo e no espaço e é altamente dependente de fatores bióticos e abióticos, tais como disponibilidade de hospedeiros, temperatura, umidade e características do habitat. Os carapatos dependem do hospedeiro para completar seu ciclo de vida, e o encontro dos mesmos é maximizado através da detecção e reconhecimento de certas substâncias (e.g., vibrações, temperatura, dióxido de carbono e amônia). Somado a isso, estratégias comportamentais, tais como o comportamento de ataque e de espreita exibido por carapatos não-nidícolas, concederam aos carapatos habilidades para compensar a baixa capacidade de dispersão (Lane et al., 2014; Szabó et al., 2009).

Enquanto que o hospedeiro é a fonte de recursos alimentar desses organismos, o ambiente é o principal agente de regulação do ciclo biológico de carapatos não-nidícolas, visto que permanecem nele mais que 90% do tempo (Belozerov, 1982; Needham & Teel, 1991). Particularmente, a umidade e a temperatura são os principais fatores abióticos responsáveis por regular a duração das fases de vida livre e a mobilidade vertical na vegetação (Needham & Teal, 1991; Szabó et al., 2009). Além disso, para algumas espécies, a latitude representada pelo fotoperíodo exerce influência direta na indução da diapausa (Barbieri et al., 2015). Responsável por regular a atividade dos carapatos, a diapausa torna-se vantajosa para lidar com um ambiente efêmero e inconsistente (e.g., altas ou baixas temperaturas, ausência de hospedeiros; Sonenshine & Roe, 1993). Consequentemente, além de modular a sazonalidade, a diapausa assegura que os carapatos sincronizem suas atividades biológicas com as condições ótimas para sua manutenção e desenvolvimento no ambiente, particularmente para os ovos.

No Brasil, a família Ixodidae e seus representantes, cujo gênero mais numeroso é *Amblyomma* (Dantas-Torres et al., 2009; Nava et al., 2014), é uma das mais estudadas devido aos agentes patogênicos transmitidos ao homem. Nesse contexto, destaca-se as espécies de

carapatos *A. sculptum* e *A. aureolatum* descritas como vetores da Febre Maculosa Brasileira, cujo agente etiológico é a bactéria *Rickettsia rickettsii*. Embora o maior número de casos dessa enfermidade tem sido registrado no estado de São Paulo, recentemente uma forma mais branda vem ocorrendo em áreas de Mata Atlântica do litoral de São Paulo (Spolidorio et al., 2010) e na região de Blumenau/Joinville, em Santa Catarina (Angerami et al., 2012 Barbieri et al., 2014), cujo patógeno e vetor são respectivamente, a bactéria *Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica e o carapato *A. ovale* (Szabó et al., 2013b).

Evidências apontam que a epidemiologia da Febre Maculosa Brasileira está associada a modificações ambientais, e dois contextos ecoepidemiológicos são evidentes (Szabó et al., 2013b): (i) a criação de locais propícios para a proliferação de determinados animais e medidas conservacionistas pautadas no favorecimento de algumas espécies em detrimento de outras, o que tem facilitado a expansão das populações de capivaras, amplificador da *Rickettsia rickettsii*; (ii) a expansão urbana sob remanescentes florestais tem facilitado a incursão de animais domésticos, sobretudo cães, em áreas de mata, estabelecendo um fluxo de vetores e patógenos (i.e., *Rickettsia rickettsii* e *Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica) para dentro das casas (Angerami et al., 2012). Juntos, esses fatores mostram que a ação antrópica associada a redução da biodiversidade pode ter facilitado a emergência de doenças zoonóticas.

Dado que o contexto de expansão da Febre Maculosa no Brasil está associado à desequilíbrios ecológicos, conhecer a dinâmica populacional de carapatos em ambientes naturais serviram como referencial para subsidiar a elaboração de ações mitigadoras para controle de carapatos e prevenção de doenças emergentes (Sponchiado et al., 2015). No entanto, existem poucos trabalhos sobre carapatos em áreas preservadas, e especificamente na Mata Atlântica, apenas um reporta de forma sistematizada e abrangente a ecologia de carapatos (Szabó et al., 2009).

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) é uma das áreas de Mata Atlântica em que aspectos ecológicos sobre os carapatos em vida livre foram pouco investigados (Lamattina et al., 2014). Constituído pelo maior remanescente florestal de mata Atlântica da região Sul do Brasil, o PNI é uma das mais importantes áreas protegidas da bacia do rio da Prata. Adicionalmente, possui uma dinâmica climática ímpar, pois é afetada pela Massa Polar Atlântica–Marítima nos meses mais frios, e pela Massa Equatorial Continental oriunda na Amazônia, o que gera elevados índices pluviométricos (Mendonça & Danni-Oliveira, 2007). Aqui nós apresentamos resultados de dois anos de coletas sazonais de carapatos em comportamento de espreita no Parque Nacional do Iguaçu. Nossos objetivos foram investigar a dinâmica temporal e o comportamento

de espreita na vegetação de espécies de carapatos presentes no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e amostragem dos carapatos

Este estudo foi realizado no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) ($25^{\circ} 05'$ a $25^{\circ} 41'S$ e $53^{\circ} 40'$ a $54^{\circ} 38'W$) entre maio de 2015 e maio de 2017. Carapatos em vida livre foram coletados através de duas técnicas em sete trilhas utilizadas por animais silvestres (e por humanos), cinco das sete trilhas estão localizadas na porção do PNI pertencente ao município de Foz do Iguaçu e duas ao município de Céu Azul (Figura 2; Tabela 1- Introdução geral). As coletas sistematizadas ocorreram sazonalmente a partir de agosto de 2015 (inverno, primavera, verão e outono) e no pico de cada estação, totalizando oito coletas em cada trilha (para a análise sazonal). Coletas fortuitas adicionais foram incorporadas para o estudo do comportamento de espreita dos carapatos na vegetação e riqueza de espécies.

Em cada coleta os dois lados de cada trilha foram amostrados através de busca visual e do arraste de flanela. A busca visual consistiu em inspecionar visualmente a vegetação, sobretudo as folhas voltadas para as trilhas (Ramos et al., 2014; Silva et al., 2008; Szabó et al., 2009). A busca visual da vegetação foi apurada através da transiluminação com o uso de lanternas posicionadas a partir do solo, com o intuito de realçar o contorno dos carapatos sob as folhas. A altura de encontro dos carapatos foi mensurada em relação ao nível do solo utilizando uma trena; a altura de espreita foi classificada em intervalos de 10 cm (Szabó et al., 2009; Terassini et al., 2010). Imediatamente após a busca visual empregou-se o arraste de flanela, que consiste em arrastar uma flanela clara (2 m de comprimento x 1 m de largura) ao longo das trilhas. Para evitar a perda de espécimes, a flanela foi vistoriada a cada quinze metros. Carapatos adultos foram acondicionados em frascos e conservados vivos para outros estudos, enquanto que as ninfas e larvas foram acondicionadas em microtubos com álcool 70°. Todos os recipientes foram identificados com o local, data, metodologia e origem.

2.2 Identificação dos carapatos

Os carapatos foram identificados com o auxílio de lupa e esteromicroscópio, usando chaves taxonômicas (Martins et al., 2010; Onofrio et al., 2006) e comparações com a coleção de referência do Museu de Carapatos do Laboratório de Ixodologia da UFU. As larvas foram identificadas através de caracteres morfológicos até o nível genérico. Ninfas e adultos foram

contados individualmente e larvas pelo número de agregados (cada agregado de larvas coletado no ambiente foi considerado como um indivíduo). Os espécimes testemunhos coletados durante este trabalho estão depositados como referência na Coleção de Carapatos da Universidade Federal de Uberlândia.

2.3 Análises dos dados

Para análises de sazonalidade, o número de carapatos obtidos em cada trilha foi inicialmente dividido por metro de coleta para fins de padronização. Em seguida foi avaliada a diferença na abundância dos carapatos entre os dois anos de coleta (comparação de cada estação do primeiro com o segundo ano de coleta) através do teste de *Mann-Whitney (U)*. Estações iguais que não apresentaram diferença estatística foram agrupadas, enquanto que aquelas que apresentaram diferença significativa foram colocadas em separado para análise de sazonalidade. Para esta última análise foi utilizado o teste de *Kruskal-Wallis* seguido pelo teste de comparações múltiplas *Dunn*.

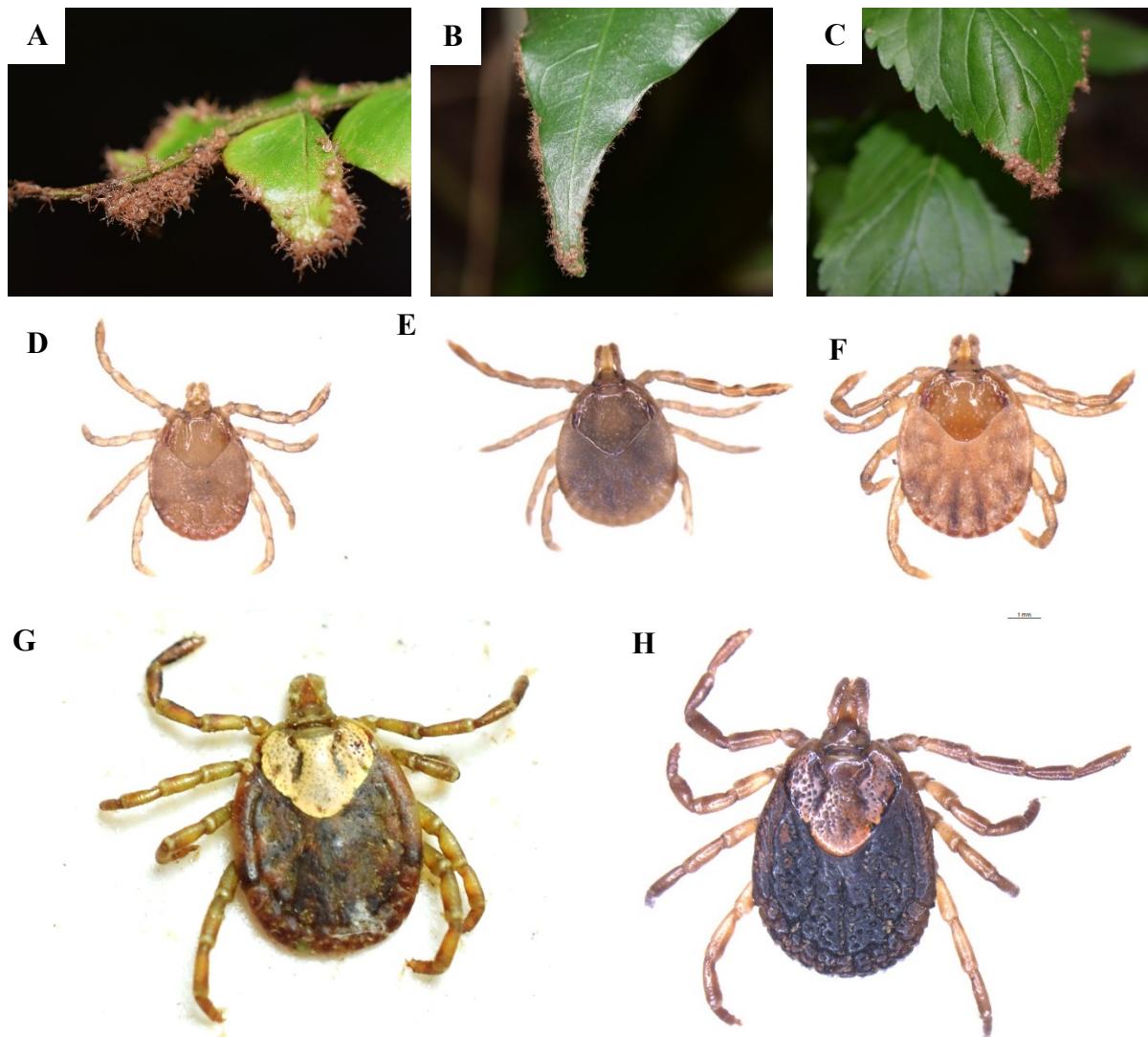
O teste de *Kruskal-Wallis* também foi empregado para examinar a diferença na altura mediana de espreita entre os estágios de desenvolvimento e entre as espécies mais abundantes de carapatos adultos. O teste *Mann-Whitney (U)* foi utilizado para verificar diferenças na mediana das categorias de altura de espreita das duas espécies de ninfas mais abundantes. Diferença da comunidade de carapatos entre as duas localidades (Foz do Iguaçu e Céu Azul) foram verificadas através de análises descritivas da proporção de carapatos, isto é, número de carapatos a cada 100 m de trilha amostrada. Comparações entre as técnicas de coleta (e.g., busca visual e arraste de flanela) foram realizadas através teste de *Wilcoxon* para larvas, ninfas e adultos. O teste de *Wilcoxon* foi aplicado também para verificar diferenças entre as técnicas de coleta tanto para abundância entre as espécies de ninfas quanto de adultos. A escolha de todas as análises estatísticas deu-se após a inspeção dos dados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias. Todos os testes foram realizados no BioEstat 5.3 (Ayres et al., 2007), e adotou-se um alfa de 5%. As coletas foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente.

3. RESULTADOS

3.1 Total de carapatos coletados

Foram coletados durante o período de estudo (do verão de 2015 ao outono de 2017), incluindo as coletas fortuitas, 1780 carapatos em vida livre, dos quais 2,6% foram agregados

de larvas, 77% ninfas e 20,4% foram adultos (9,8% machos e 10,6% fêmeas). As espécies coletadas em ordem de abundância foram: *Amblyomma brasiliense* (47%), *A. coelebs* (27%), *A. incisum* (15%), *Haemaphysalis juxtakochi* (5%), *A. ovale* (3%) e *Ixodes aragaoi* (0,2%) (Figura 1; Tabela 1). Dentre os aglomerados de larvas ($N=46$), a maioria pertenceu ao gênero *Amblyomma* (87%), seguida de *Haemaphysalis* (8,7%) e *Ixodes* (4,3%) (Figura 1; Tabela 1).



Continua...

...Continuação

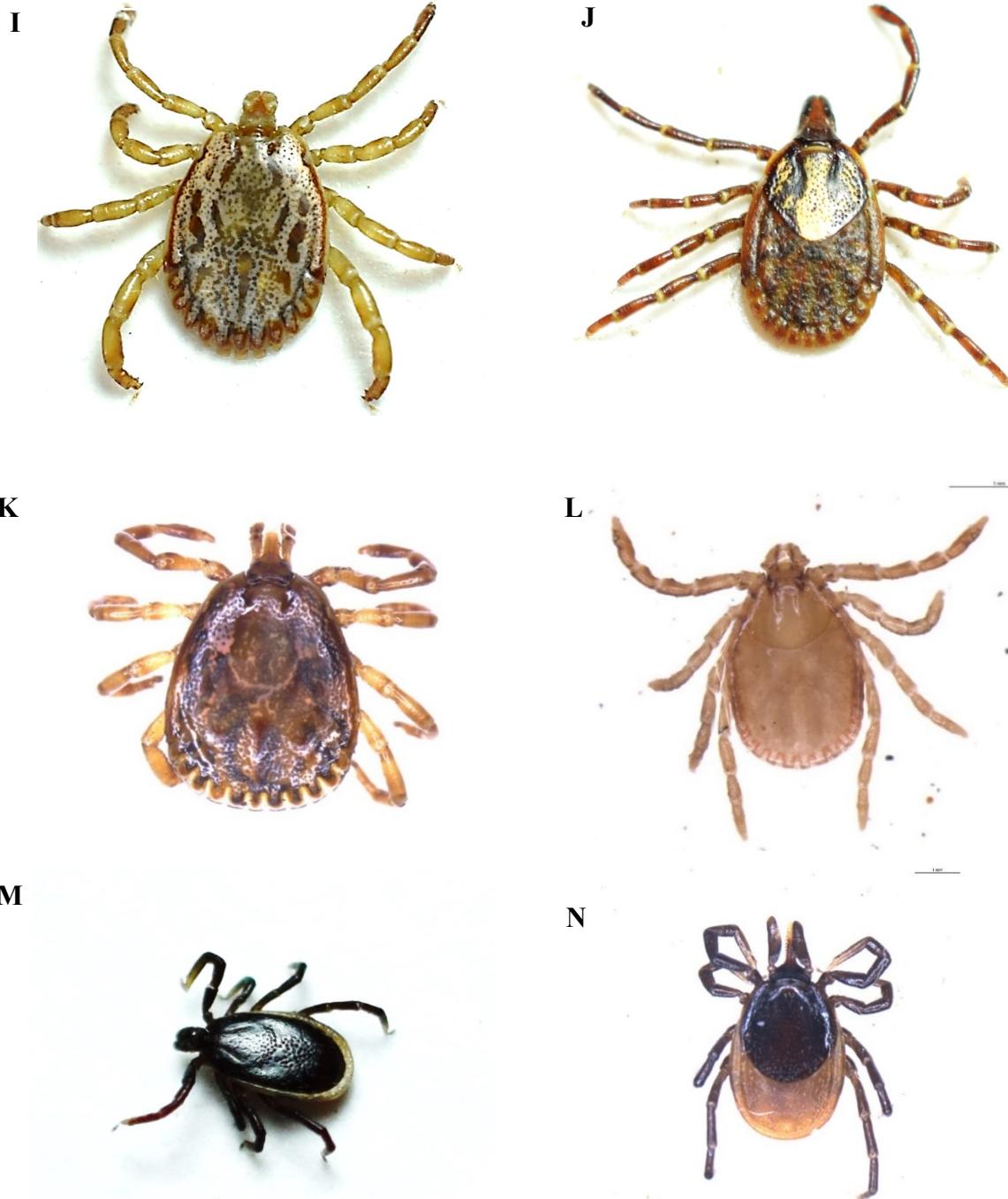


Figura 1. Detalhes dos carapatos coletados nas trilhas utilizadas por animais no Parque Nacional do Iguaçu. Aglomerados de larvas (A-C); ninfas de *Amblyomma brasiliense* (D), *A. coelebs* (E) e *A. incisum* (F). Adultos de *A. brasiliense* (G; ♀), *A. incisum* (H; ♀); *A. brasiliense* (I; ♂), *A. ovale* (J; ♀), *A. coelebs* (K; ♂), *Haemaphysalis juxtakochi* (L; ♂), *Ixodes aragaoi* (M= ♂; N= ♀).

Tabela 1. Número total de carapatos coletados por arraste de flanela e busca visual entre o verão de 2015 e o outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Gênero (larvas) e espécies de carapatos	Arraste				Visual				Total (%)
	Larva	Ninfa	Macho	Fêmea	Larva	Ninfa	Macho	Fêmea	
<i>Amblyomma</i>	34	-	-	-	6	-	-	-	40 (2%)
<i>A. brasiliense</i>	-	559	30	20	-	54	67	101	831 (47%)
<i>A. coelebs</i>	-	478	4	4	-	2	1	0	489 (27%)
<i>A. incisum</i>	-	128	3	6	-	67	35	29	268 (15%)
<i>A. ovale</i>	-	7	24	12	-	0	6	11	60 (3%)
<i>Haemaphysalis</i>	3	-	-	-	1	-	-	-	4 (0,2%)
<i>H. juxtakochi</i>	-	74	1	1	-	2	2	3	83 (5%)
<i>Ixodes</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	2 (0,1%)
<i>I. aragaoi</i>	-	0	1	1	-	-	-	1	3 (0,2%)
Total		1392				388			1780

3.1.1 Coleta sistematizada dos carapatos em vida livre

Foram coletados de forma sistematizada (sem as coletas fortuitas) 1328 carapatos, dos quais as larvas correspondem a 2,5%, ninfas 74% e adultos 23,6% (11,1% machos e 12,5% fêmeas). As espécies coletadas em ordem de abundância foram: *Amblyomma brasiliense* (51,1%), *A. coelebs* (23%), *A. incisum* (14,2%), *Haemaphysalis juxtakochi* (4,7%), *A. ovale* (4,3%) e *Ixodes aragaoi* (0,2%). Dentre os aglomerados de larvas (N=33), a maioria pertencia ao gênero *Amblyomma* (90,9%), seguida de *Haemaphysalis* (6,1%) e *Ixodes* (3,0%) (Tabela 2).

Tabela 2. Número de carapatos coletados de forma sistematizada por arraste de flanela e busca visual entre o inverno de 2015 e o outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Gênero (larvas) e espécies de carapatos	Arraste				Visual				Total (%)
	Larva	Ninfa	Macho	Fêmea	Larva	Ninfa	Macho	Fêmea	
<i>Amblyomma</i>	22	-	-	-	8	-	-	-	30 (2,3)
<i>A. brasiliense</i>	-	436	26	16	-	47	59	94	678 (51,1)
<i>A. coelebs</i>	-	303	2	0	-	-	1	0	306 (23)
<i>A. incisum</i>	-	80	3	1	-	54	24	27	189 (14,2)
<i>A. ovale</i>	-	6	23	11	-	-	6	11	57 (4,3)
<i>Haemaphysalis</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	2 (0,2)
<i>H. juxtakochi</i>	-	56	0	1	-	-	2	3	62 (4,7)
<i>Ixodes</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1 (0,1)
<i>I. aragaoi</i>	-	-	1	1	-	-	-	1	3 (0,2)
Total	991				337				1328

Larvas, ninhas e adultos foram coletados em todas as estações (Tabela 3). Notou-se, de forma geral, um pico de abundância de cada estágio a cada ano. Os picos dos diversos estágios foram sequenciais, inicialmente de ninhas, seguido de adultos e por último de larvas. Proporcionalmente, observou-se picos de números absolutos de larvas do verão ao inverno de 2016, e no verão e outono de 2017 (Figura 2- A), de ninhas no inverno de 2015 e no inverno e primavera de 2016, enquanto que os adultos apresentaram picos de abundância no inverno e na primavera de 2015 e na primavera de 2016 (Figura 2- A). O número de carapatos machos e fêmeas coletados durante o período de estudo foi similar, 147 e 166, respectivamente.

A única diferença anual significativa na abundância das ninhas foi entre as duas primaveras, sendo maior na primavera de 2016 ($U=6,000$; $P=0,018$; Tabela 4). Sazonalmente, foi observada diferença na abundância das ninhas entre as estações ($H=13,617$; $gl=4$; $P=0,009$), sendo maiores nos invernos do que na primavera de 2015 e do que nos verões (Figura 2- B). Para os adultos não houve diferença na abundância entre os anos, contudo, ocorreu diferença na abundância entre as estações ($H=15,850$; $gl=3$; $P=0,001$), sendo que nos invernos e primaveras foram observadas maiores abundâncias do que os verões (Figura 2- C).

Tabela 3. Espécies e estágios de desenvolvimento dos carapatos coletados sazonalmente do inverno de 2015 ao outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Legendas: N= ninfas; A= adultos; Inv. 2015= Inverno de 2015; Pri. 2015= Primavera de 2015; Ver. 2016=Verão de 2016; Out. 2016= Outono de 2016; Inv. 2016= Inverno de 2016; Pri. 2016= Primavera de 2016; Ver. 2017=Verão de 2017; Out. 2017= Outono de 2017.

Gênero e espécies (em negrito) e estágios de desenvolvimento	Estações								Total
	Inv. 2015	Pri. 2015	Ver. 2016	Out. 2016	Inv. 2016	Pri. 2016	Ver. 2017	Out. 2017	
<i>Amblyomma</i>	1	2	6	6	3	1	3	8	30
<i>A. brasiliense</i>									
N	240	32	6	30	72	78	3	22	483
A	26	49	3	11	10	87	3	6	195
<i>A. coelebs</i>									
N	50	8	34	16	22	38	30	105	303
A	-	-	-	-	-	3	-	-	3
<i>A. incisum</i>									
N	39	41	8	4	14	28	-	-	134
A	8	1	8	5	3	14	2	14	55
<i>A. ovale</i>									
N	-	-	1	2	2	-	-	1	6
A	13	18	-	-	-	20	-	-	51
<i>Haemaphysalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>H. juxtakochi</i>									
N	26	1	1	7	18	2	-	2	57
A	1	2	-	-	1	2	-	-	6
<i>Ixodes</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>I. aragaoi</i>									
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	2	-	-	1	-	-	-	-	3
Total	406	154	67	82	146	273	42	159	1328

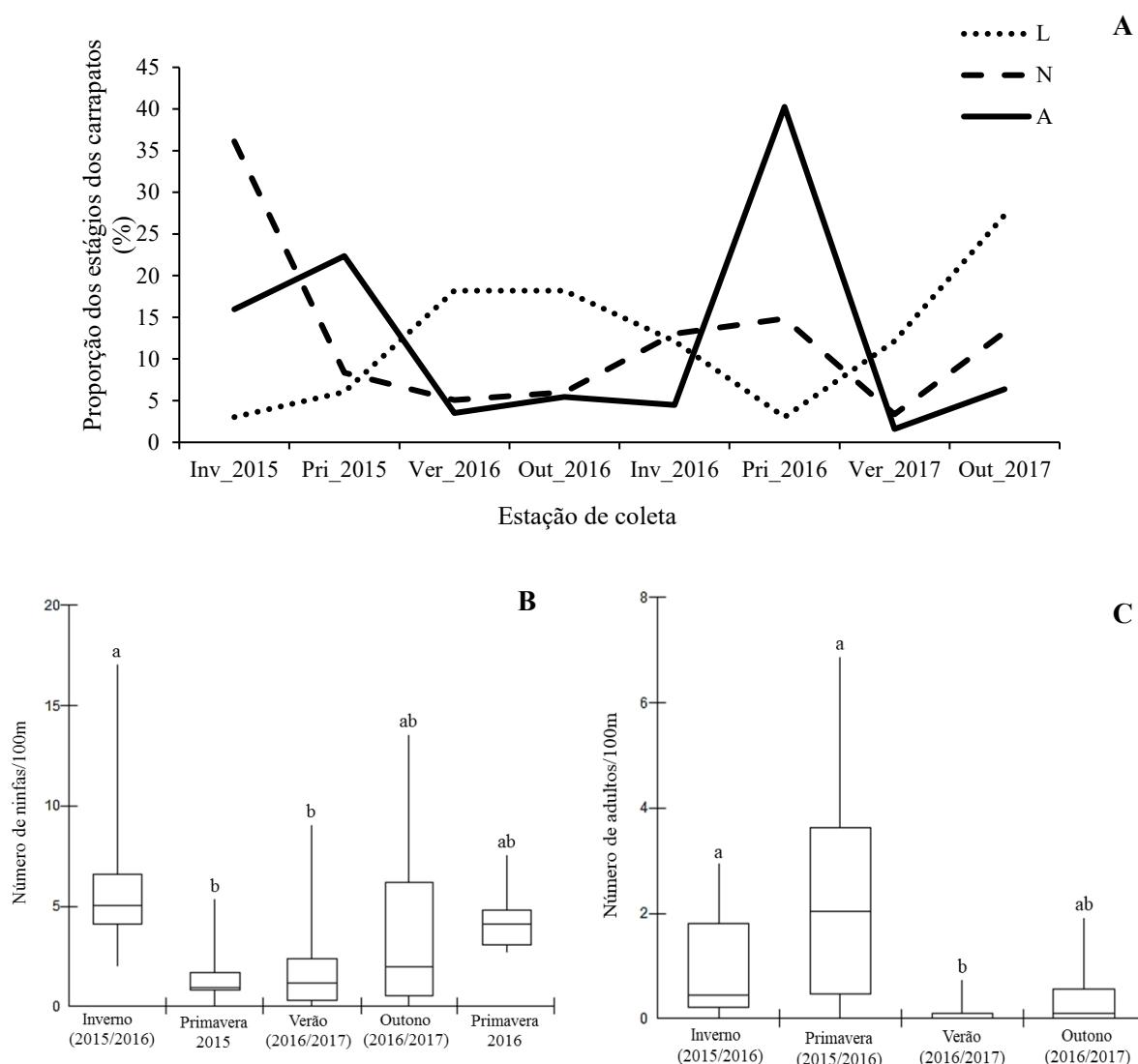


Figura 2. Proporção (%) de estágios de desenvolvimento (A) e número (a cada 100m) de ninfas (B) e adultos (C) de carapatos coletados em vida livre ($N=1328$) entre o inverno de 2015 (agosto) ao outono de 2017 (maio) no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Legendas: (A) L= Larvas; N= Ninfas; A= Adultos; Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017. (B e C) Letras distintas indicam diferença significativa entre as categorias (teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de comparações múltiplas Dunn, $p<0,05$). Caixas indicam intervalo interquartil, linhas dentro das caixas representam a mediana e linhas verticais indicam os valores máximos e mínimos.

Tabela 4. Comparações anuais do número de carapatos ninfas e adultos coletados entre o inverno de 2015 e o outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Comparações entre os anos	(Medianas)	Ninfas			Adultos			
		Mann-Whitney (U)	(N ₁) (N ₂)	P	(Medianas)	Mann-Whitney (U)	(N ₁) (N ₂)	P
Inverno 2015	(6,77)				(1,5)			
X		115	(7) (7)	0,096		11,5	(7) (7)	0,097
Inverno 2016	(4,55)				(0,21)			
Primavera 2015	(0,95)				(1,82)			
X		6	(7) (7)	0,018		17	(7) (7)	0,338
Primavera 2016	(4,09)				(252)			
Verão 2016	(1,26)				(0)			
X		21	(7) (7)	0,655		22,5	(7) (7)	0,798
Verão 2017	(0,98)				(0)			
Outono 2016	(0,98)				(0,31)			
X		19,5	(7) (7)	0,523		16	(7) (7)	0,277
Outono 2017	(2,94)				(0)			

3.1.2 Sazonalidade de acordo com gêneros (larvas) e espécies

Sazonalidade de larvas

Foram coletados 33 agregados de larvas, sendo a maioria do gênero *Amblyomma* (90,1%), e em menor quantidade *Haemaphysalis* (6,1%) e *Ixodes* (3%). O pico das larvas do gênero *Amblyomma* ocorreu entre o verão e outono dos dois anos amostrados, enquanto que de *Haemaphysalis* entre o verão e outono de 2017 e de *Ixodes* no inverno de 2016 (Figura 3).

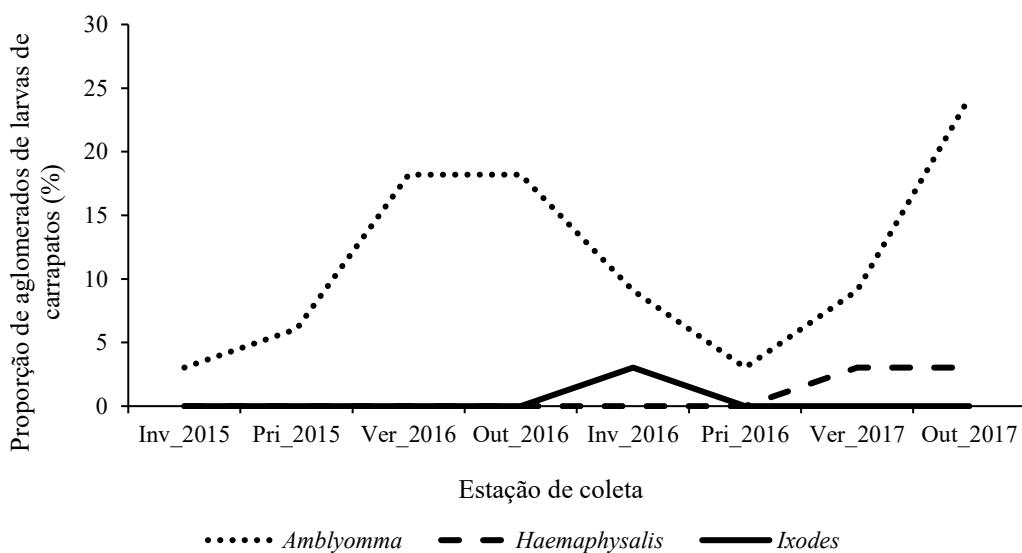


Figura 3. Proporção de aglomerados de larvas coletados em vida livre através das técnicas de arraste e de busca visual por estação do ano (N= 33; 2,55% do total), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de inverno (agosto) de 2015 ao outono (maio) de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016=

Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Sazonalidade de ninjas e de adultos

Amblyomma brasiliense

Foram coletados 678 carapatos da espécie *A. brasiliense*, dos quais a maioria foram ninjas (71,2%), seguido de fêmeas (16,2%) e machos (12,5%). Proporcionalmente é possível verificar picos de abundância sazonal dessa espécie de acordo com o estágio de desenvolvimento, sendo que as ninjas foram coletadas sobretudo entre o inverno e primavera e adultos na primavera (Figura 4- A). Estatisticamente o número de ninjas não foi diferente entre os anos, mas apresentou diferença sazonal, sendo encontradas em maior número nos invernos do que na primaveras e verões ($H=24,388$; $gl=3$; $P<0,001$; Figura 4- B). O Número de adultos também não foi diferente entre os anos, mas diferiu entre as estações, sendo maior na primavera do que no outono e verão ($H=5,974$; $gl=3$; $P=0,001$; Figura 4- C).

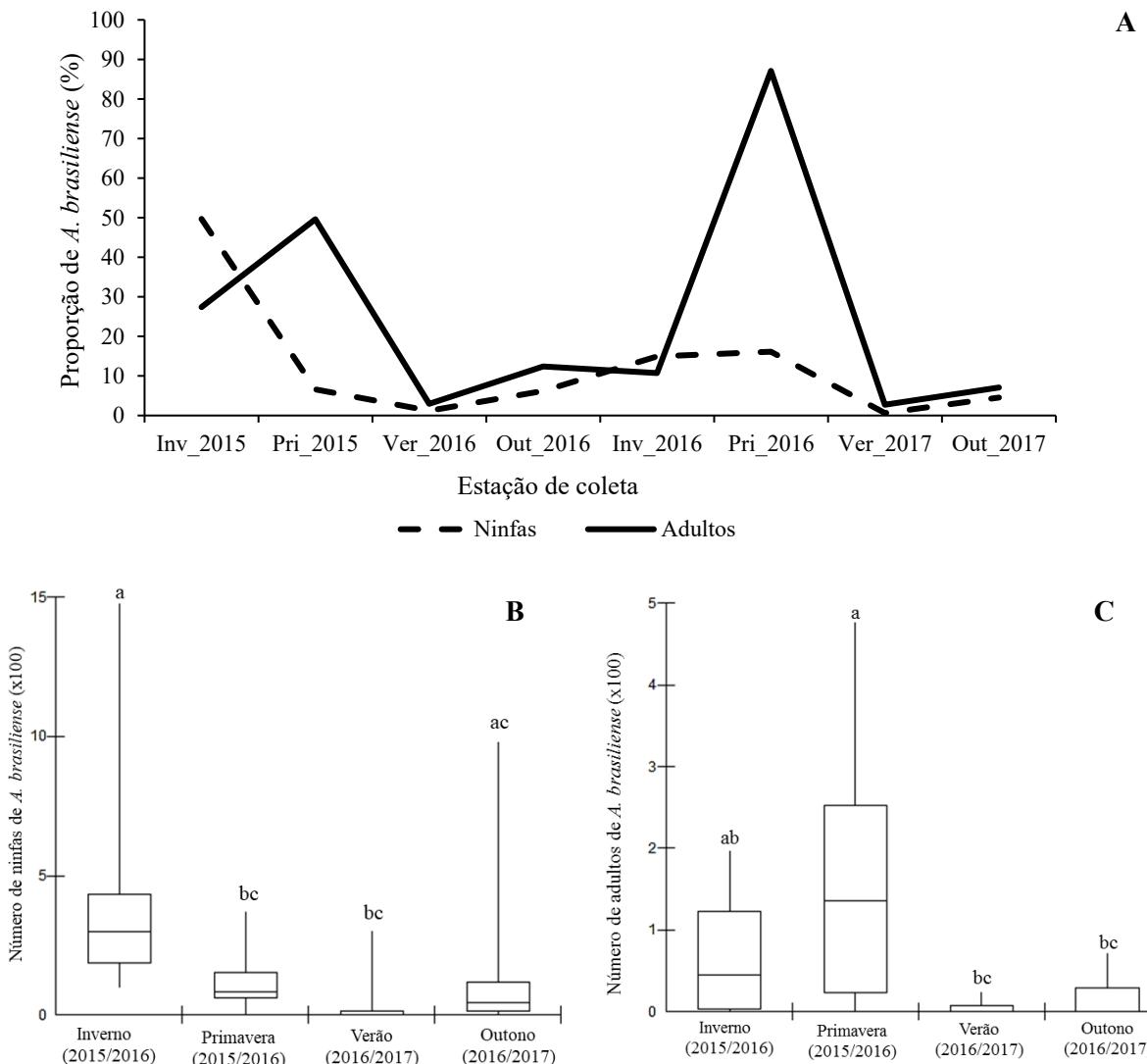


Figura 4. Proporção (A) e número de carapatos ninfas (B) e adultos (C) da espécie *Amblyomma brasiliense* em vida livre coletados por 100 m de amostragem ($N= 678$; 52,3% do total) durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Legenda: (A) Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017. Letras distintas em B e C indicam diferença significativa entre as categorias (teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de comparações múltiplas Dunn, $p<0,05$). Caixas indicam intervalo interquartil, linhas dentro das caixas representam a mediana e linhas verticais indicam os valores máximos e mínimos.

Amblyomma coelebs

Foram coletados 306 carapatos da espécie *A. coelebs*, a maioria ninfas (99%), seguido dos machos (1%), não foram coletadas fêmeas durante o período de estudos. Não se observou picos sazonais na abundância de ninfas, mas foi possível verificar um único pico na abundância de machos na primavera de 2016 (Figura 5). Não houve diferença na abundância de ninfas e de

adultos entre anos (Tabela 4); tampouco entre estações ($H_{ninfas}=0,815$; $gl=3$; $P=0,847$; $H_{adultos}=0,158$; $gl=3$; $P=0,984$).

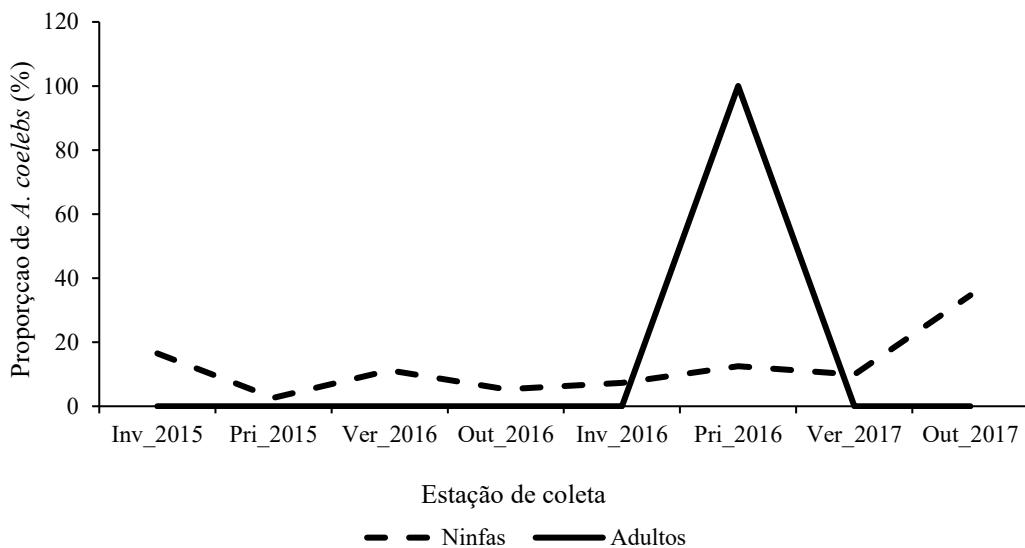


Figura 5. Proporção de carapatos da espécie *Amblyomma coelebs* coletados sazonalmente em vida livre ($N= 306$; 26,3% do total) (através das técnicas de arraste e de busca visual), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Amblyomma incisum

Foram coletados 189 carapatos da espécie *A. incisum*, a maioria ninfas (70,9%), seguido das fêmeas (14,8%) e dos machos (14,3%). Proporcionalmente os picos sazonais na abundância de ninfas foram observados entre o inverno e primavera de 2015 e na primavera de 2016 (Figura 6- A). Quanto ao estágio adulto, é possível observar picos no inverno de 2015, verão de 2016, primavera de 2016 e no outono de 2017 (Figura 6- A). Estatisticamente não houve diferença na abundância de ninfas e de adultos entre anos. A abundância das ninfas variou sazonalmente ($H=9,701$; $gl=3$; $P=0,021$; Figura 6- B), entretanto a dos adultos não ($H=0,638$; $gl=3$; $P=0,887$).

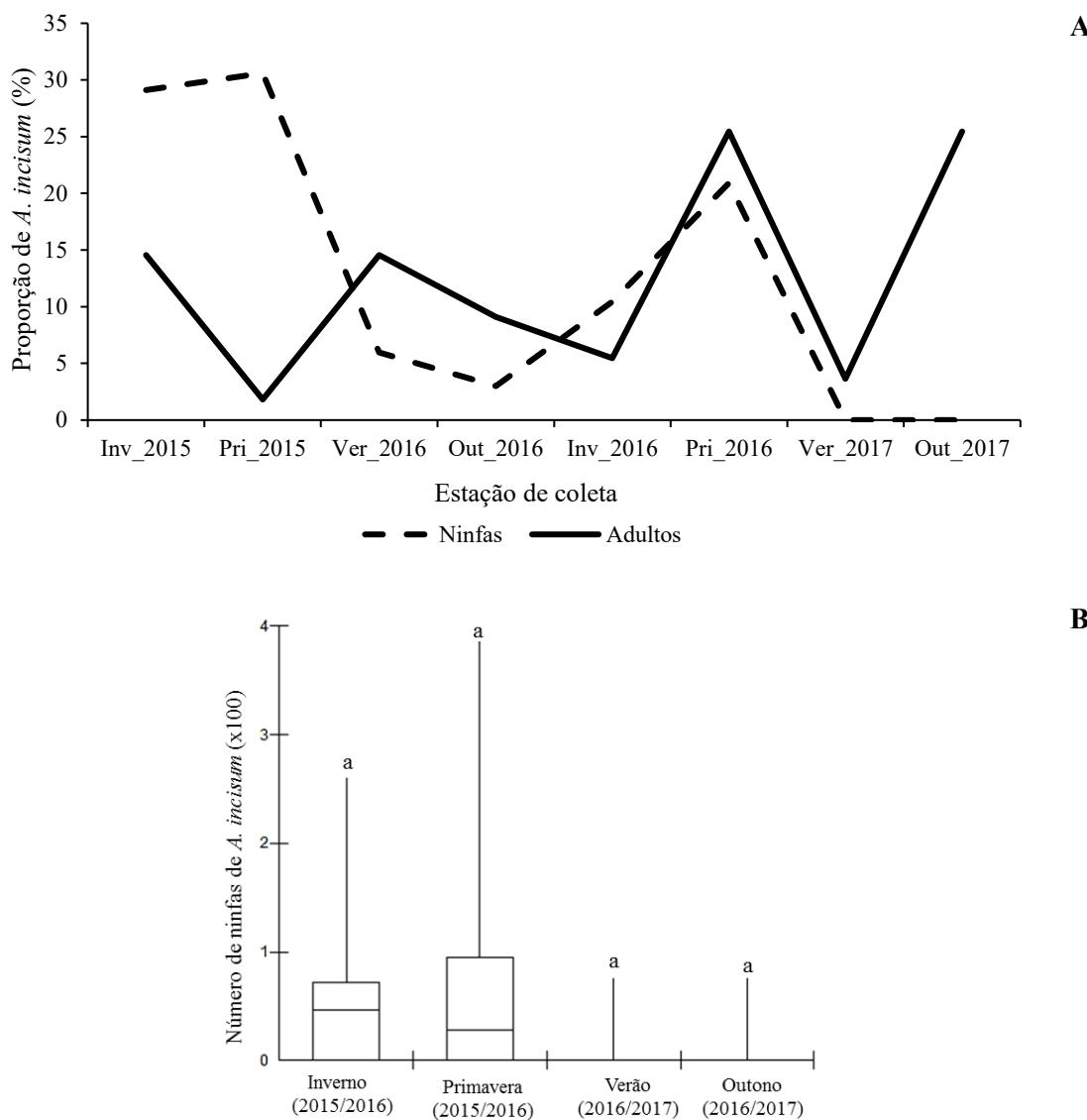


Figura 6. Proporção de carapatos da espécie *Amblyomma incisum* coletados em vida livre (N= 189; 14,6% do total) (através das técnicas de arraste e de busca visual), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Haemaphysalis juxtakochi

Foram coletados 63 carapatos da espécie *H. juxtakochi*, a maioria ninfas (90,5%), seguido de fêmeas (6,3%) e machos (3,2%). Proporcionalmente houve picos sazonais na abundância de ninfas no inverno e dos adultos na primavera dos dois anos amostrados (Figura 7- A). Estatisticamente não houve diferença na abundância das ninfas e dos adultos entre os anos. Sazonalmente, a abundância das ninfas variou de acordo com a estação ($H=18,601$; $gl=3$;

$P < 0,001$; Figura 7- B), sendo maior no inverno do que nas demais estações. O número de adultos não diferiu estatisticamente entre estações ($H = 1,444$; $gl = 3$; $P = 0,695$).

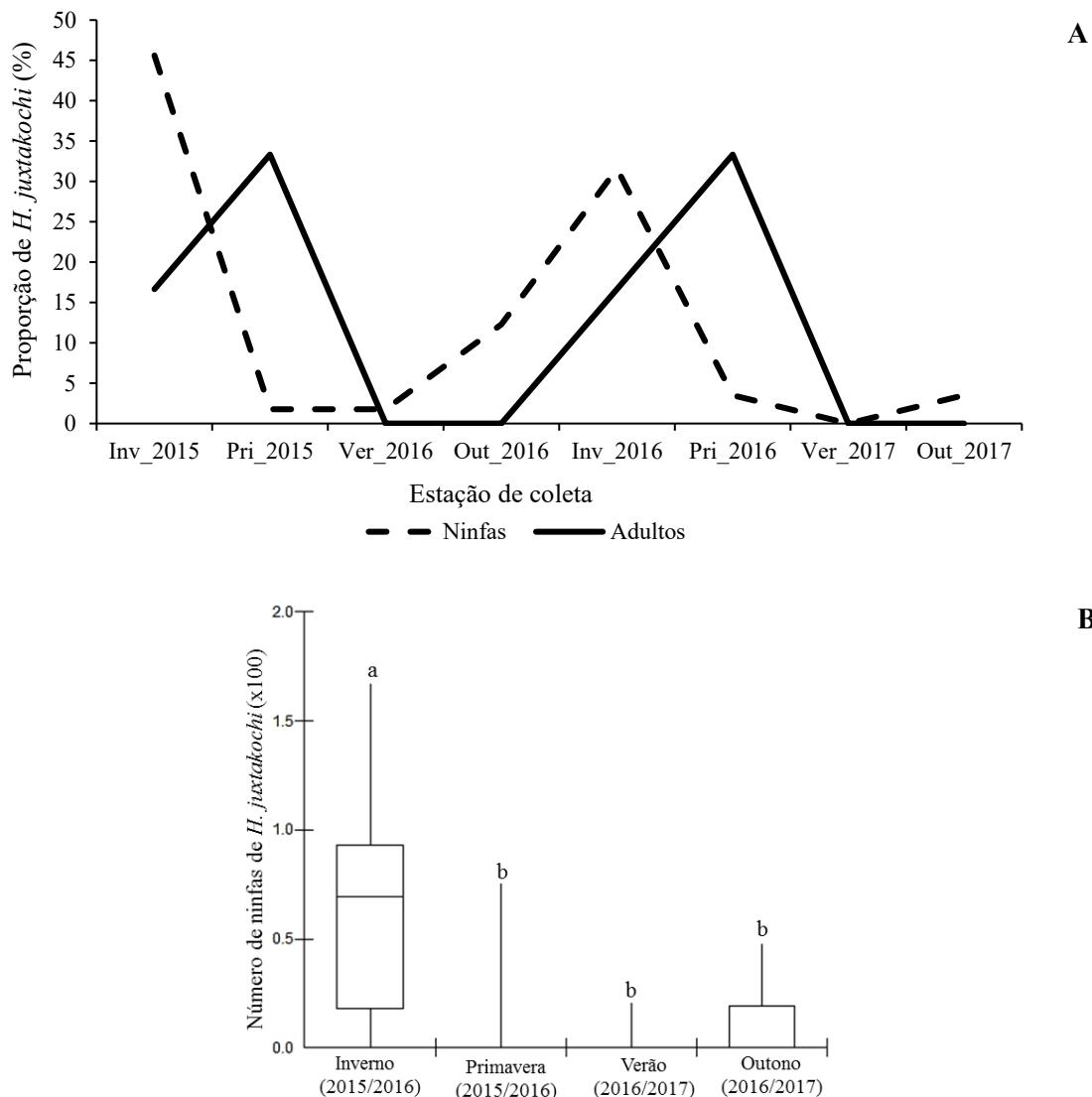


Figura 7. Proporção de carapatos da espécie *Haemaphysalis juxtakochi* coletados em vida livre ($N = 63$; 4,9% do total) (através das técnicas de arraste e de busca visual), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016= Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017= Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Amblyomma ovale

Foram coletados 57 carapatos da espécie *Amblyomma ovale*, a maioria machos (50,9%), seguido de fêmeas (38,6%) e apenas 10,5% eram ninfas. Proporcionalmente houve picos sazonais na abundância de ninfas, com um pico entre o outono e inverno de 2016, enquanto que adultos foram coletados em maior quantidade na primavera dos dois anos

amostrados (Figura 8). Estatisticamente não houve diferença na abundância das ninfas e dos adultos entre os anos (Tabela 4) e estações ($H_{ninfas}=0,913$; $gl=3$; $P=0,822$) ($H_{adultos}=7,580$; $gl=3$; $P=0,055$).

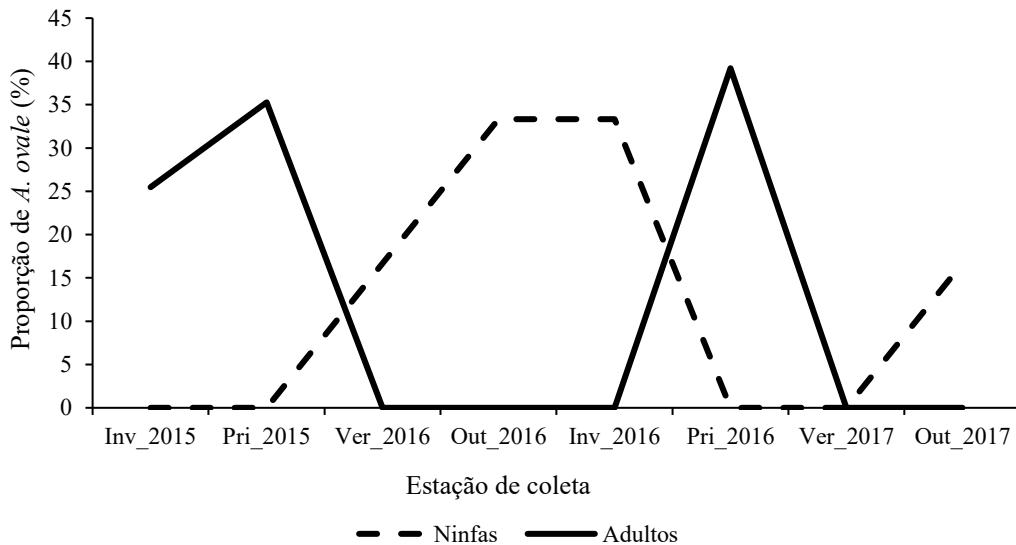


Figura 8. Proporção de carapatos da espécie *Amblyomma ovale* coletados em vida livre ($N= 57$; 4,4% do total) através das técnicas de arraste e de busca visual), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016= Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017= Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Ixodes aragaoi

Foram coletados 3 carapatos da espécie *I. aragaoi*, todos adultos, sendo duas fêmeas e um macho. Os registros ocorreram no inverno de 2015 e no outono de 2016 (Figura 9).

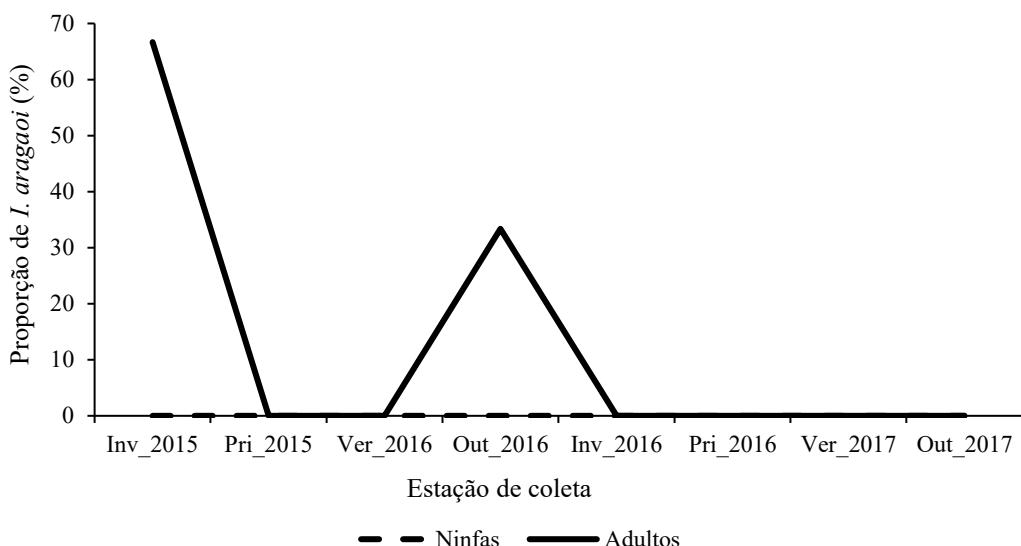


Figura 9. Proporção de carapatos da espécie *Ixodes aragaoi* coletados em vida livre ($N= 3$; 0,2% do total) (através das técnicas de arraste e de busca visual), no Parque Nacional do Iguaçu durante o período de agosto de 2015 a maio de 2017. Legenda: Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016= Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017= Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

3.2 Comportamento de espreita na vegetação

Entre o outono de 2015 e o outono de 2017 foram coletados 387 carapatos em comportamento de espreita da vegetação. As alturas variaram de 10 a 119 cm (moda=30-39 cm; $n=91$ carapatos). A maioria dos carapatos (46,8%) foi encontrada entre 30 e 49 cm de altura. Em ordem decrescente de abundância, as espécies de carapatos registradas nesse tipo de comportamento foram: *Amblyomma brasiliense* ($n=222$), *A. incisum* ($n=131$), *A. ovale* ($n=17$) e *Haemaphysalis juxtakochi* ($n=6$). *Amblyomma coelebs* ($n=2$) e *Ixodes aragaoi* ($n=1$) foram registradas em menor quantidade.

Quanto ao estágio de desenvolvimento, registrou-se oito agregados de larvas, todos do gênero *Amblyomma*, 123 ninfas e 256 adultos (145 fêmeas e 111 machos) exibindo esse tipo de comportamento na vegetação (Figura 10- A). Dentre os agregados de larvas coletados ($N=8$) seis estavam entre 20-39 cm de altura em relação ao solo, e dois entre 40-59 cm (Figura 10- B). A moda da altura de espreita das ninfas de *A. brasiliense* ($n=54$), *A. coelebs* ($n=1$) e *H. juxtakochi* ($n=1$) foi entre 20-29 cm, 20-29 cm e 10-19 cm, respectivamente; enquanto que o das ninfas de *Amblyomma incisum* ($n=67$) foi entre 20-49 cm (Figura 10- C). A altura de espreita dos adultos ($N=256$) variou de 10 a 119 cm, sendo que a maioria deles estava entre 30 a 59 cm (68,4%; moda 40-49). Adultos de *A. brasiliense* foram encontrado entre 10 a 99 cm

(n=168; moda 30-39); *A. incisum* de 20 a 119 cm (n=64, moda 40-49 e 60-69); *A. ovale* de 10 a 49 cm (n=17; moda 10-19); *H. juxtakochi* de 30 a 69 cm (n=5; moda 30-39 e 40-49) (Figura 10- D). Foi encontrado somente um indivíduo adulto de *A. coelebs* (40-49 cm) e um de *Ixodes aragaoi* (30-39 cm) em comportamento de espreita (Figura 10- D). Considerando a moda da altura de espreita dos carrapatos adultos, a das fêmeas ocorreu entre 30-39 cm enquanto que a de machos entre 40-49 cm (Figura 10- A)

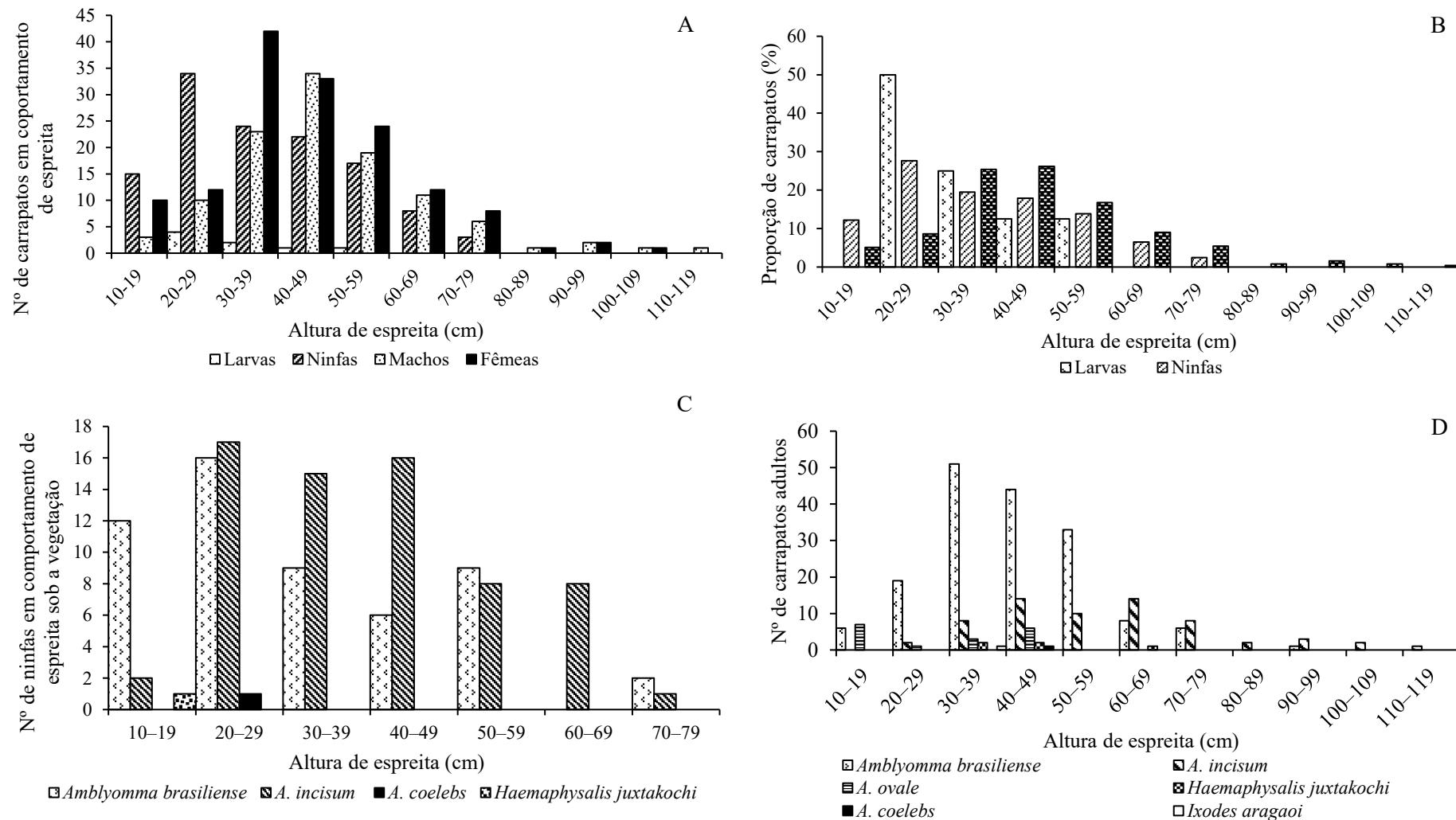


Figura 10. Número (A, C e D) e proporção (B) de carapatos em comportamento de espreita na vegetação coletados durante o período de maio de 2015 a maio de 2017 no parque Nacional do Iguaçu: (A) Número de carapatos de acordo com o estágio de desenvolvimento e separado pelo sexo dos adultos ($N= 387$); (B) proporção de carapatos de acordo com o estágio de desenvolvimento ($N= 387$); (C) número de ninfas de acordo com a espécie ($N= 123$); (D) número de adultos de acordo com a espécie ($N= 256$).

A altura de espreita variou significativamente de acordo com o estágio de desenvolvimento ($H=24,703$; $gl=2$; $P<0,001$), sendo que os adultos ($n=256$) foram observados em posições mais altas na vegetação do que as ninfas ($n=123$) (Figura 11). Curiosamente, a altura de espreita das larvas foi estatisticamente igual à dos adultos e ninfas (Figura 11). Quando analisada a altura de espreita para as espécies mais abundantes de ninfas verificou-se que indivíduos da espécie *Amblyomma incisum* ($n=67$) ocorreram em posições mais altas do que *A. brasiliense* ($n=54$) ($U=1289,5$; $P=0,007$; Figura 12- A). Houve diferença também na altura de espreita entre os carapatos adultos ($H=47,929$; $gl=2$; $P<0,0001$), sendo que *A. incisum* ($n=64$) foi observado em posições mais altas do que *A. brasiliense* ($n=168$) e ambos em posições mais altas do que o carapato *A. ovale* ($n=17$) (Figura 12- B).

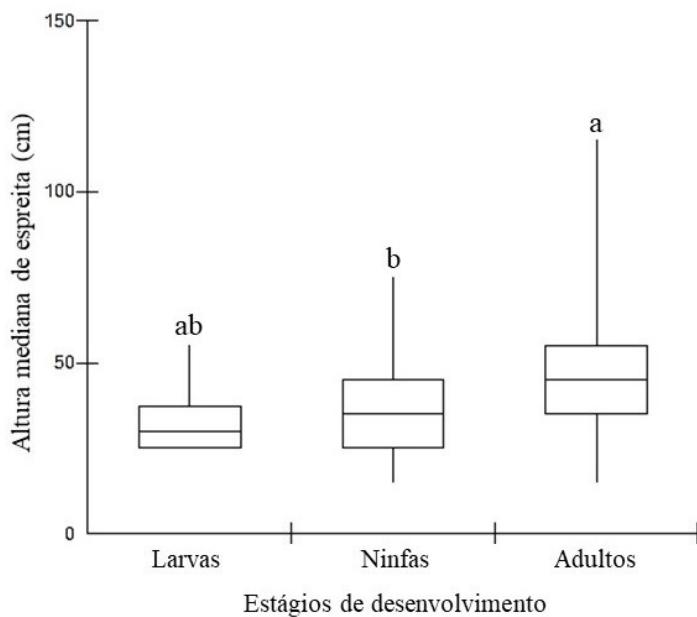


Figura 11. Altura de espreita dos carapatos de acordo com os estágios de desenvolvimento ($N=387$) coletados durante o período de maio de 2015 a maio de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu. Letras distintas indicam diferença significativa entre as categorias (teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de comparações múltiplas Dunn, $p<0,05$). Caixas indicam intervalo interquartil, linhas dentro das caixas representam a mediana e linhas verticais indicam os valores máximos e mínimos.

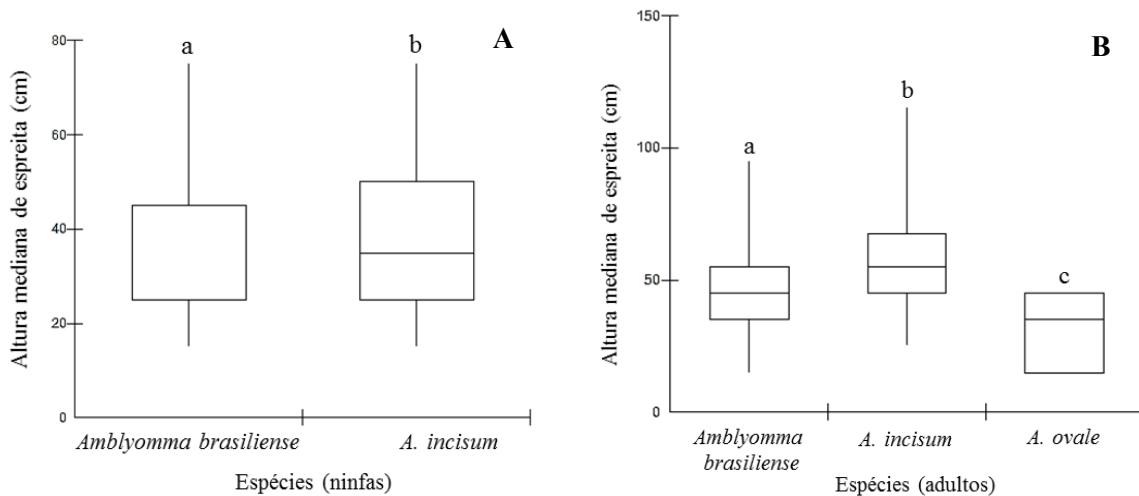


Figura 12. Altura de espreita dos carapatos de acordo com as espécies mais abundantes: (A) ninfas ($N=121$) e (B) adultos ($N=249$) coletados durante o período de maio de 2015 a maio de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu. Letras distintas indicam diferença significativa entre as categorias (teste U de Mann-Whitney (A) e Kruskal-Wallis seguido pelo teste de comparações múltiplas Dunn (B), $p<0,05$). Caixas indicam intervalo interquartil, linhas dentro das caixas representam a mediana e linhas verticais indicam os valores máximos e mínimos.

3.2.1 Sazonalidade do comportamento de espreita na vegetação

Sazonalmente (inverno de 2015 ao outono de 2017) foram coletados 339 carapatos em comportamento de espreita na vegetação, dos quais oito foram agregados de larvas, 101 ninfas e 230 adultos. Foram registradas larvas em comportamento de espreita na vegetação no verão e outono de 2016 e no outono de 2017 (Figura 13- A; Tabela 5). O maior número de ninfas em comportamento de espreita foi no inverno de 2015 e no inverno/primavera de 2016. Enquanto que de adultos foi nas duas primaveras amostradas (Figura 13- A; Tabela 5). O pico de abundância de ninfas *A. brasiliense* e de *A. incisum* ocorreu no inverno de 2015 e no inverno/primavera de 2016 (Figura 13- B; Tabela 5). O pico de abundância de adultos de *A. brasiliense* e de *A. ovale* foi nas duas primaveras; a abundância de adultos de *A. incisum* foi semelhante ao longo das estações estudadas (Figura 13- C; Tabela 5).

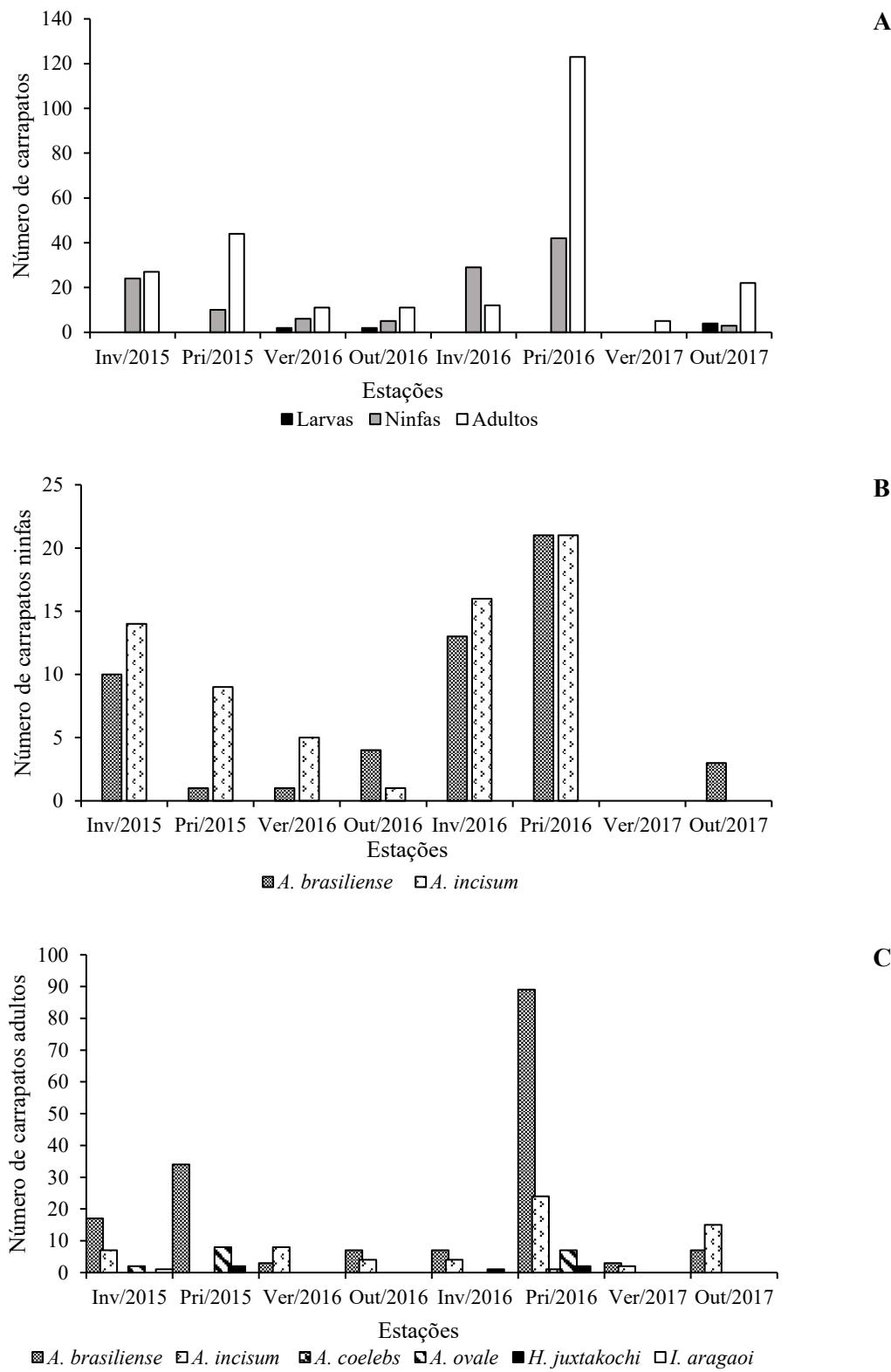


Figura 13. Número de carapatos de acordo com a estação de coleta (inverno de 2015 a outono de 2017) de acordo com: (A) estágio de desenvolvimento, (B) espécies de ninfas e de (C) adultos coletados no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Legenda: Inv/2015= Inverno de 2015; Pri/2015= Primavera de 2015; Ver/2016= Verão de 2016; Out/2016= Outono de 2016; Inv/2016= Inverno de 2016; Pri/2016= Primavera de 2016; Ver/2017= Verão de 2017; Out/2017= Outono de 2017.

Tabela 5. Altura de espreita (cm) de carapatos coletados por busca visual da vegetação entre o inverno de 2015 e o outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Estágios e Espécies de carapatos	Altura de espreita (cm)								
	Inverno 2015	Primavera 2015	Verão 2016	Outono 2016	Inverno 2016	Primavera 2016	Verão 2017	Outono 2017	
	Mediana (1º e 3º Quartil)								
	Média ± SD								
Total (Min. Max.)									
Larvas									
<i>Amblyomma</i> (N=8)	-	-	25 (25-25) 25 ± 0 2 (25-25)	35 (30-40) 35 ± 10 2 (25-45)	-	-	-	35 (32,5-40) 37,5 ± 8,8 4 (25-55)	
Ninfas (N=121)	40 (32,5-45) 40,8 ± 11,7 24 (15-65)	45 (27,5-45) 37 ± 9,6 10 (15-45)	45 (35-55) 45 ± 10 6 (35-55)	35 (25-65) 41 ± 11,6 5 (15-75)	35 (25-45) 35 ± 11,6 31 (15-65)	25 (25-55) 35 ± 13,8 42 (15-75)	-	35 (25-55) 41,7 ± 22,2 3 (15-75)	
<i>A. brasiliense</i> (n=53)	35 (25-42,5) 34 ± 9,2 10 (15-55)	35 35 ± 0 1	55 55 ± 0 1	25 (22,5-37,5) 35 ± 20 4 (15-75)	25 (25-35) 30,4 ± 10,4 13 (15-55)	25 (15-55) 32,1 ± 14,6 21 (15-55)	-	35 (25-55) 41,7 ± 22,2 3 (15-75)	
<i>A. incisum</i> (n=66)	45 (35-60) 45,7 ± 11 14 (25-65)	45 (25-45) 37,2 ± 10,4 9 (15-45)	35 (35-55) 43 ± 9,6 5 (35-55)	65 65 ± 0 1	35 (25-47,5) 40,6 ± 12,6 16 (25-65)	35 (25-55) 37,9 ± 13,1 21 (15-75)	-	-	
<i>A. coelebs</i> (n=1)	-	-	-	-	25 25 ± 0 1	-	-	-	
<i>H. juxtakochi</i> (n=1)	-	-	-	-	15 15 ± 0 1	-	-	-	

Continua...

Capítulo 1 – Carapatos em fase de vida livre

...Continuação	45 (35-45)	35 (35-45)	55 (45-55)	45 (35-55)	40 (35-60)	45 (35-55)	45 (35-45)	65 (65-75)
Adultos (N=255)	$43,5 \pm 8,4$	$36,6 \pm 8,7$	$50,5 \pm 6,8$	$44,1 \pm 120,2$	$47,5 \pm 16,3$	$46,1 \pm 13,3$	$47 \pm 11,2$	$66,8 \pm 14,9$
	27 (25-75)	44 (15-55)	11 (35-65)	11 (25-55)	12 (25-75)	123 (15-115)	5 (35-75)	22 (15-105)
<i>A. brasiliense</i> (n=167)	35 (35-45)	35 (35-45)	45 (40-50)	45 (40-55)	35 (30-55)	45 (35-55)	45 (40-50)	45 (40-70)
	$40,9 \pm 8,6$	$37,6 \pm 8,8$	$45 \pm 6,7$	$45 \pm 8,6$	$43,6 \pm 15,5$	$44,6 \pm 11,1$	$45 \pm 6,7$	$50,7 \pm 18$
	17 (25-75)	34 (15-55)	3 (35-55)	7 (25-55)	7 (25-75)	89 (15-95)	3 (35-55)	7 (15-75)
<i>A. incisum</i> (n=64)	45 (45-60)		55 (45-55)	45 (32,5-55)	60 (42,5-75)	55 (42,5-67,5)	60 (52,5-67,5)	65 (65-85)
	$50,7 \pm 9,4$	-	$52,5 \pm 5,6$	$42,5 \pm 12,5$	$57,5 \pm 17,5$	$57,9 \pm 18,4$	60 ± 15	$74,3 \pm 12,6$
	7 (35-65)		8 (45-65)	4 (25-55)	4 (35-75)	24 (25-115)	2 (45-75)	15 (45-105)
<i>A. coelebs</i> (n=1)	-	-	-	-	-	45 45 ± 0 1	-	-
<i>A. ovale</i> (n=17)	45 (45-45)	35 (22,5-37,5)				15 (15-30)		
	45 ± 0	$31,3 \pm 9,7$	-	-	-	$23,6 \pm 12,2$	-	-
	2 (45-45)	8 (15-45)				7 (15-45)		
<i>H. juxtakochi</i> (n=5)		40 (37,5-42,5)			35 35 ± 0 1	55 (50-60) 55 ± 10 5 (45-65)	-	-
		40 ± 5	-	-			-	-
		2 (35-45)					-	-
<i>Ixodes aragaoi</i> (n=1)		35 35 ± 0 1	-	-	-	-	-	-

3.3 Espécies de acordo com a localidade: Foz do Iguaçu versus Céu Azul

No total foram coletados 1328 carapatos, sendo a maioria em Céu Azul (52,1%). Houve diferença no número de espécies entre os locais, sendo que em Céu Azul foram coletadas seis espécies e em Foz do Iguaçu cinco. Além disso, as proporções de espécies de carapatos e a quantidade de larvas do gênero *Amblyomma* foram distintas entre as duas localidades (Figura 14- B). De 33 agregados de larvas, 23 foram coletados em Foz do Iguaçu (69,7% do total de larvas). Aglomerados do gênero *Haemaphysalis* foram coletados exclusivamente em Foz do Iguaçu, enquanto que o aglomerado de larvas de *Ixodes* foi coletado em Céu Azul (Figura 14- B). Ninfas de *A. brasiliense*, *A. ovale* e *H. juxtakochi* foram coletadas de forma similar nas duas localidades, enquanto que *A. coelebs* predominou em Foz do Iguaçu e as de *A. incisum* em Céu Azul (Figura 14- C). Adultos de *A. brasiliense*, *A. incisum* e *A. ovale* predominaram em Céu Azul (Figura 14- D). Adultos de *A. coelebs* foram coletados exclusivamente em Foz do Iguaçu enquanto que de *Ixodes aragaoi* unicamente em Céu Azul (Figura 14- D). Proporcionalmente, o número de *H. juxtakochi* adultos coletados nas duas localidades foi semelhante (Figura 14- D).

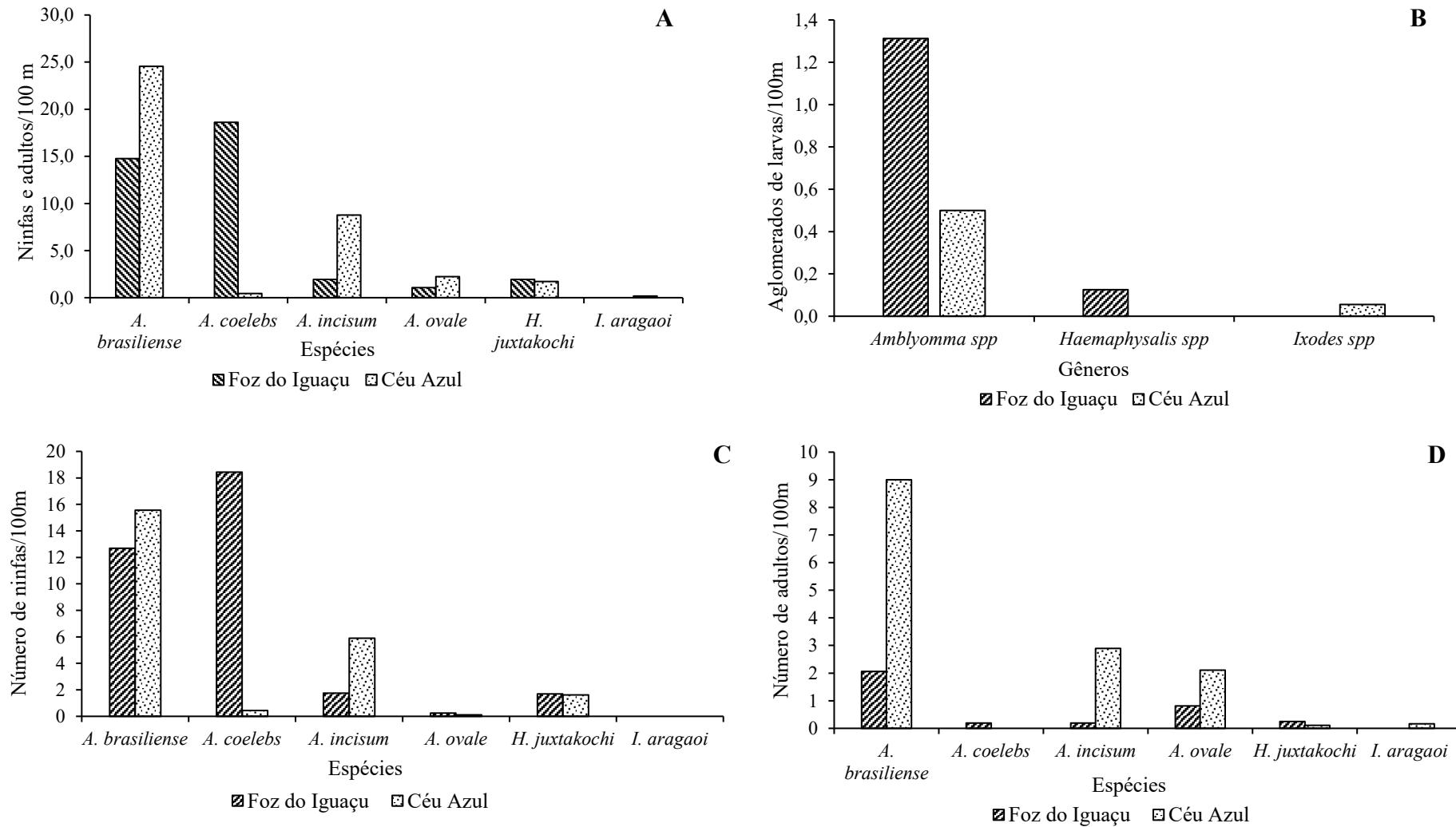


Figura 14. Número de carapatos coletados a cada 100 m de acordo com a espécie nos dois locais amostrados (PNI -Foz do Iguaçu e PNI - Céu Azul) durante o período de estudo (inverno de 2015 a outono de 2017) (N= 1296).

3.4 Comparação entre as técnicas de coleta por arraste de flanela e busca visual

Globalmente, o maior número de carapatos foi coletado através do arraste de flanela ($Z=2,100$; $P=0,035$) (Tabela 6). Quando comparado as duas técnicas de coleta verificamos que a eficiência do arraste de flanela foi maior do que a busca visual, tanto para larvas ($Z=3,325$; $P=0,013$) quanto ninfas ($Z=2,521$; $P=0,018$) (Figura 15- A e B). Por outro lado, adultos foram coletados mais eficientemente através da busca visual ($Z=2,521$; $P=0,012$) (Figura 15- C). Entre as espécies de ninfas mais abundantes, *A. brasiliense* foi coletada mais eficientemente através da técnica de arraste de flanela ($Z=2,521$; $P=0,018$) enquanto que para ninfas de *A. incisum* não houve diferença entre as técnicas ($Z=0,210$; $P=0,834$) (Tabela 7). Entre as espécies de carapatos adultos, *A. brasiliense* e *A. incisum* foram mais eficientemente coletados através da técnica de busca visual ($Z=2,521$; $P=0,018$ e $Z=2,381$; $P=0,017$, respectivamente), enquanto que *A. ovale* não apresentou diferença na abundância nas duas técnicas ($Z=1,604$; $P=0,108$) (Tabela 7).

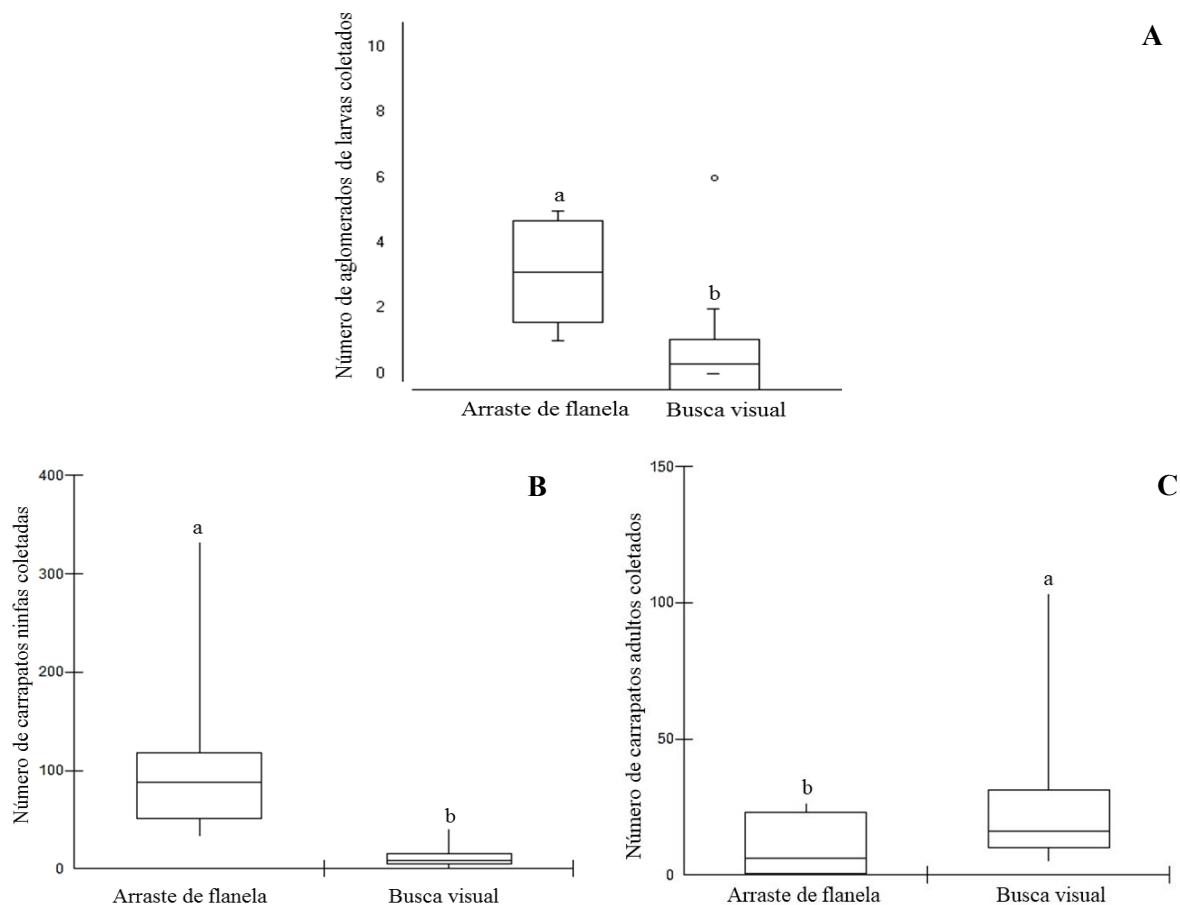


Figura 15. Comparação entre as técnicas de coleta de carapatos (arraste de flanela e busca visual) durante o período do inverno de 2015 (agosto) ao outono de 2017 (maio) no Parque Nacional do Iguaçu ($N=1329$). (A, B e C) Letras distintas indicam diferença significativa entre as categorias (teste de Wilcoxon, $p<0,05$); caixas indicam intervalo interquartil, linhas dentro das caixas representam a mediana e linhas verticais indicam os valores máximos e mínimos.

Tabela 6. Número de carapatos de acordo com as técnicas de coleta utilizadas entre o período do inverno de 2015 ao outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Estação do ano/ano	Arraste de flanela			Busca visual		
	Larvas	Ninfas	Adultos	Larvas	Ninfas	Adultos
Inverno/2015	1	331	23	0	24	27
Primavera/2015	2	72	26	0	10	44
Verão/2016	4	44	0	0	6	11
Outono/2016	4	54	6	2	5	11
Inverno/2016	4	115	6	0	31	12
Primavera/2016	1	105	23	0	42	123
Verão/2017	4	33	0	0	0	5
Outono/2017	5	127	1	6	3	22
Mediana (1º-3ºQ)	4 (1,8-4)	88,5 (51,5-118)	6 (0,8-23)	0 (0-0,5)	8 (4,5-25,8)	17 (11-31,3)
Média ± EP	3,1 ± 0,5	110,1 ± 21,5	10,6 ± 3,5	1 ± 0,5	15,1 ± 4,6	31,9 ± 9,1
Total (Min-Max)	25 (1-5)	881 (33-331)	85 (0-26)	8 (0-6)	121 (0-42)	255 (5-123)

Tabela 7. Número e espécies de carrapatos coletados de acordo com as técnicas de amostragem coletadas entre o período do inverno de 2015 ao outono de 2017 no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Estação do ano/ano	Arraste de flanela					Busca visual				
	Ninfas		Adultos			Ninfas		Adultos		
	<i>A. brasiliense</i>	<i>A. incisum</i>	<i>A. brasiliense</i>	<i>A. incisum</i>	<i>A. ovale</i>	<i>A. brasiliense</i>	<i>A. incisum</i>	<i>A. brasiliense</i>	<i>A. incisum</i>	<i>A. ovale</i>
Inverno/2015	230	25	9	1	11	10	14	17	7	2
Primavera/2015	31	32	15	1	10	1	9	34	0	8
Verão/2016	5	3	0	0	0	1	5	3	8	0
Outono/2016	26	3	4	1	0	4	1	7	4	0
Inverno/2016	65	8	6	0	0	13	16	7	4	0
Primavera/2016	57	9	7	1	13	21	21	89	24	7
Verão/2017	3	0	0	0	0	0	0	3	2	0
Outono/2017	19	0	1	0	0	3	0	7	15	0
Mediana (1º-3ºQ)	28,5 (15,5-59)	5,5(2,25-13)	5 (0,8-7,5)	0,5 (0-1)	0 (0-10,3)	3,5 (1-10,8)	7 (0,7-14,5)	7 (6-21,3)	5,5 (3,5-9,8)	0 (0-3,3)
Média ± EP	54,5 ± 16,6	10 ± 3,3	5,3 ± 1,4	0,5 ± 0,2	4,3 ± 1,9	6,6 ± 2,1	8,3 ± 2,4	20,9 ± 7,2	8 ± 2,1	2,1 ± 1,0
Total (Min-Max)	436 (3-230)	80 (0-32)	42 (0-15)	4 (0-1)	34 (0-13)	53 (0-21)	66 (0-21)	167 (3-89)	64 (0-24)	17 (0-8)

4. DISCUSSÃO

Neste estudo, um total de 1780 carapatos pertencentes a seis espécies, de três gêneros, foram coletados em trilhas utilizadas por animais no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Os carapatos coletados aqui são espécies Neotropicais com registros em áreas de Mata Atlântica (Lamattina et al., 2014; Sabatini et al., 2010; Szabó et al., 2009a). Todos os estágios de desenvolvimento dos carapatos foram coletados em todas as estações, no entanto houve notadamente um padrão sazonal. Globalmente, larvas foram coletadas majoritariamente entre o verão e outono, enquanto o que o número de ninfas foi maior no inverno do que na primavera e no verão. Adultos foram coletados mais no inverno e primavera do que no verão. Esse padrão temporal é similar ao verificado em outros estudos e indicam que carapatos do gênero *Amblyomma* que ocorrem no Brasil apresentam um ciclo de vida anual (Labruna et al., 2003; Labruna et al., 2009b; Szabó et al., 2009a). Porém no caso do Parque Nacional do Iguaçu a ocorrência sazonal dos carapatos desse gênero parece estar ligeiramente deslocada/antecipada, uma vez que larvas foram coletadas já no verão e o pico de adultos foi observado na primavera. Nossos resultados adicionam também informações ecológicas e comportamentais até então nunca descritas para algumas espécies de carapatos que ocorrem na Mata Atlântica brasileira.

Amblyomma brasiliense, a espécie de carapato mais abundante coletada aqui, possui distribuição no Brasil, Argentina e Paraguai (Lamattina et al., 2014; Nava et al., 2007; Szabó et al., 2009a), e sua presença está associada à locais quentes e úmidos (Nava et al., 2017). No Brasil, são encontradas em áreas preservadas da Mata Atlântica (Sabatini et al., 2010; Szabó et al., 2009a), contudo, podem ocorrer em menor quantidade em locais fragmentados (Ogrzewalska et al., 2009; Pinheiro et al., 2014). A massiva presença dessa espécie em áreas preservadas pode estar associada a presença de indivíduos da família Tayassuidae, principal hospedeiro primário de *A. brasiliense* (Szabó et al., 2009a), e abundantes no Parque Nacional do Iguaçu (Silva, 2014). Além disso, outros mamíferos de médio a grande porte, tais como cervídeos, antas, capivaras, tamanduás, e humanos, também podem albergar formas adultas dessa espécie (Martins et al., 2015; Nava et al., 2017; Szabó et al., 2006; 2009a). Formas imaturas de *A. brasiliense* são encontradas, além dos táxons acima mencionados, em canídeos, felídeos, procionídeos, didelfídeos, cuniculídeos, dasiprotídeos, e aves da família Cracidae (Nava et al., 2017).

Adicionalmente, este trabalho mostrou que *A. brasiliense* possui um ciclo de vida de um ano, corroborando com o verificado por Szabó et al. (2009a). Contudo, contrariamente ao observado por Szabó et al. (2009a), onde ninfas e adultos de *A. brasiliense* não apresentaram

um padrão claro de sazonalidade, neste trabalho as ninfas foram nitidamente mais abundantes no inverno do que na primavera e no verão. O número de adultos foi maior na primavera do que no verão e no outono, sugerindo uma distribuição sazonal para esta espécie.

A segunda espécie mais abundante, *A. coelebs*, é amplamente distribuída e estabelecida na região Neotropical e Neártica, respectivamente (Guglielmone et al., 2014). Esta espécie está associada a florestas tropicais e subtropicais (Guglielmone et al., 2014). Os registros em vida livre são em florestas primária de Mata Atlântica e Amazônica (Labruna et al., 2005; 2009a; Lamattina et al., 2014), em áreas de Chaco e mata nebular da Argentina (Beldomenico et al., 2003) e em áreas brasileiras menos preservadas, tais como, Mata Atlântica fragmentada (Ogrzewalska et al., 2009) e manchas florestais alagadiças próximas a empreendimentos hidroelétricos (Szabó et al., 2007). Apesar do considerável número de registros, a maioria das informações provém de observações pontuais, e a saber, esse é o primeiro trabalho a relatar aspectos ecológicos e comportamentais de forma abrangente sobre *A. coelebs* em vida livre.

Este trabalho mostrou ausência de padrão sazonal para abundância das ninfas de *A. coelebs*; no entanto, embora poucas observações tenham sido feitas, há uma tendência de adultos serem observados na primavera. Estudos adicionais devem ser realizados, dado que o padrão temporal de distribuição dos adultos só foi observado no segundo ano de estudo. Apesar da baixa especificidade parasitária (Nava et al., 2013), sob condições naturais, os principais hospedeiros dos carrapatos adultos são as antas (*Tapirus spp.*) (Labruna & Guglielmone, 2009), enquanto que estágios imaturos parasitam ampla variedade de mamíferos e aves (Nava et al., 2017).

Amblyomma incisum foi a terceira espécie de carrapato mais abundante encontrada nesse estudo. Esta espécie ocorre em áreas florestadas de vários países Neotropicais (Guglielmone et al., 2014), e especificamente no Brasil, tem sido registrada em áreas preservadas na Mata Atlântica e na Amazônia (Labruna et al., 2005; Sabatini et al., 2010; Szabó et al., 2009a), local que propicia alta umidade, exigida por esta espécie (Szabó et al., 2009b). Antas são os hospedeiros primários de *A. incisum*, enquanto que cervídeos e carnívoros são hospedeiros de ninfas (Nava et al., 2017). Adicionalmente, essa espécie tem sido encontrada parasitando humanos (Guglielmone et al., 2006; Szabó et al., 2006).

De acordo com o observado nesse trabalho, não houve um padrão claro para distribuição temporal dos adultos de *A. incisum*. Contudo, ninfas ocorreram em maior abundância no inverno e primavera dos dois anos amostrados. Em um estudo realizado no Parque Estadual de Intervales, Szabó et al. (2009a) verificaram que esta espécie é capaz de completar uma geração em 12 meses, com larvas sendo mais abundante no outono e inverno, ninfas na primavera e

adultos no verão. Essa última informação se assemelha com o verificado experimentalmente, onde sob condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo, *A. incisum* possui um ciclo de vida mínimo de 262 dias, o que sugere um longo ciclo de vida para esta espécie (Szabó et al., 2009b).

O gênero *Haemaphysalis* é o segundo maior no que se refere ao número de espécies da família Ixodidae, é caracterizado por possuir um ciclo de três hospedeiros. A maior riqueza de espécies é encontrada na região oriental, enquanto que na região neotropical são descritas apenas duas espécies (Nava et al., 2017). *Haemaphysalis juxtakochi* é uma espécie distribuída na região Neotropical e Neártica (Nava et al., 2017). Os registros em vida livre dessa espécie são na Mata Atlântica brasileira (Szabó et al., 2009a), áreas de Chaco e de mata nebular na Argentina (Beldomenico et al., 2003) e em floresta ripária e tropical secundaria no Panamá (Castro et al., 2015; Garcia et al., 2014). A espécie *H. juxtakochi* parasita uma ampla gama de hospedeiros, sendo que adultos são tipicamente encontrados em cervídeos (Guglielmone et al., 2014), abundantes no Parque Nacional do Iguaçu (Silva, 2014). Ademais, podem parasitar outros táxons de mamíferos, tanto selvagens quanto domésticos (Cervidae, Camelramirezidae, Suidae, Tayasuidae, Felidae, Tapiridae, Bovidae, Procyonidae e Tapiridae, Cebidae, Leporidae, Dasypodidae,) e de passeriformes (da família Thraupidae) (Nava et al., 2017). Aves e pequenos mamíferos são importantes hospedeiros para formas imaturas dessa espécie.

A atividade sazonal de *H. juxtakochi* na região Neotropical é pobemente conhecida. A saber esse é o trabalho de maior amplitude temporal sobre a atividade sazonal dessa espécie. Aqui, ninfas ocorreram em maior abundância no inverno e houve uma tendência de os adultos serem encontrados na primavera, o que difere, por exemplo, do registrado por Garcia et al. (2014) em uma área de floresta tropical no Panamá, no qual, adultos ocorreram o ano todo, e a sazonalidade das larvas foi de setembro a março e das ninfas de janeiro a abril (Garcia et al., 2014). Além disso, estes autores apontam uma plasticidade desta espécie, abundante em áreas de bosque, mas também presentes em considerável número em pastagens, o que explicaria o usual parasitismo em animais domésticos.

Amblyomma ovale, a quinta espécie mais abundante coletada nesse trabalho, é amplamente distribuída na em vários países da América Latina (Nava et al., 2017). No Brasil, em fase de vida livre, já foram registrados em áreas preservadas e degradadas de Mata Atlântica (Arzua et al., 2005; Barbieri et al., 2015; Sabatini et al., 2010; Szabó et al., 2009a; 2013b), no Cerrado (Barbieri et al., 2015), Amazônia (Labruna et al., 2005) e no Pantanal (Ramos et al., 2014). Contudo, o parasitismo já foi registrado em diversas espécies de animais de Norte e Sul do Brasil (Cançado et al., 2017; Krawczak, 2016; Soares et al., 2014; Szabó et al., 2013b).

Apesar de *A. ovale* ser uma espécie com baixa especificidade pelo hospedeiro (Nava et al., 2013), em ambiente pristino adultos do carapato parasitam carnívoros enquanto que estágios imaturos são comumente encontrados em pequenos roedores e em aves (Labruna et al., 2005; Martins et al., 2015; Szabó et al., 2013b). Além disso, é muito comum o parasitismo em humanos e cães domésticos que adentram áreas florestadas (Guglielmone et al., 2003; Szabó et al., 2006; Szabó et al., 2013b), sendo os últimos um dos mais importantes hospedeiros dessa espécie em áreas antropizadas (Martins et al., 2012).

Em laboratório o ciclo de vida de *A. ovale* pode ser completado em aproximadamente 190 dias (Martins et al., 2012), contudo, aspectos ecológicos dessa espécie em vida livre são pobemente estudados. Este trabalho indica que *A. ovale* possui um ciclo de vida de um ano com adultos ocorrendo principalmente na primavera e ninfas entre o outono e inverno. Em um trabalho realizado em trilhas utilizadas por animais no Parque Estadual de Intervales, Szabó et al. (2009a) verificaram que a abundância maior dessa espécie foi registrada na primavera e no verão (Szabó et al., 2009a). Adicionalmente, no estado de São Paulo, *A. ovale* parece estar associado a áreas de baixa altitude, que fornecem microclima adequado para o desenvolvimento no ambiente (Barbieri et al., 2015).

O gênero *Ixodes*, além de ser amplamente distribuído, é o maior e provavelmente o mais antigo táxon da família Ixodidae (Nava et al., 2017). *Ixodes aragaoi*, o único representante desse gênero coletado no presente estudo, foi a espécie mais rara registrada durante o período de amostragem. A abundância baixa dessa espécie em vida livre está de acordo com outros estudos realizados em área de Mata Atlântica em São Paulo (Ramirez., 2017; Sabatini et al., 2010). A partir da observação de que adultos de *Ixodes aragaoi* ocorreram no inverno de 2015 e no outono de 2016 pode-se especular que esta espécie possui um ciclo de vida anual, e contrariamente às demais registradas aqui, adultos ocorrem nos meses mais frios. Ramirez (2017) em um trabalho realizado na Reserva Florestal do Moro Grande -SP também coletou exclusivamente adultos dessa espécie, sendo a maioria na estação seca (inverno). *Ixodes aragaoi* tem ocorrência no Brasil e no Uruguai (Onofrio et al., 2014) e especificamente no Brasil parece estar associado com áreas florestais de Mata Atlântica de altitude (Ramirez, 2017; Sabatini et al., 2010). Larvas e ninfas de *I. aragaoi* não são formalmente descritas, mas há registros de parasitismo desses estágios em marsupiais, pequenos roedores e passeriformes (Pinter, 2007; Ramirez, 2017; Venzal et al., 2005). Por outro lado, cervídeos, sobretudo do gênero *Mazama*, são os principais hospedeiros de estágios adultos dessa espécie (Guglielmone et al., 2014). Adicionalmente, mamíferos domésticos também são bons hospedeiros para adultos de *I. aragaoi* (Arzua et al., 2005). Há de se ressaltar que esta espécie faz parte do

complexo *Ixodes ricinus* de carapatos, espécies que albergam e transmitem bactérias do grupo da *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Esta bactéria é o agente causal da doença de Lyme, a principal doença veiculada por vetores do hemisfério norte (Barbieri et al., 2013).

A altura de espreita é pouco estudada em carapatos na região Neotropical. Apesar disso, constitui-se como um comportamento importante que carapatos de emboscada possuem para maximizar o encontro do hospedeiro ao se posicionarem na vegetação em locais e altura que favoreçam o contato. Especificamente, carapatos ixodídeos tem a busca por hospedeiro promovida pela sensibilidade à estímulos químicos, vibrações e a temperatura do hospedeiro propiciada pelo órgão de Haller (Sonenshine, 2002). Os registros de comportamento de espreita na vegetação registrados nesse trabalho ocorreram majoritariamente para *Amblyomma brasiliense* e *A. incisum*, e em menor número para *A. ovale*, *Haemaphysalis juxtakochi*, *A. coelebs* e *Ixodes aragaoi*. Destacamos que esse comportamento já foi observado em carapatos *A. brasiliense*, *A. incisum*, *A. ovale* e *H. juxtakochi* em área de mata Atlântica preservada (Szabó et al., 2009), contudo, foram neste trabalho registradas pela primeira vez para as espécies *A. coelebs* e *I. aragaoi*. Importante mencionar que embora *A. coelebs* tenha sido a segunda espécie mais abundante, apenas dois indivíduos foram coletados através da busca visual, o que sugere que está espécie pode possuir outra estratégia de busca pelo hospedeiro, como por exemplo a de ataque. Cabe ressaltar que o comportamento de espreita na vegetação parece ser comum para outras espécies do gênero *Amblyomma* (Labruna et al., 2002; Pinheiro et al., 2014; Ramos et al., 2014; 2017) e *Ixodes* (Sonenshine & Roe, 2013).

De forma geral, o comportamento de espreita na vegetação está relacionado a dois aspectos não excludentes: (i) correspondência com a altura do hospedeiro e (ii) altura ideal para minimizar a dessecção (Sonenshine & Roe, 2013). Enquanto que o primeiro aspecto é corroborado por descrições de certa especificidade parasitária, e consequentemente correspondência entre altura de espreita do carapato e do hospedeiro, a segunda é pautada na premissa que estágios imaturos sofreriam mais com a dessecção e por isso ficariam mais próximos ao solo, em local mais úmido.

A altura de espreita da maioria dos carapatos durante o período de estudo foi entre 30 e 49 cm, o que corresponde com hospedeiros de médio e grande porte, abundantes na área de estudo, e conhecidos por albergarem as espécies de carapatos registradas nesse trabalho (Labruna et al., 2005; Labruna & Guglielmone, 2009; Martins et al., 2015; Nava et al., 2017; Szabó et al., 2009a; 2013b).

Em relação ao estágio de desenvolvimento, adultos foram observados em posições mais elevadas na vegetação do que as ninfas, corroborando com a hipótese de que o menor déficit

hídrico sentido por este estágio poderia ser um importante condicionante para maior altura em relação ao solo. Por outro lado, o mesmo raciocínio parece não ser válido para as larvas, já que estiveram estatisticamente na mesma altura do que ninhas e adultos. Deve-se ressaltar, porém que larvas permanecem em grandes agregados, muitas vezes com centenas de carrapatos, e que podem assim diminuir a dessecação.

Considerando a elevada umidade da Mata Atlântica (ver figura 1 – Introdução geral) e a ausência de um período seco na região desse estudo, a umidade parece não ser um fator limitante para altura de espreita dos carrapatos no PNI. Na verdade, os resultados desse trabalho parecem corroborar com uma altura de espreita mais determinada pela altura do hospedeiro. Essa conjectura recebe respaldo quando se considera que as variações do comportamento de espreita na vegetação ocorreram de acordo com a espécie observada. Por exemplo, tanto ninhas quanto adultos da espécie do carrapato *Amblyomma incisum* permaneceram em posições mais elevadas na vegetação do que as ninhas e adultos do carrapato *A. brasiliense*. É bem documentado que *A. incisum* tem como hospedeiro primário as antas, enquanto que *A. brasiliense* parasita queixadas. Adicionalmente, adultos de *A. ovale*, conhecidos por parasitarem carnívoros, estavam mais baixos na vegetação do que *A. brasiliense* e *A. incisum*. Esses resultados juntos revelam que embora os indivíduos ocupam locais similares dentro de um mesmo bioma existem características intrínsecas às espécies responsáveis por diferenças na ocupação do habitat. Adicionalmente, nossos dados apontaram que a altura de espreita de ninhas e adultos de *A. brasiliense* foi de 20-29 cm e de 30-59 cm, respectivamente; enquanto que para *A. incisum* foi de 20-49 cm e 30-79 cm, respectivamente. Essa amplitude de altura de espreita é semelhante a observada por Szabó et al. (2009a) em uma área preservada de Mata Atlântica, confirmando o padrão para essas espécies nesse bioma.

Descritivamente, houve um padrão sazonal da altura de espreita, com larvas ocorrendo entre o verão e outono e ninhas e adultos na primavera, o que em última instância pode ser reflexo da maior abundância desses estágios no ambiente nesses períodos do ano. No entanto, não houve um padrão claro sazonal de altura de espreita como verificado por Szabó et al. (2009a), quem especulou que a menor altura de espreita de ninhas do gênero *Amblyomma* e de adultos de *A. brasiliense* no inverno poderia estar associada ao maior déficit hídrico nessa estação no Sul do Estado de São Paulo. O resultado encontrado aqui, somado ao fato de que o Parque Nacional do Iguaçu apresenta elevados índices pluviométricos e de umidade, pode indicar que os padrões comportamentais são consequência, principalmente, de características intrínsecas às espécies, já que a umidade parece não ser um fator limitante na área de estudo. Adicionalmente, outras características, tais como a elevada amplitude térmica, poderiam

influenciar o comportamento dos carapatos (e.g., espreita, diapausa). Essa suspeita é fortemente suportada pelo fato de que temperaturas baixas podem diminuir a mobilidade dos carapatos (Suzin et al., 2017).

As duas porções do Parque Nacional do Iguaçu não são iguais no que diz respeitos às espécies de carapatos presentes. O PNI apresenta uma variação considerável de habitats, dada em grande parte pela amplitude altitudinal. Diferenças na composição de espécies relacionada a altitude já foram verificadas para o estado de São Paulo, onde *A. ovale* ocorre em menores altitudes e *A. aureolatum* em maiores (Barbieri et al., 2015). Curiosamente, não verificamos diferenças marcantes para *A. ovale* entre as duas porções do PNI, o que pode ser um reflexo da pequena variação altitudinal em relação ao estudo realizado em São Paulo por Barbieri et al. (2015).

Descritivamente, a principal diferença entre as duas subáreas foi a marcada presença de *A. coelebs*, notadamente de ninfas, na área do município de Foz do Iguaçu, enquanto que *I. aragaoi* ocorreu exclusivamente em Céu Azul. Especulamos três hipóteses para as diferenças relacionadas à composição de espécies entre os locais: (i) A maior riqueza de espécies na porção Céu Azul pode estar associada ao fato de ser uma área de ecótono, entre a Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. Áreas de ecótonos, por serem uma zona de tensão entre as comunidades biológicas distintas, comumente apresentam elevada diversidade biológica, suportando a primeira hipótese. (ii) A segunda hipótese se refere a diferenças no histórico de ocupação do Parque Nacional do Iguaçu, e consequentemente do status de regeneração florestal. Segundo imagens de satélite, a porção do PNI de maior altitude, isto é, Céu Azul, apresenta florestas mais antigas, e, portanto, estruturalmente mais complexas. (iii) A terceira hipótese poderia estar relacionada ao menor déficit hídrico sentido pelos carapatos em Céu Azul, dado pela maior altitude, menor temperatura e maior pluviosidade (Simepar, 2017). Esse fato pode favorecer espécies mais dependentes de umidade, como é o caso de *Amblyomma incisum* e de *Ixodes aragaoi* e desfavorecer aquelas que não suportam tanta umidade, como por exemplo, *A. coelebs*. Independentemente das suposições levantadas aqui, aspectos ecológicos e condições do habitat em uma microescala podem aumentar ou diminuir a taxa de sobrevivência dos carapatos, bem como a presença ou ausência de hospedeiros, influenciando diretamente na composição da comunidade desses ectoparasitos (Fujimoto, 1989; Guglielmone, 1992; Schulze & Jordan, 2005). Estudo adicionais relacionados a distribuição populacional em microescala poderiam ajudar a esclarecer e detalhar os motivos da marcada diferença entre os locais para essas duas espécies.

Globalmente o arraste de flanela foi mais eficiente do que a busca visual para coletar carapatos. Entretanto, essa eficiência variou conforme o estágio de desenvolvimento dos carapatos e até a espécie. O arraste de flanela se mostrou mais eficiente do que a busca visual para coleta de larvas e ninfas, contrariamente, os adultos foram capturados mais eficientemente através da busca visual. Este resultado não é surpresa, visto que ninfas, devido ao tamanho pequeno em relação aos adultos, são mais difíceis de detectar visualmente e ficam mais presas ao tecido felpudo. Adicionalmente, ninfas comumente ficam em locais mais próximos ao solo, o que torna sua detecção por humanos ergonomicamente desfavorável e mais favorável ao arraste. Deve-se ressaltar que as duas metodologias se complementam e têm se mostrado bastante eficientes para coleta de estágios imaturos e de adultos em estudos realizados na floresta Amazônica, na Mata Atlântica e no Pantanal (Ramos et al., 2014; Szabó et al., 2009a; Terassini et al., 2010).

Particularmente, ninfas de *A. brasiliense* foram coletadas mais efetivamente através do arraste de flanela, enquanto que para *A. incisum* não houve diferença entre as metodologias. Esse resultado pode ser reflexo da menor altura de espreita que ninfas *A. brasiliense* possuem em relação a *A. incisum*. Ao mesmo tempo ninfas de *A. incisum* por estarem em alturas maiores (veja tópico 3.2) poderiam também ser efetivamente detectadas visualmente antes do arraste, contribuindo com a eficiência igualitária das duas técnicas. Curiosamente, não houve diferença entre as duas técnicas de coleta para adultos de *A. ovale*, o que provavelmente está relacionado a menor altura de espreita dentre as espécies de adultos analisadas. Esses resultados reforçam a percepção de que não só estágio de desenvolvimento do carapato é importante para maior detectabilidade, mas também o local que ele ocorre na vegetação, isto é, quanto mais próximo ao solo, menos detectáveis são. Finalmente, as duas metodologias são complementares e apesar da menor eficiência global, a busca visual providencia informações importantes sobre aspectos comportamentais dos carapatos sob a vegetação (Mejlon & Jaenson, 1997; Szabó et al., 2009a; Ramos et al., 2014; Tsunoda et al., 2004).

Este estudo mostrou a presença de várias espécies de carapatos em uma área preservada de Mata Atlântica e adicionou alguns aspectos ecológicos e comportamentais para as espécies amostradas. Foram observadas marcantes diferenças comportamentais entre as espécies e estágios de desenvolvimento, sejam elas temporais ou espaciais, com algumas espécies ocorrendo o ano todo e outras em picos sazonais de abundância. Devido a singularidade de área de estudo, o maior remanescente de Mata Atlântica de interior e seus elevados índices pluviométricos, trabalhos adicionais, poderiam expandir conhecimentos sobre outras espécies de carapatos cujas metodologias aqui usadas não permitiram explorar. Uma compreensão

detalhada espaço-temporal dos carapatos associada a estudos epidemiológicos seriam importantes para entender a dinâmica populacional e predizer o risco de transmissão de doenças. Adicionalmente, estudos futuros devem investigar aspectos relacionados a ausência, até o momento, da bactéria *Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica nos carapatos *Amblyomma ovale* coletados no PNI (Barbieri et al., 2017) bem como dos limites de distribuição geográfica de *A. sculptum*, não coletado na área de estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²

- Angerami, R.N., Câmara, M., Pacola, M.R., Rezende, R.C.M., Duarte, R.M.R., Nascimento, E.M.M., Colombo, S., Santos, F.C.P., Leite, R.M., Katz, G., Silva, L.J., 2012. Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. Ticks and Tick-Borne Diseases, 3, 345-347. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.10.010>.
- Arzua, M., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2005. Catalogue of the tick collection (Acari: Ixodidae) of the Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 22, 623-632. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300015>.
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. BioEstat 5.3, aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/ MCT-CNPq/ Conservation International.
- Barbieri, A.M., Venzal, J.M., Marcili, A., Almeida, A.P., González, E.M., Labruna, M.B., 2013. *Borrelia burgdorferi* sensu lato infecting ticks of the *Ixodes ricinus* complex in Uruguay: first report for the Southern hemisphere. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 13, 147-53. <https://doi.org/10.1089/vbz.2012.1102>.
- Barbieri, A.R.M., Suzin, A., Vogliotti, A., Serpa, M.C.A., Jorge, J.O., Silva, M.X., Tolesano-Pascoli, G.V., Ramos, V.N., Labruna, M.B., Szabó, M.P.J., 2017. *Rickettsia* diversity in ticks from the Atlantic rainforest of Parque Nacional do Iguaçu, South of Brazil. In: González et al., VI Congreso Latinoamericano de Enfermedades Rickettsiales & I Encuentro de Ecología y Control de Ectoparásitos. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 30, p.328.

² Referências bibliográficas padronizadas de acordo com normas da revista “International Journal for Parasitology”.

- Barbieri, J.M., Rocha, C.M.B.M., Bruhn, F.R.P., Cardoso, D.L., Pinter, A., Labruna, M.B., 2015. Altitudinal assessment of *Amblyomma aureolatum* and *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae), vectors of spotted fever group rickettsiosis in the state of São Paulo, Brazil. *Journal of Medical Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv073>.
- Barbour, A.G., Fish, D., 1993. The biological and social phenomenon of Lyme disease. *Science*, 260, 1610-1616. <https://doi.org/10.1126/science.8503006>.
- Beldomenico, P.M., Baldi, C.J., Antoniazzi, L.R., Orduna, G.M., Mastropaoletti, M., Macedo, A.C., Ruiz, M.F., Orcellet, V.M., Peralta, J.L., Venzal, J.M., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2003. Ixodid ticks (Acari: Ixodidae) present at Parque Nacional El Rey, Argentina. *Neotropical Entomology*, 32, 273-277. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200012>.
- Belozerov, V.N., 1982. Diapause and biological rhythms in ticks. In: Obenchain, F.D., Galun, R. (Eds.), *Physiology of ticks*. Pergamon Press, Oxford, pp. 469-496. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-024937-7.50018-4>.
- Cançado, P.H.D., Faccini, J.L.H., Mourão, G.M., Piranda, E.M., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2017. Current status of ticks and tick-host relationship in domestic and wild animals from Pantanal wetlands in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017110, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017110>.
- Castro, A.M., García, G.G., Dzul-Rosado, K., Aguilar A., Castillo, J., Gabster, A., Trejos, D., Zavala-Castro, J., Bermúdez, S.E., 2015. Questing *Amblyomma mixtum* and *Haemaphysalis juxtakochi* (Acari: Ixodidae) infected with Candidatus “*Rickettsia amblyommii*” from the natural environment in Panama Canal Basin, Panama. *Tropical Medicine and Health*, 43, 217-222. <https://doi.org/10.2149/tmh.2015-07>.
- Dantas-Torres, F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2009. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil. *Systematic & Applied Acarology*, 14, 30-46. <https://doi.org/10.11158/saa.14.1.4>.
- Fujimoto, K., 1989. Ecological studies on Ixodid ticks: 6. The effects of temperature on the oviposition, development and survival of *Ixodes ovatus* Neumann (Acarina: Ixodidae). *Medical Entomology and Zoology*, 40, 187-193. <https://doi.org/10.7601/mez.40.187>.
- García, G., Castro, A., Bermúdez, S., Nava, S., 2014. Some ecological aspects of free-living *Haemaphysalis juxtakochi* Cooley, 1946 (Acari: Ixodidae) in Panama. *Revista Mvz Córdoba* 19, 3984-3989. <https://doi.org/10.21897/rmvz.118>.
- Guglielmone, A.A., Beati, L., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., Nava, S., Venzal, J.M., Mangold, A.J., Szabó, M.P.J., Martins, J.R., González-Acuña, D., Estrada-Peña, A., 2006.

- Ticks (Ixodidae) on humans in South America. Experimental and Applied Acarology, 40, 83-100. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9027-0>.
- Guglielmone, A.A., Estrada-Peña, A., Keirans, J.E., Robbins, R.G., 2003. Ticks (Acari: Ixodida) of the Neotropical zoogeographic region. Special Publication of the International Consortium on Ticks and Tick-Borne Diseases-2, Atalanta.
- Guglielmone, A.A., Robbins, R.G., Apanaskevich, D.A., Petney, T.N., Estrada-Peña, A., Horak, I.G., 2014. The hard ticks of the world: (Acari: Ixodida: Ixodidae). Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7497-1>.
- Guglielmone, A.A., 1992. The effect of temperature and humidity on development and longevity of *Amblyomma triguttatum triguttatum* (Acarina: Ixodidae). Bulletin of Entomological Research, 82, 203-208. <https://doi.org/10.1017/S0007485300051737>.
- Krawczak, F.S., 2016. Pesquisa de infecção por riquetsias do grupo da febre maculosa em cães, pequenos mamíferos e carapatos em área endêmica e não endêmicas nos biomas Pampa e Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- Krawczak, F.S., Nieri-Bastos, F.A., Nunes, F.P., Soares, J.F., Moraes-Filho, J., Labruna, M.B., 2014. Rickettsial infection in *Amblyomma cajennense* ticks and capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a Brazilian spotted fever-endemic area. Parasites & Vectors, 7, 1-7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-7>.
- Labruna, M.B., Camargo, L.M.A., Terrasini, F.A., Ferreira, F., Schumaker, T.T.S., Camargo, E.P., 2005. Ticks (Acari: Ixodidae) from the state of Rondônia, Western Amazon, Brazil. Systematic and Applied Acarology, 10, 17:32.
- Labruna, M.B., Guglielmone, A.A., 2009a. Ticks of new world tapirs. Tapir Conservation, 18, 21-8.
- Labruna, M.B., Terassini, F.A., Camargo, L.M.A., 2009b. Notes on population dynamics of *Amblyomma* ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. Journal of Parasitology, 95, 1016-1018. <https://doi.org/10.1645/GE-1878.1>.
- Labruna, M.B., Amaku, M., Metzner, J.A., Pinter, A., Ferreira, F., 2003. Larval behavioral diapause regulates life cycle of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) in Southeast Brazil. Journal of Medical Entomology, 40, 170-178. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.2.170>.
- Lamattina, D., Tarragona, E.L., Costa, S.A., Guglielmone, A., Nava, S., 2014. Ticks (Acari: Ixodidae) of Northern Misiones Province, Argentina. Systematic & Applied Acarology, 19, 393-398. <https://doi.org/10.11158/saa.19.4.2>.

- Lane, R.S., Mun, J., Stubbs, H.A., 2014. Horizontal and vertical movements of host-seeking *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) nymphs in a hardwood forest. *Journal of Vector Ecology*, 34, 252-266. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2009.00034.x>.
- Levi, T., Kilpatrick, A.M., Mangel, M., Wilmers, C.C., 2012. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. *PNAS*, 109, 10942-10947. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109>.
- Martins, T.F., Moura, M.M., Labruna, M.B., 2012. Life-cycle and host preference of *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 56, 151-158. <https://doi.org/10.1007/s10493-011-9506-9>.
- Martins, T.F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions, and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1, 75-99. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.03.002>.
- Martins, T.F., Teixeira, R.H.F., Labruna, M.B., 2015. Ocorrência de carapatos em animais silvestres recebidos e atendidos pelo Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 52, 319-324. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i4p319-324>.
- Mejlon, H.A., Jaenson, T.G.T., 1997. Questing behaviour of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 21, 747-754. <https://doi.org/10.1023/A:1018421105231>.
- Mendonça, F., Danni-Oliveira, I.M., 2007. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de Textos, Brasil.
- Nava, S., Guglielmone, A.A., 2013. A meta-analysis of host specificity in Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 103, 216-224. <https://doi.org/10.1017/S0007485312000557>.
- Nava, S., Lareschi, M., Rebollo, C., Benítez Usher, C., Beati, L., Robbins, R.G., Durden, L.A., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2007. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Paraguay. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 101, 255-270. <https://doi.org/10.1179/136485907X176319>.
- Nava, S., Venzal, J.M., González-Acuña, D., Martins, T.F., Guglielmone, A.A., 2017. Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, distributions, and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance. Academic Press, United Kingdom.
- Nava, S., Beati, L., Labruna, M.B., Cáceres, A.G., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2014. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n.

- sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum* Koch, 1844, and *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888 (Ixodida: Ixodidae). Ticks and Tick-borne Diseases, 5, 252-256. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.11.004>.
- Needham, G.R., Teel, P.D., 1991. Off-host physiological ecology of Ixodid ticks. Annual Review Entomology, 36, 659-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.003303>.
- Ogrzewalska, M., Pacheco, R.C., Uezu, A., Richtzenhein, L.J., Ferreira, F., Labruna, M.B., 2009. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic rain forest region of Brazil. Journal of Medical Entomology, 46, 1225-1229. <https://doi.org/10.1603/033.046.0534>.
- Onofrio, V.C., Venzal, J.M., Pinter, A., Szabó, M.J.P., 2006. Família Ixodidae: características gerais, comentários e chave para gêneros. In: Barros-Battesti, D.M., Arzua, M., Bechara, G.H. (Eds.), Carapatos de importância médica veterinária da região Neotropical: Um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo, pp. 29-35.
- Onofrio, V.C., Ramirez, D.G., Giovanni, D.N., Marcili, A., Mangold, A.J., Venzal, J.M., Mendonça, R.Z., Labruna, M.B., Barros-Battesti, D.M., 2014. Validation of the taxon *Ixodes aragaoi* Fonseca (Acari: Ixodidae) based on morphological and molecular data. Zootaxa, 3860, 361-370. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3860.4.4>.
- Ostfeld, R.S., Canham, C.D., Oggeneffuss, K., Winchcombe, R.J., Keesing, F., 2006. Climate, deer, rodents and acorns as determinants of variation in Lyme-disease risk. Plos Biology, 4, 1058-1068. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040145>.
- Pinheiro, M.C., Lourenço, E.C., Patrício, P.M.P., Sá-Hungaro, I.J.B., Famadas, K.M., 2014. Free-living Ixodid ticks in an urban Atlantic Forest fragment, state of Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Veterinary Parasitology, 23, 264-268. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014020>.
- Pinter, A., 2007. Aspectos ecológicos da febre maculosa brasileira em um foco endêmico no Estado de São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- Ramirez, D.G., 2017. Pesquisa de agentes infecciosos associados aos carapatos de pequenos mamíferos, em área de Mata Atlântica no município de Cotia, São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U., Szabó, M.P.J., 2014. Complementary data on four methods for sampling free-living ticks in the Brazilian Pantanal. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 23, 516-521. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014091>.
- Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U., Szabó, M.P.J., 2017. Ambush behavior of the tick *Amblyomma sculptum* (*Amblyomma cajennense* complex) (Acari: Ixodidae) in the Brazilian

- Pantanal. Ticks and Tick-borne Diseases, 8, 506-510.
<https://doi.org/10.1016/j.tbd.2017.02.011>.
- Sabatini, G.S., Pinter, A., Nieri-Bastos, F.A., Marcili, A., Labruna, M.B., 2010. Survey of ticks (Acari: Ixodidae) and their *Rickettsia* in an Atlantic Rain Forest reserve in the State of São Paulo, Brazil. Journal of Medical Entomology, 47, 913-916.
<https://doi.org/10.1093/jmedent/47.5.913>.
- Schulze, T.L., Jordan, R.A., 2005. Influence of meso-and microscale habitat structure on focal distribution of sympatric *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 42, 285-94. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.285>.
- Silva, M.X., 2014. Effectiveness of protected areas for biodiversity conservation: mammal occupancy patterns in the Iguaçu National Park. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- Simepar, 2017. Sistema Meteorológico do Paraná. Dados disponíveis em julho de 2017.
- Sonenshine, D.E., Roe, R.M., 1993. Biology of Ticks. Oxford University Press, New York.
- Sponchiado, J., Melo, G.L., Martins, T.F., Krawczak, F.S., Labruna, M.B., Cáceres, N.C., 2015. Association patterns of ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae, Argasidae) of small mammals in Cerrado fragments, western Brazil. Experimental and Applied Acarology.
<https://doi.org/10.1007/s10493-014-9877-9>.
- Suzin, A., Vogliotti, A., Nunes, P.H., Szabó, M.P.J., 2017. Comportamento de espera de carapatos aumentam em dias mais quentes dentro de uma reserva de Mata Atlântica no Sul do Brasil. In: Soares, C.E., Toreza-Silingardi, M.H. (Eds.), Temas atuais em ecologia comportamental e interações. Composer, Uberlândia, pp. 165-177.
- Szabó, M.P.J., Castro, M.B., Ramos, H.C.G., Garcia, M.V., Castagnolli, K.C., Pinter, A., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Duarte, J.M.B., Labruna, M.B., 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. Veterinary Parasitology, 143, 147-154.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.009>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Castagnolli, K.C., Garcia, M.V., Pinter, A., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Castro, M.B., Vogliotti, A., 2006. Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing humans in an Atlantic rainforest reserve of Southeastern Brazil with notes on host suitability. Experimental and Applied Acarology, 39, 339-346. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9013-6>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Garcia, M.V., Pinter, A., Castagnolli, K.C., Pacheco, R.C., Castro, M.B., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Vogliotti, A., Duarte, J.M.B., 2009a.

- Ecological aspects of free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails in an Atlantic rainforest of Southeastern Brazil. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 103, 57-72. <https://doi.org/10.1179/136485909X384956>.
- Szabó, M.P., Pereira, L.F., Castro, M.B., Garcia, M.V., Sanches, G.S., Labruna, M.B., 2009b. Biology and life cycle of *Amblyomma incisum* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 48, 263-271. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9234-y>.
- Szabó, M.P.J., Pinter, A., Labruna, M.B., 2013a. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers Cellular and Infection Microbiology*, 3, 30-38. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00027>.
- Szabó, M.P.J., Nieri-Bastos, F.A., Spolidoro, M.G., Martins, T.F., Barbieri, A.M., Labruna, M.B., 2013b. 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, 719-728. <https://doi.org/10.1017/S0031182012002065>.
- Terassini, F.A., Barbieri, F.S., Albuquerque, S., Szabó, M.P.J., Camargo, L.M.A., Labruna, M.B., 2010. Comparison of two methods for collecting free-living ticks in the Amazonian forest. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1, 194-196. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.08.002>.
- Tsunoda, T., Tatsuzawa, S., 2004. Questing height of nymphs of the bush tick, *Haemaphysalis longicornis*, and its closely related species, *H. mageshimaensis*: correlation with body size of the host. *Parasitology*, 128, 503-509. <https://doi.org/10.1017/S0031182004004913>.
- Venzal, J.M., Felix, M.L., Olmos, A., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2005. A collection of ticks (Ixodidae) from wild birds in Uruguay. *Experimental and Applied Acarology*, 36, 325-331. <https://doi.org/10.1007/s10493-005-8433-z>.

CAPÍTULO 2

CARRAPATOS (ACARI: IXODIDAE) EM FASE DE PARASITISMO EM AVES E PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU



1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, uma das mais complexas florestas tropicais do mundo, caracteriza-se por elevada heterogeneidade ambiental, relacionada principalmente com a vasta amplitude longitudinal e altitudinal. Esta heterogeneidade de habitats é responsável por fazer desse bioma um dos mais biodiversos, constituindo-se também, como um centro de endemismo. Por exemplo, mais de um terço das espécies de mamíferos e metade das de aves encontrados no Brasil estão presentes na Mata Atlântica, e destas aproximadamente um quarto são exclusivamente encontradas nesse bioma (Reis et al., 2006).

No entanto, atualmente, a Mata Atlântica possui apenas 7,4% de sua cobertura florestal original, e ao mesmo tempo que é diversa, muitas espécies estão em estado crítico de conservação. Das 627 espécies de aves presentes na lista brasileira de fauna ameaçada, pouco mais da metade são encontradas na Mata Atlântica (Machado et al., 2008). A expansão de áreas agrícolas e a urbanização tem contribuído com a fragmentação deste bioma, tornando-o um mosaico florestal cada vez menos propício para abrigar as espécies.

De forma geral, em ambientes descaracterizados de sua formação original, populações e comunidades têm sua estabilidade, interações e fluxo de energia afetadas, aumentando os efeitos deletérios e o risco de extinção. Ao mesmo tempo em que comunidades de vertebrados são afetadas, parasitas podem ter suas populações aumentadas ou diminuídas, levando à redução da biodiversidade e potencializando o risco de transmissão de patógenos. Esse fenômeno é bem documentado para vários vetores responsáveis por doenças emergentes e reemergentes (e.g., carapatos: doença de Lyme e Febre Maculosa; mosquitos: Febre Amarela e Dengue; Gluber, 2004; Levi et al., 2012). Mesmo sendo doenças bem difundidas, muitos mecanismos ecoepidemiológicos são ainda pouco conhecidos. Entender o ciclo de vida e hospedeiros de vetores é essencial para compreender a ecoepidemiologia de doenças emergentes.

Especificamente os carapatos, podem transmitir uma ampla variedade de patógenos a animais e humanos durante a alimentação (Jongejan & Uilenberg, 2004), tornando-os importantes para saúde pública. Enquanto que o parasitismo em animais domésticos é bem documentado, informações sobre ciclo de vida, hospedeiros e transmissão de patógenos em animais selvagens são escassas. Em verdade, nos últimos anos muitos estudos têm mostrado a importância de animais selvagens para a manutenção de populações de carapatos bem como aspectos relacionados à especificidade parasitária (Cançado et al., 2017; Nava et al., 2013). Recentes estudos, têm mostrado que a especificidade pode variar de acordo com o estágio de

desenvolvimento do carapato, sendo que larvas e ninfas fixam-se em animais de pequeno porte, enquanto que adultos tendem a parasitar grandes mamíferos (Barros-Battesti et al., 2006; Guglielmone et al., 2003; Ogrzewalska et al., 2012). Nesse contexto, aves e os pequenos mamíferos não-voadores possuem um importante papel, dado seu papel na manutenção e dispersão desses ectoparasitas e por atuarem como reservatórios e/ou amplificadores de micro-organismos patogênicos (Gunnar, 2013; Richter et al., 2011).

Mundialmente as aves são importantes hospedeiros de carapatos (Dietrich et al., 2011; Ogrzewalska & Pinter, 2016). A prevalência destes ectoparasitas varia de acordo com a estação, localidade e espécie de aves. A variação da prevalência entre os táxons de aves pode ser atribuída às suas histórias de vida, sobretudo no que se refere ao hábito de forrageio (Ogrzewalska et al., 2010). Particularmente, aves que gastam boa parte do tempo no solo apresentam maiores infestações por carapatos, o que pode estar relacionado a maior exposição a esses ectoparasitas (Gunnar et al., 2009; Mehl et al., 1984; Tolesano-Pascoli, 2014). Nos últimos anos a ixodofauna de aves nativas tem sido descrita em várias formações florestais brasileiras, tais como Mata Atlântica (Labruna et al., 2007; Ogrzewalska et al., 2008; 2009a; 2011), florestas de Araucária (Arzua et al., 2003; Arzua & Barros-Battesti, 1999); floresta Amazônica (Martins et al., 2016; Ogrzewalska et al., 2010), Cerrado (Luz et al., 2012; Rojas et al., 1999; Tolesano-Pascoli et al., 2010) e no Pantanal (Ramos et al., 2015).

Aves e seus carapatos são importantes para saúde pública, sendo responsáveis pela disseminação e transmissão de uma ampla variedade de micro-organismos patogênicos, tais como espécies dos gêneros *Borrelia*, *Anaplasma*, *Babesia*, *Rickettsia*, *Coxiella* e o vírus da encefalite (Gunnar, 2011). Especificamente, aves migratórias têm recebido especial atenção, pois além de disseminarem patógenos a longas distâncias, podem transportar carapatos infectados para áreas não endêmicas (Gunnar et al., 2013). No Brasil, no que concerne ao papel dos pássaros e de seus carapatos na disseminação e transmissão de patógenos, estudos se restringem a bactérias do gênero *Rickettsia*, com algumas espécies sendo patogênicas aos humanos (e.g., Luz et al., 2017; Ogrzewalska & Pinter, 2016).

Embora, aves silvestres possam manter ciclos zoonóticos de infecção em áreas geográficas restritas, os roedores são considerados os mais importantes hospedeiros amplificadores de zoonoses transmitidas por carapatos. Por exemplo, interações entre carapatos do gênero *Ixodes* e a espécie de roedor *Microtus agrestis* têm se mostrado importante na transmissão *Babesia microti* e *Anaplasma phagocytophilum* na Inglaterra (Bown et al., 2008), enquanto que nos Estados Unidos a transmissão de *Borrelia burgdorferi* é bem documentada no sistema *Ixodes - Promyscus leucopus* (Ostfeld & Keesing, 2000). No entanto,

no Brasil, o papel ecoepidemiológico dos carapatos em pequenos mamíferos não-voadores ainda é incipiente. Especificamente em áreas de Mata Atlântica, alguns trabalhos têm mostrado considerável parasitismo e sugerem o papel dos roedores como reservatório de riquêtsias e espiroquetas semelhantes a *Borrelia* (Abel et al., 2000; Martins et al., 2016; Szabó et al., 2013b).

Apesar de muitas áreas de Mata Atlântica estarem inseridas em mosaicos com alto grau de antropismo, alguns poucos locais ainda mantêm seu *status* de conservação. Este é o caso do Parque Nacional do Iguaçu, um local com pouca interferência antrópica e que abriga o maior remanescente de floresta Atlântica (Estacional Semidecidual) da região Sul do Brasil (Ribeiro et al., 2009). Apesar de sua notória importância para a fauna e flora da Bacia do Rio do Prata, pouco se conhece sobre a presença de carapatos em aves e em pequenos mamíferos nesse local. Portanto, conhecer associações entre hospedeiros e carapatos em ambientes conservados mostra-se importante para compreensão de aspectos básicos da ecologia dessas interações. Tais informações possuem grande aplicabilidade pois permitem, além do conhecimento da biodiversidade, estabelecimento de parâmetros para comparações com áreas degradadas, ou seja, para entender como padrões espaciais e temporais das espécies são afetados pelas ações antrópicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel das aves e dos pequenos mamíferos na manutenção de populações de carapatos no Parque Nacional do Iguaçu. Mais especificamente objetiva-se adicionar informações sobre o comportamento de parasitismo nesses dois grupos taxonômicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Captura dos animais

2.1.1 Captura de aves

As aves foram capturadas em duas campanhas, sendo elas: entre os dias 18-23 de julho de 2016 (inverno) e 16-22 de fevereiro de 2017 (verão). Utilizou-se em cada estação em média sete redes de neblina (12 m x 2,5 m). As redes foram montadas nas mesmas trilhas nas duas estações, a saber: 01, 03, 06 (Figura 1). Adicionalmente, foram montadas redes próximas da base de pesquisa (tanto em Foz do Iguaçu quanto em Céu Azul). No período matutino, as redes eram abertas no início da manhã e fechadas às 11:00 hs; no período vespertino, eram reabertas às 16:30 hs e fechadas ao anoitecer. Em média, as redes permaneceram abertas 6 horas por dia. As redes foram checadas a cada 40 minutos.

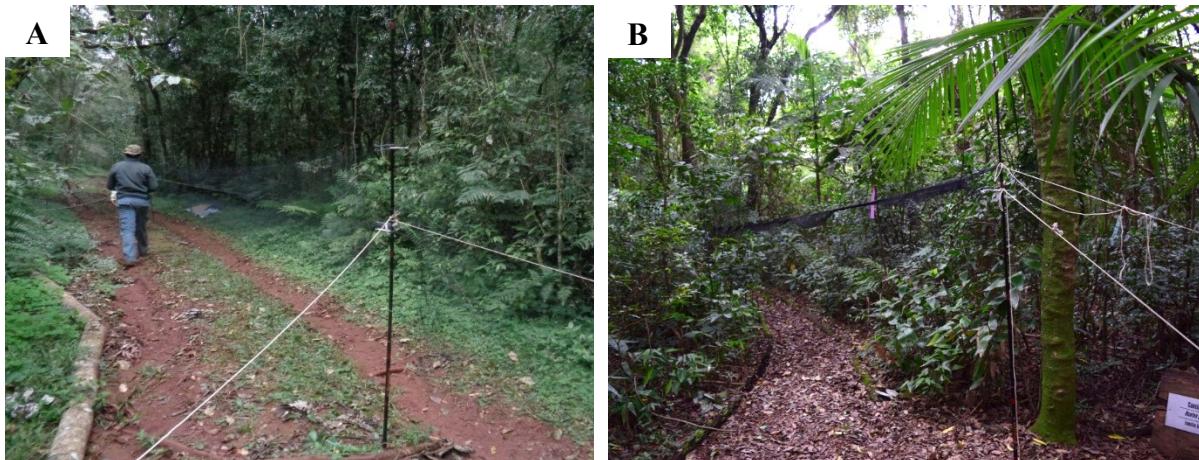


Figura 1. Armadilhas tipo “redes de neblina” utilizadas para captura de aves: Redes de neblina montadas próximo a trilha 1 em Foz do Iguaçu (A) e próximo a trilha 6, em Céu Azul (B). (Fotos: A. Suzin).

As espécies de pássaros capturadas foram identificadas através de guias de campo (Sigrist, 2007), cuja nomenclatura seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CRBO, 2014). As aves identificadas foram pesadas e medidas e, sempre que possível anilhadas. Para cada ave capturada avaliou-se infestações por carapatos, através da inspeção cuidadosa da superfície do corpo, afastando-se as penas com ajuda de uma pinça e de sopros. As aves foram inspecionadas e os carapatos encontrados foram removidos com pinça e acondicionados em frascos devidamente identificados.

2.1.2 *Captura de pequenos mamíferos não-voadores*

A amostragem dos pequenos mamíferos foi realizada em duas campanhas: no mês de julho de 2016 (inverno) e em fevereiro de 2017 (verão). Cada campanha teve duração de aproximadamente sete dias, e em cada uma amostrou-se dois locais distintos dentro do Parque Nacional do Iguaçu: (i) no município de Foz do Iguaçu e, (ii) no município de Céu Azul. Em cada local utilizou-se 150 armadilhas do tipo *Sherman* ($7,5 \times 9,4 \times 30$ cm; Figura 2- A e B) e 10 do tipo *Tomahawk*, ($20 \times 20 \times 50$ cm; Figura 2- C), adicionalmente, em Foz do Iguaçu também foram instaladas quatro armadilhas de queda do tipo *Pitfall* (Figura 2- D).

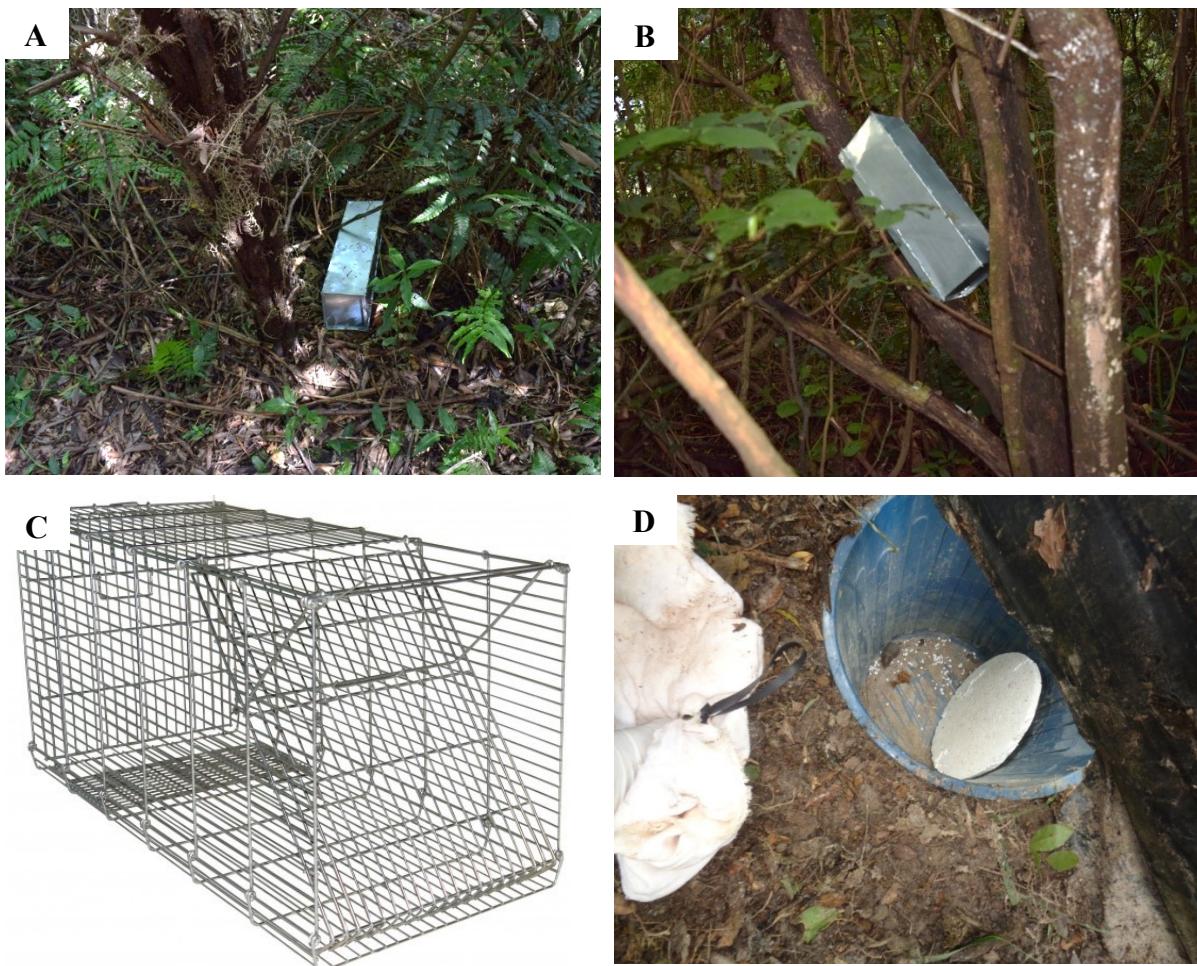


Figura 2. Armadilhas utilizadas para captura de pequenos mamíferos: *Sherman* no solo (A) e no subosque (B), *Tomahawk* (C; Fonte: Equipos Fauna) e *Pitfall* (D). (Fotos: A. Suzin).

As armadilhas foram dispostas ao longo das trilhas da seguinte maneira: duas armadilhas do tipo *Sherman* a cada dez metros nas trilhas 01, 03 e 04 (Foz do Iguaçu) e 06 e 07 em Céu Azul (Tabela 1- Introdução geral), sendo uma no solo e outra sobre a vegetação de sobosque (aproximadamente 1,5 m acima do solo). O posicionamento de armadilhas em distintos estratos permite a captura tanto de espécies com hábitos terrestres quanto as de hábito arborícola. Cada par de armadilha foi considerado como uma estação de captura. As armadilhas do tipo *Tomahawk* foram colocadas próximas de locais alagados: trilhas 02 e 04 (Foz do Iguaçu) e 06 e 07 (Céu Azul) (cinco em cada uma). Os *Pitfalls* foram dispostos em linha reta próximo a trilha 02, sendo composto por 4 baldes de 60 litros enterrados, distantes dez metros entre si e ligados por uma lona plástica de 1 m de largura disposta perpendicularmente ao solo, de modo que pudesse direcionar os animais até aos baldes. Todas as armadilhas, exceto os *Pitfalls*, foram

iscadas com uma mistura de paçoca de amendoim, sardinha enlatada e aveia e uma rodelha de banana. As armadilhas foram vistoriadas todas as manhãs e a isca reposta a cada dois dias.

Os animais capturados foram sedados com cloridrato de xilazina e cloridrato de cetamina para realização de procedimentos de biometria, marcação, e coleta de carapatos e de sangue (Figura 3- A-D). Após esses procedimentos esses animais foram acomodados em suas respectivas armadilhas até completo retorno do sedativo e em seguida liberados no exato local onde foram capturados. Espécimes testemunhos foram sacrificados com sobrecarga anestésica e acondicionado em álcool 70% e posteriormente identificados e depositadas no Museu de Zoologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), em Piracicaba, São Paulo. Os procedimentos foram autorizados pelo Ministério do Meio Ambiente (SISBIO 48141-5) e aprovados pelo comitê de ética na utilização de animais da Universidade Federal de Uberlândia, protocolo 042/15.



Figura 3. Procedimentos realizados pós captura dos pequenos mamíferos não-voadores capturados no inverno de 2016 e no verão de 2017, no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná: inspeção para busca de carapatos (A); biometria (B) e coleta de sangue (C-D). (Fotos: A. Suzin).

2.2 Coleta e identificação dos carapatos

Cada hospedeiro (tanto as aves quanto pequenos mamíferos) foi vistoriado cuidadosamente com auxílio de uma pinça, e no caso de aves também com sopro da plumagem para exposição da pele. Os carapatos ingurgitados de aves e pequenos mamíferos foram colocados em frascos perfurados, levados até o laboratório onde foram mantidos sob condições controladas de temperatura (24 °C) e de umidade (80%) para sofrer muda para estágios subsequentes (ninfas ou adultos). Os carapatos não ingurgitados ou parcialmente ingurgitados foram acondicionados em microtubos com álcool 70%. A identificação dos carapatos ocorreu através de chaves dicotômicas (Martins et al., 2010; Onofrio et al., 2006) e por comparação com coleção de referência do Laboratório de Ixodologia da Universidade Federal de Uberlândia.

2.3 Análises

Para cada táxon de animais capturado foi calculado os seguintes parâmetros de infestação: prevalência de carapatos, intensidade média de infestações e a abundância média. A prevalência considera o número de hospedeiros infestados/número hospedeiros examinados $\times 100$; a intensidade média se refere ao número total de carapatos/número de hospedeiros infestados; e a abundância média o número total de carapatos/número de hospedeiros vistoriados (Margolis et al., 1982).

3. RESULTADOS

3.1 Aves e carapatos

Durante o período de amostragem foram capturadas 58 aves, abrangendo 28 espécies distribuídas em 15 famílias, 12 da ordem Passeriforme e 3 famílias não-passeriformes (Tabela 1). Passeriformes constituíram a mais numerosa ordem de aves, com 24 espécies abrangendo 54 indivíduos (93%). As espécies capturadas com maior frequência foram: *Pipra fasciicauda* e *Trichotraupis melanopsis*, nove e seis indivíduos, respectivamente (Figura 4; Tabela 1).

No total nove aves de sete espécies: *P. fasciicauda*, *Turdus leucomelas*, *T. melanopsis*, *Pyrrhocoma ruficeps*, *Dendrocincla turdina*, *Sittasomus griseicapillus* e *Habia rubica*, todos Passeriformes, estavam infestados com carapatos (Tabela 1). Observou-se 13 larvas e uma ninfa parasitando esses animais, sendo possível identificação até o nível genérico de dez larvas e de uma ninfa, todas pertencentes a espécie *Amblyomma longirostre*. As três larvas pertenciam

ao gênero *Amblyomma*. Além disso, todas as larvas estavam fixadas na região dos olhos, enquanto que a ninfa estava no pescoço (Tabela 1).

A prevalência geral de infestação por carapatos nas aves no Parque Nacional do Iguaçu foi de 15,5% (9 aves infestadas em 58 examinadas), a intensidade média de infestação foi de 1,6 carapatos por ave e a abundância média de 0,24 carapatos por hospedeiro vistoriado.

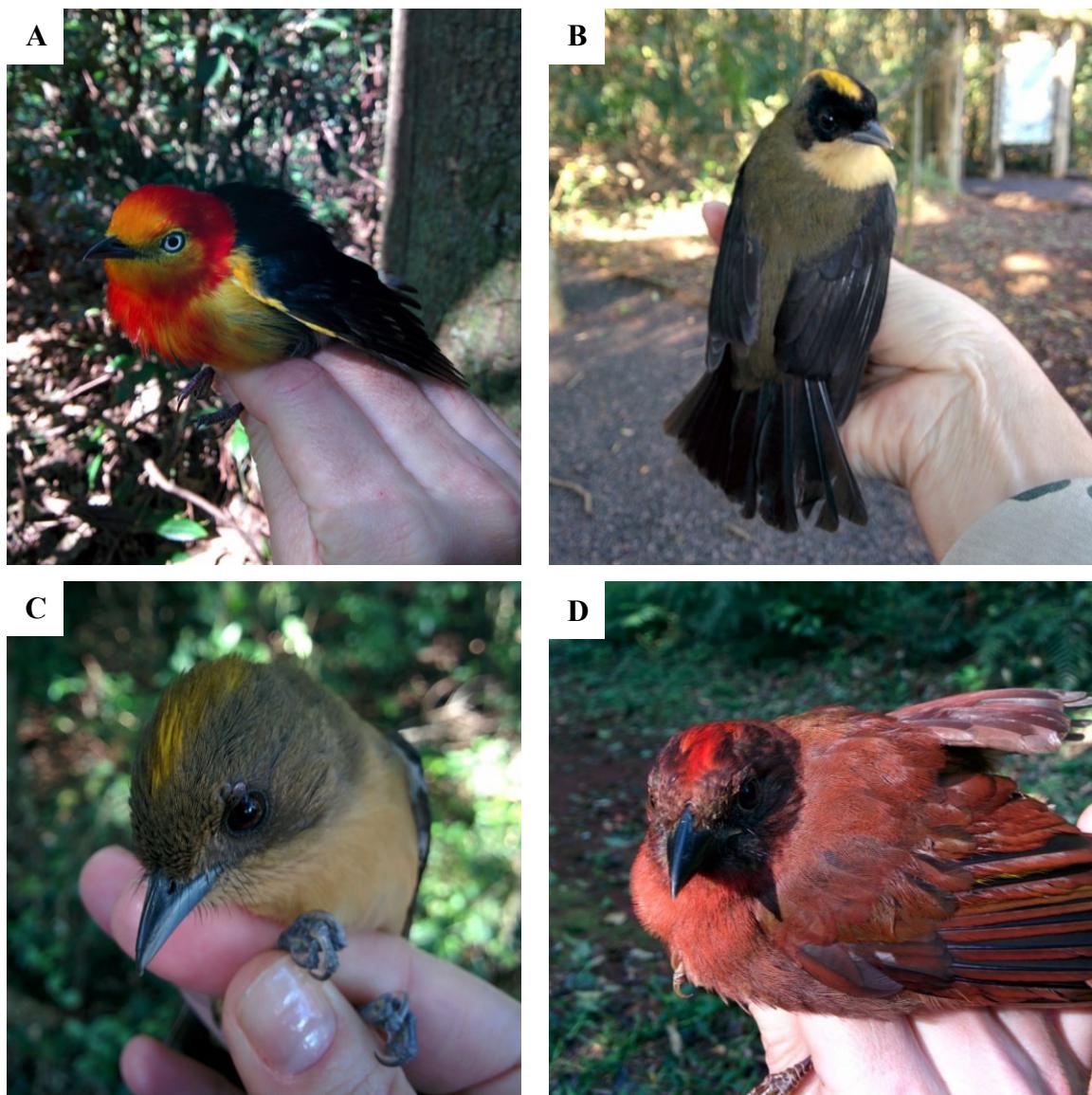


Figura 4. Exemplares de espécies de aves capturadas no inverno de 2016 e no verão de 2017, no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. *Pipra fasciicauda* (A); *Trichothraupis melanopsis* (macho) (B); *T. melanopsis* (fêmea), em detalhe duas larvas de carapatos na região do olho (C) e *Habia rubica* (D) (Fotos: G. Tolesano-Pascoli).

Tabela 1. Carrapatos coletados em aves no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil em julho de 2016 (inverno) e fevereiro de 2017 (verão).

Aves			Carrapatos						
Ordem	Família	Espécies	Nº infestados/Nº capturados	Prevalência	Intensidade média	Espécies	Nº de larvas	Nº de ninfas	Local de fixação
Columbiforme	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Leptotila verreauxi</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Apodiforme	Trochilidae	<i>Amazilia fimbriata</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Coraciiforme	Momotidae	<i>Barypitengus ruficapillus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Passeriforme	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	0/2	0	-	-	-	-	-
		<i>Pyriglen a leucoptera</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Thamnophilus caerulescens</i>	0/2	0	-	-	-	-	-
		<i>Dendrocicla turdina</i>	1/4	25	1	<i>A. sp.</i>	1	-	Olho
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1/1	100	1	<i>A. sp.</i>	1	-	Olho
		<i>Philydor atricapillus</i>	0/2	0	-	-	-	-	-
Furnariidae		<i>Synallaxis sp.</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Pipra fasciicauda</i>	1/9	11	4	<i>A. longirostre</i>	3	-	Olho
Tyrannidae		<i>Corythopis delalandi</i>	0/3	0	-	<i>A. longirostre</i>	-	1	Pescoço
		<i>Mionectes rufiventris</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Turdus albicollis</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Turdidae		<i>Turdus leucomelas</i>	2/4	50	1	<i>A. sp.</i>	1	-	Olho
					-	<i>A. longirostre</i>	1	-	Olho
Thraupidae		<i>Tachyphonus rufus</i>	0/2	0	-	-	-	-	-
		<i>Trichothraupis melanopsis</i>	2/6	33	1,5	<i>A. longirostre</i>	3	-	Olho
		<i>Pyrrhocoma ruficeps</i>	1/1	100	1	<i>A. longirostre</i>	1	-	Olho
		<i>Ramphocelus carbo</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Haplospiza unicolor</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Parulidae		<i>Basileuterus culicivorus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
		<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Trogonidae	Trogonidae	<i>Trogon rufus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Xenopidae	Xenopidae	<i>Xenops minutus</i>	0/1	0	-	-	-	-	-
Cardinalidae	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	1/5	20	2	<i>A. longirostre</i>	2	-	Olho
Platyrinchidae	Platyrinchidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	0/2	0	-	-	-	-	-

Quando comparado o número e riqueza de espécies de aves por estação, observa-se que no inverno foram capturados 37 indivíduos (dos quais 27 em Foz do Iguaçu) de 18 espécies. Em Foz do Iguaçu foram capturadas 16 espécies e em Céu Azul cinco. No verão, foram capturados 21 indivíduos (dos quais 12 em Céu Azul) pertencentes a 15 espécies. Em Foz do Iguaçu foram capturadas oito espécies e em Céu Azul dez (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de aves coletadas de acordo com a estação e com o local, no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, em julho de 2016 (inverno) e fevereiro de 2017 (verão).

Família	Espécies de aves	Inverno		Verão		Total
		Foz do Iguaçu	Céu Azul	Foz do Iguaçu	Céu Azul	
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	1	-	-	-	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	-	-	-	1	1
Trochilidae	<i>Amazilia fimbriata</i>	1	-	-	-	1
Momotidae	<i>Barypitengus ruficapillus</i>	-	-	1	-	1
Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	2	-	-	-	2
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	-	-	1	1	2
	<i>Pyriglena leucoptera</i>	-	-	-	1	1
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1	-	-	-	1
	<i>Dendrocincla turdina</i>	4	-	-	-	4
Furnariidae	<i>Philydor atricapillus</i>	1	-	1	-	2
	<i>Synalaxis sp.</i>	-	-	-	1	1
Pipridae	<i>Pipra fasciicauda</i>	3	3	1	2	9
Tyrannidae	<i>Mionectes rufiventris</i>	1	-	-	-	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	-	-	-	1
	<i>Corythopis delalandi</i>	-	-	2	1	3
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	2	2	-	-	4
	<i>Turdus albicollis</i>	-	1	-	-	1
Thraupidae	<i>Trichothraupis melanopsis</i>	3	3	-	-	6
	<i>Haplospiza unicolor</i>	1	-	-	-	1
	<i>Pyrrhocoma ruficeps</i>	1	-	-	-	1
	<i>Tachyphonus rufus</i>	-	1	-	1	2
	<i>Ramphocelus carbo</i>	-	-	-	1	1
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	-	-	1	-	1
	<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	-	-	-	1	1
Trogonidae	<i>Trogon rufus</i>	1	-	-	-	1
Xenopidae	<i>Xenops minutus</i>	-	-	1	-	1
Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	3	-	-	2	5
Platyrinchidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	1	-	1	-	2
Total		27	10	9	12	58

Em relação a infestação por carapatos, todos os registros de parasitismo ocorreram no inverno. Quanto ao número de carapatos coletados de acordo com o local de amostragem verificamos que em Foz do Iguaçu ocorreu oito registros e em Céu Azul seis (Tabela 3). Adicionalmente, em Foz do Iguaçu seis espécies de aves apresentaram parasitismo enquanto que em Céu Azul foram duas (Tabela 3).

Tabela 3. Número de carapatos coletados de acordo com a ave hospedeira (todas Passeriformes) e local, no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, em julho de 2016 (inverno). L= larvas; N= ninfas.

Família	Espécies de aves	Foz do Iguaçu		Céu Azul	
		Nº de carapatos	Estágio	Nº de carapatos	Estágio
Dendrocolaptidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1	L	-	-
	<i>Dendrocincla turdina</i>	1	L	-	-
Pipridae	<i>Pipra fasciicauda</i>	1	N	3	L
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	2	L	-	-
Thraupidae	<i>Pyrrhocoma ruficeps</i>	1	L	-	-
	<i>Trichothraupis melanopsis</i>	-	-	3	L
Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	2	L	-	-
Total		8		6	

3.2 Pequenos mamíferos não-voadores e carapatos

Foram capturados durante as duas coletas (julho de 2016 e fevereiro de 2017), 42 pequenos mamíferos (43 capturas) em 1565 armadilhas/noite no Parque Nacional do Iguaçu. Destas 31 capturas ocorreram no inverno e 12 no verão (ocorreu apenas uma recaptura, no inverno) (Tabela 4). Os indivíduos capturados pertencem a cinco gêneros e três espécies identificadas: *Akodon* (n=30), *Thaptomys nigrita* (n=8), *Gracilinanus microtarsus* (n=2); *Oligoryzomys* (n=2) e um *Rattus rattus* (Figura 5; Tabela 5). Um indivíduo do gênero *Akodon* sp., coletado em julho de 2016, apresentou um carapato, não fixado, andando sobre o corpo, que foi identificado como ninfa de *Amblyomma ovale*.

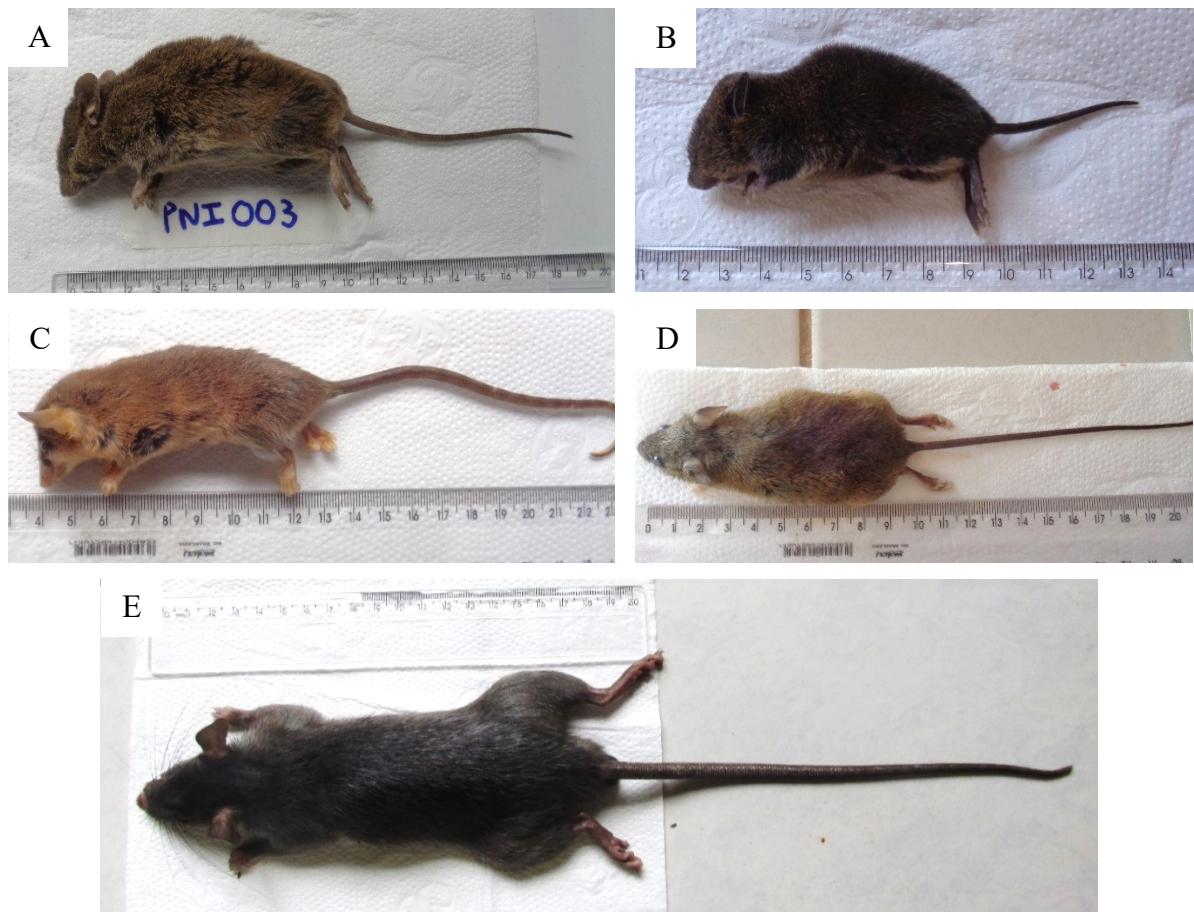


Figura 5. Exemplares de espécies de pequenos mamíferos capturados no inverno de 2016 e no verão de 2017, no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. *Akodon* sp. (A); *Thaptomys nigrita* (B); *Gracilinanus microtarsus* (C); *Oligoryzomys* sp. (D) e *Rattus rattus* (E).

Tabela 4. Número de pequenos mamíferos não-voadores capturados (N=43; 42 indivíduos) de acordo com a estação, localidade e tipo de armadilha no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, em julho de 2016 e fevereiro de 2017.

Localidade	Ponto	Tipo de armadilha	Inverno				Verão			
			Nº de armadilhas	Nº de noites	Armadilhas/noite	Nº de capturas	Nº de armadilhas	Nº de noites	Armadilhas/noite	Nº de capturas
Foz do Iguaçu	PT 01	<i>Sherman/solo</i>	25	3	75	2	25	3	75	3
Foz do Iguaçu	PT 01	<i>Sherman/árvore</i>	25	3	75	0	25	3	75	0
Foz do Iguaçu	PT 01	<i>Tomahawk</i>	5	3	15	0	-	-	-	-
Foz do Iguaçu	PT 02	<i>Tomahawk</i>	-	-	-	-	5	3	15	0
Foz do Iguaçu	PT 02	<i>Pitfall</i>	4	3	12	7	4	3	12	3
Foz do Iguaçu	PT 03	<i>Sherman/solo</i>	25	3	75	14	25	3	75	2
Foz do Iguaçu	PT 03	<i>Sherman/árvore</i>	25	3	75	1	25	3	75	0
Foz do Iguaçu	PT 04	<i>Sherman/solo</i>	25	2	50	6	25	3	75	1
Foz do Iguaçu	PT 04	<i>Sherman/árvore</i>	25	2	50	0	25	3	75	1
Foz do Iguaçu	PT 04	<i>Tomahawk</i>	5	2	10	0	5	3	15	1
Céu Azul	PT 06	<i>Sherman/solo</i>	50	3	150	1	51	2	102	1
Céu Azul	PT 06	<i>Sherman/solo</i>	16	2	32	0	-	-	-	-
Céu Azul	PT 06	<i>Sherman/árvore</i>	16	2	32	0	51	2	102	0
Céu Azul	PT 06	<i>Tomahawk</i>	-	-	-	-	5	2	10	0
Céu Azul	PT 07	<i>Sherman/solo</i>	26	2	52	0	24	2	48	0
Céu Azul	PT 07	<i>Sherman/árvore</i>	25	2	50	0	24	2	48	0
Céu Azul	PT 07	<i>Tomahawk</i>	-	-	-	-	5	2	10	0
Total			297	35	753	31	324	39	812	12

Tabela 5. Táxons dos pequenos mamíferos não-voadores capturados no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, em julho de 2016 e fevereiro de 2017.

Táxon	Inverno		Verão		Total
	Foz do Iguaçu	Céu Azul	Foz do Iguaçu	Céu Azul	
<i>Akodon</i>	21	1	7	1	30
<i>Thaptomys nigrita</i>	6	0	2	0	8
<i>Oligoryzomys</i>	2	0	0	0	2
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	0	1	0	2
<i>Rattus rattus</i>	0	0	1	0	1
Total	30	1	11	1	43

4. DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram valores usuais de infestação por carapatos em aves e ausência de parasitismo em pequenos mamíferos. Este estudo reporta pela primeira vez o parasitismo de carapatos em Passeriformes no Parque Nacional do Iguaçu, uma reserva de Mata Atlântica no Sul do Brasil. O único táxon de carapato possível de identificar a nível específico foi *A. longirostre*. Essa espécie de carapato é amplamente distribuída na região Neotropical, e estágios imaturos têm sido associados com pássaros, enquanto que adultos parasitam mamíferos arborícolas dos gêneros: *Coendou*, *Chaetomys* e *Sphiggurus* (Erethizontidae) (McIntosh et al., 2015; Nava et al., 2010). Ouriços-cacheiros, assim como os passeriformes são animais arborícolas, então é presumível pensar que estágios não parasitários de *A. longirostre* ocorram nas árvores, como sugerido por Labruna et al. (2007).

Amblyomma longirostre é a espécie de carapato mais abundante coletada em pássaros em vários biomas brasileiros, dentre eles: Mata Atlântica (Labruna et al., 2007; Ogrzewalska et al., 2009; 2011), Floresta Amazônica (Ogrzewalska et al., 2010), Cerrado (Luz et al., 2012; Tolesano-Pascoli et al., 2010) e Pantanal (Ramos et al., 2015). E, especificamente, todas as associações registradas aqui (*Pipra fasciicauda*, *Turdus leucomelas*, *Trichotraupis melanopsis*, *Pyrrhocoma ruficeps* e *Habia rubica*) são descritas em áreas de Mata Atlântica brasileira (Arzua et al., 2005; Labruna et al., 2007; Luz et al., 2017; Ogrzewalska et al., 2009; 2011a; Sanches et al., 2013). Ademais, todos os registros de parasitismo ocorreram no inverno, o que pode estar relacionado com o ciclo de vida anual dos carapatos do gênero *Amblyomma*. Embora nosso resultado seja muito pontual espaço-temporalmemente, essa informação sugere que estágios imaturos de *A. longirostre*, ocorrem no inverno. Além disso, é no inverno que larvas e ninfas de várias espécies de carapatos do gênero *Amblyomma* predominam no ambiente (Szabó et al., 2009).

As aves coletadas aqui apresentaram valores usuais de prevalência, intensidade média e de abundância de parasitismo (15,5%; 1,6 e 0,24) já registrados em unidades de conservação de Mata Atlântica (Ogrzewalska et al., 2011b). Contudo, esses valores são dispares entre locais dentro deste mesmo bioma. Por exemplo, em áreas fragmentadas no estado de São Paulo a prevalência foi de 13,5%, a intensidade média foi de 10,3 e a abundância média foi acima de 1,35 carapatos por ave vistoriada (Labruna et al., 2007; Ogrzewalska et al., 2009). Da mesma forma, coletas realizadas em pequenos parques estaduais (7,1%; 2,4 e 0,16) e municipais (16,2%; 5 e 0,82) no estado do Paraná apresentaram parâmetros distintos aos verificados aqui, sobretudo no que se refere ao número de carapatos coletados (Arzua et al., 2003; Luz et al., 2017), o que em última instância afeta diretamente nos valores de intensidade e abundância média de parasitismo. De forma geral, a discrepância entre os valores de infestação verificados nesse trabalho e aqueles realizados em áreas menos preservadas indicam que a ação antrópica, sobretudo a fragmentação florestal, pode influenciar na dinâmica populacional, afetando as relações entre ambiente, hospedeiros e parasitas (Ogrzewalska et al., 2011a). Cabe ressaltar que ectoparasitas possuem dinâmicas populacionais complexas que podem variar no tempo e no espaço, consequentemente o parasitismo não é uniforme entre locais, anos e estações (Marini et al., 1996; Ogrzewalska et al., 2011a).

Finalmente, o papel das aves como dispersores de carapatos e de agentes patogênicos deve ser considerado, uma vez que bactérias do gênero *Rickettsia* (*R. amblyommatis*, *R. belli* e *R. parkeri*) têm sido encontradas infectando carapatos *A. longirostre* (Luz et al., 2017; McIntosh et al., 2015; Ogrzewalska et al., 2014; Pacheco et al., 2012). *R. amblyommatis* é a espécie de *Rickettsia* mais comumente detectada em *A. longirostre* associados a aves no Brasil (Ogrzewalska et al., 2009; 2010; 2011; 2012; Pacheco et al., 2012). A patogenicidade desse agente é desconhecida, contudo, suspeita-se que muitos casos de Febre Maculosa das Montanhas Rochosas, confirmados nos Estados Unidos, estejam associados a *R. amblyommatis* (Apperson et al., 2008). Adicionalmente, o ouriço-cacheiro, principal hospedeiro primário dessa espécie de carapato, pode ter importante papel na manutenção de riquetsioses.

Os táxons de pequenos mamíferos amostrados neste estudo são comuns em áreas de Mata Atlântica: *Thaptomys nigrita*, *Akodon*, *Oligoryzomys* e *Gracilinanus microtarsus* (Cheren et al., 2008; Maestri et al., 2014; Pardini et al., 2006; Ramirez, 2017). Os gêneros *Akodon* e *Oligoryzomys* são roedores amplamente distribuídos na região Neotropical (Smith & Patton, 1993), e em áreas de Mata Atlântica estão associadas tanto à locais preservados quanto alterados (Abel et al., 2000; Bonvicino et al., 2002; Graipel et al., 2006; Pardini, 2004; Ramirez, 2017). Esses dois gêneros apresentam grande número de espécies, as quais possuem grande

similaridade morfológica, tornando difícil a identificação a nível de espécie através de métodos convencionais. O terceiro táxon de roedor amostrado, *Thaptomys nigrita*, é monoespecífico, com distribuição geográfica no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai (Bonvicino, 2008; Patton et al., 2008; Ramirez, 2017). Características como a cauda curta, olhos e orelhas pequenos e garras fortes indicam hábito associado ao folhiço, portanto, são potencialmente dependentes de maior volume e umidade de serapilheira presentes em florestas conservadas (Pardini & Umetsu, 2006). *Gracilinanus microtarsus* são marsupiais que parecem estar associado a florestas de Mata Atlântica (estacionais) do Brasil e da Argentina (Brito et al., 2008; Teta et al., 2007). *Rattus rattus* é uma espécie de roedor sinantrópica amplamente distribuída pelo mundo (Bonvicino, 2008).

Embora estudos tenham apontado que pequenos roedores e marsupiais são importantes hospedeiros para diversas espécies de Ixodídeos, especialmente estágios imaturos (Guglielmone & Nava, 2010; 2011; Ramirez, 2017), nenhum parasitismo foi verificado nesse trabalho. Aqui, apenas observou-se um carapato *A. ovale* andando sob um indivíduo *Akodon* sp., o que pode ser considerado apenas uma potencial associação, já que antes da fixação é necessário que ocorra o contato físico entre hospedeiro-parasita.

Em geral, os táxons de pequenos mamíferos capturados aqui são comumente parasitados por carapatos. O gênero *Akodon* já foi registrado sendo parasitado por *A. fuscum* e *A. ovale* em áreas de Mata Atlântica pertencentes aos estados de SP, PR e SC (Blanco et al., 2017; Szabó et al., 2013), e em áreas de domínio Amazônico, na Argentina, e de Mata Atlântica no Brasil é conhecido por albergar carapatos do gênero *Ixodes* (Colombo et al., 2015; Nava et al., 2003; Ramirez, 2017). Indivíduos do gênero *Oligoryzomys* tem sido registrado com larvas e ninfas de *A. ovale*, *Ixodes schulzei*, *I. loricatus*, *I. aragaoi*, e uma fêmea de *I. fuscipes* em locais de Mata Atlântica nos estados de SP, PR e SC (Blanco et al., 2017; Martins et al., 2016; Ramirez, 2017). Adicionalmente, *Thaptomys nigrita* já foi registrada albergando larvas, ninfas e adultos de *A. ovale*, *A. dubitatum*, *I. loricatus* e *I. schulzei* em áreas de Mata Atlântica (Blanco et al., 2017; Ramirez, 2017). Marsupiais são conhecidos por serem altamente infestados com carapatos em áreas de Mata Atlântica fragmentada (Barros-Battesti et al., 2000; Bittencourt et al., 2003; Dantas-Torres, 2012). Contudo, não há registros de parasitismo por carapatos em *Gracilinanus microtarsus*. Não descartamos a hipótese de que a ausência de parasitismo por carapatos em pequenos mamíferos possa estar associada às características intrínsecas a esse grupo taxonômico, como por exemplo, pequena área de vida.

Embora a eficiência de captura de pequenos mamíferos neste estudo (uma captura a cada 38 armadilhas/noite) tenha sido semelhante ao verificado em algumas áreas de Mata Atlântica

preservadas (Pereira et al., 2004; Vieira & Monteiro-Filho, 2003), a baixa frequência de amostragem (apenas duas campanhas de em média 800 armadilhas noite cada) pode ter influenciado na probabilidade de registro de parasitismo. É necessário considerar que as taxas de captura, tanto de pequenos mamíferos quanto de carapatos, variam temporalmente (Santos-Filho et al., 2008; Szabó et al., 2009), e especificamente nesse trabalho, houve uma marcada diferença na taxa de captura de pequenos mamíferos entre as duas estações. A maior eficiência de captura no inverno, pode estar relacionada a menor disponibilidade de alimentos no ambiente. Dessa forma, é possível especular que a menor disponibilidade de frutos e artrópodes poderia tornar as iscas mais atrativas nessa estação, contribuindo consequentemente com a maior número de capturas em relação ao verão.

Certamente, fatores locais, como características da mata e do microclima podem influenciar na abundância e riqueza da comunidade de hospedeiros, e consequentemente na dinâmica de parasitismo por carapatos. Embora levantamentos de pequenos mamíferos em áreas de Mata Atlântica contínua sejam pontuais e raros (no tempo e no espaço), Pardini (2004) sugere que a comunidade destes organismos tende a ser menos abundante e rica em áreas florestais maiores, quando comparadas com as menores. Nossos resultados corroboram essa afirmação se considerarmos o pequeno número de táxons amostrados no Parque Nacional do Iguaçu, um local de mata contínua. No entanto, isto não implica diretamente em baixa riqueza de espécies, visto que os gêneros *Akodon* e *Oligoryzomys* são compostos por muitas espécies, muitas delas idênticas morfologicamente. A grande similaridade intraespecífica tem importantes implicações taxonômicas no que se refere ao reconhecimento da biodiversidade. Dessa forma, acreditamos que o uso de técnicas moleculares para identificação de espécies seria imprescindível para maior acurácia de informações sobre a biodiversidade bem como associações hospedeiro-parasita.

Juntos, aves e pequenos mamíferos não-voadores são importantes para o ciclo de vida de formas imaturas de carapatos (Ogrzewalska et al., 2009; 2011; Ramirez, 2017). Embora, nesse estudo não tenha sido registrado parasitismo por carapatos em pequenos mamíferos, *A. longirostre* esteve, notadamente, associada com passeriformes no Parque Nacional do Iguaçu, o maior remanescente de Mata Atlântica preservada do Sul do Brasil. Essas informações podem ter importância ecopidemiológica, dado o contexto preservado do local de estudo. Contudo, amostragens adicionais em escalas temporais e espaciais maiores, associadas a investigações sorológicas e moleculares poderiam confirmar ou revelar padrões de infestação e infecção não verificados aqui. Finalmente, este estudo contribui com registros tanto de espécies presentes quanto de associações hospedeiros-vetores em unidades de conservação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³

- Apperson, C.S., Engber, B., Nicholson, W.L., Mead, D.G., Engel, J., Yabsley, M.J., Dail, K., Johnson, J., Watson, D.W., 2008. Tick-borne diseases in North Carolina: is “*Rickettsia amblyommii*” a possible cause of rickettsiosis reported as Rocky Mountain Spotted Fever? Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 8, 597-606. <https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0271>.
- Arzua, M., Barros-Battesti, D.M., 1999. Parasitism of *Ixodes* (Multidentatus) *auritulus* Neumann (Acari: Ixodidae) on birds from the city of Curitiba, State of Paraná, Southern Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 94, 597-603. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000500006>.
- Arzua, M., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2005. Catalogue of the tick collection (Acari: Ixodidae) of the Museu de História Natura Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 22, 623-632. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300015>.
- Arzua, M., Silva, M.A.N., Famadas, K.M., Beati, L., Barros-Battesti, D.M., 2003. *Amblyomma aureolatum* and *Ixodes auritulus* (Acari: Ixodidae) on birds in Southern Brazil, with notes on their ecology. Experimental and Applied Acarology, 31, 283-296. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000010381.24903.1c>.
- Barros-Battesti, D.M., Yoshinari, N.H., Bonoldi, V.L., Castro Gomes, A., 2000. Parasitism by *Ixodes didelphidis* and *I. loricatus* (Acari: Ixodidae) on small wild mammals from an Atlantic Forest in the State of São Paulo, Brazil. Journal of Medical Entomology, 37, 820-827. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-37.6.820>.
- Barros-Battesti, D.M.B., Arzua, M., Bechara, G.H., 2006. Carapatos de importância médica veterinária da região Neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo.
- Bel, I.S., Marzagão, G., Yoshinari, N.H., Schumaker, T.T.S., 2000. Borrelia-like spirochetes recovered from ticks and small mammals collected in the Atlantic Forest reserve, Cotia county, State of São Paulo, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 95, 621-624. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000500006>.
- Bittencourt, E.B., Rocha, C.F.D., 2003. Host-ectoparasite specificity in a small mammal community in an area of Atlantic Rain Forest (Ilha Grande, State of Rio de Janeiro),

³ Referências bibliográficas padronizadas de acordo com normas da revista “International Journal for Parasitology”.

- Southeastern Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 98, 793-798. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000600015>.
- Blanco, C.M., Teixeira, B.R., Silva, A.G., Oliveira, R.C., Strecht, L., Ogrzewalska, M., Lemos, E.R.S., 2017. Microorganisms in ticks (Acari: Ixodidae) collected on marsupials and rodents from Santa Catarina, Paraná and Mato Grosso do Sul States, Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 8, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.10.003>.
- Bonvicino, C.R., Oliveira, J.A., D'Andrea, P.S., 2008. Guia dos roedores do Brasil com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-American de Febre Aftosa, Rio de Janeiro.
- Bown, K.J., Lambin, X., Telford, G.R., Ogden, N.H., Telfer, S., Woldehiwet, Z., Birtles, R.J., 2008. Relative importance of *Ixodes ricinus* and *Ixodes trianguliceps* as vectors for *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* in field vole (*Microtus agrestis*) populations. Applied and Environmental Microbiology, 74, 7118-7125. <https://doi.org/10.1128/AEM.00625-08>.
- Brito, D., Astua de Moraes, D., Lew, D., Soriano, P., 2008. *Gracilinanus microtarsus*. IUCN 2015. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN de 2015. Página visitada em 31 de julho de 2017.
- Cançado, P.H.D., Faccini, J.L.H., Mourão, G.M., Piranda, E.M., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2017. Current status of ticks and tick-host relationship in domestic and wild animals from Pantanal wetlands in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017110, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017110>.
- Cherem, J.J., Graipel, M.E., Tortato, M., Althoff, S., Brüggemann, F., Matos, J., Voltolini, J.C., Freitas, R., Illenseer, R., Hoffmann, F., Ghizoni-Jr, I.V., Bevilacqua, A., Reinicke, R., Salvador, C.H., Filippini, A., Furnari, N., Abati, K., Moraes, M., Moreira, T., Oliveira-Santos, R.L.G., Kuhnen, V., Maccarini, T., Goulart, F., Mozerle, H., Fantacini, F., Dias, D., Penedo-Ferreira, R., Vieira, B.P., Simões-Lopes, P.C., 2011. Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biotemas, 24, 73-84. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n3p73>.
- Colombo, V.C., Nava, S., Antoniazzi, L.R., Monje, L.D., Racca, A.L., Guglielmone, A.A., Beldomenico, P.M., 2015. Ecology of the interaction between *Ixodes loricatus* (Acari: Ixodidae) and *Akodon azarae* (Rodentia: Criceridae). Parasitology Research, 114, 3683-3691. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4596-7>.
- Dantas-Torres, F., Aléssio, F.M., Siqueira, D.B., Mauffrey, J., Marvulo, M.F.V., Martins, T.F., Moraes-Filho, J., Camargo, M.C.G.O., D'auria, S.R.N., Labruna, M.B., Silva, J.C.R., 2012.

- Exposure of small mammals to ticks and Rickettsiae in Atlantic Forest patches in the metropolitan area of Recife, North-eastern Brazil. *Parasitology*, 139, 83-91. <https://doi.org/10.1017/S0031182011001740>.
- Dietrich, M., Gómez-Díaz, E., McCoy, K.D., 2011. Worldwide distribution and diversity of seabird ticks: implications for the ecology and epidemiology of tick-borne pathogens. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11, 453-70. <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0009>.
- Graipel, M.E., Cherem, J.J., Monteiro-Filho, E.L.A., Glock, L., 2006. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no parque municipal da lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 13, 31-49.
- Gubler, D.J., 2004. The changing epidemiology of yellow fever and dengue 1900 to 2003: full circle? *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 27, 319-330. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2004.03.013>.
- Guglielmone, A.A., Estrada-Peña, A., Mangold, A.J., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., Martins, J.R., Venzal, J.M., Arzua, M., Keirans, J.E., 2003. *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) and *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): hosts, distribution and 16S rDNA sequences. *Veterinary Parasitology*, 113, 273-288. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(03\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(03)00083-9).
- Guglielmone, A. A., Nava, S., 2011. Rodents of the subfamily Sigmodontinae (Myomorpha: Cricetidae) as hosts for South American hard ticks (Acari: Ixodidae) with hypotheses on life history. *Zootaxa*, 2904, 45-65.
- Gunnar, H., 2013. Transport of Ixodid ticks and tick-borne pathogens by migratory birds. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 3:48-53.
- Gunnar, H., 2011. Dispersal of ticks and tick-borne pathogens by birds. Thesis, University of Oslo.
- Gunnar, H., Bjune, G.A., Edvardsen, E., Jakobsen, C., Linnehol, B.A., Røer, J.E., Mehl, R.A., Røed, K.H., Pedersen, J.E., Leinaas, H.P., 2009. Transport of ticks by migratory passerine birds to Norway. *Journal of Parasitology*, 95, 1342-1351. <https://doi.org/10.1645/GE-2146.1>.
- Jongejan, F., Uilenberg, G., 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*, 129, S3–S14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>.
- Labruna, M.B., Sanfilippo, L.F., Demetrio, C., Menezes, A.C., Pinter, A., Guglielmone, A.A., Silveira, L.F., 2007. Ticks collected from birds in the state of São Paulo, Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 43, 147-160. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9106-x>.

- Levi, T., Kilpatrick, A.M., Mangel, M., Wilmers, C.C., 2012. Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. PNAS, 109, 10942-10947. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109>.
- Luz, H.R., Morgana, H., Martins, T.F., Pichorim, M., Labruna, M.B., Faccini, J.L.H., 2017. Additional information on ticks (Ixodidae) infesting birds in Atlantic Forest fragments in State of Paraná, South Brazil. Systematic and Applied Acarology, 22, 1813-1821. <https://doi.org/10.11158/saa.22.11.3>.
- Luz, H.R., Faccini, J.L.H., Landulfo, G.A., Berto, B.P., Ferreira, I., 2012. Bird ticks in an area of the Cerrado of Minas Gerais State, southeast Brazil. Experimental and Applied Acarology, 58, 89-99. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9572-7>.
- Machado, A.B.M., Drummond, G.M., Paglia, A.P., 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA, Fundação Biodiversitas.
- Maestri, R., Galiano, D., Kubiak, B.B., Marinho, J.R., 2014. Diversity of small land mammals in a subtropical Atlantic forest in the western region of the state of Santa Catarina, Southern Brazil. Biota Neotropica, 14: e20140129. <https://doi.org/10.1590/1676-06032014012914>.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., Schad, G.A., 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). The Journal of Parasitology, 68, 131-133. <https://doi.org/10.2307/3281335>.
- Marini, M.A., Reinert, B.L., Bornschein, M.R., Pinto, J.C., Pichorim, M.A., 1996. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. Ararajuba, 4, 93-102.
- Martins, T.F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions, and identification key. Ticks and Tick-borne Diseases, 1, 75-99. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.03.002>.
- Martins, T.F., Peres, M.G., Costa, F.B., Bacchega, T.S., Appolinario, C.M., Antunes, J.M.A.P., Vicente, A.F., Megid, J., Labruna, M.B., 2016. Ticks infesting wild small rodents in three areas of the state of São Paulo, Brazil. Ciência Rural, 46, 871-875. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150671>.
- McIntosh, D., Bezerra, R.A., Luz, H.R., Faciini, J.L.H., Gaiotto, F.A., Giné, G.A.F., Albuquerque, G.R., 2015. Detection of *Rickettsia belli* and *Rickettsia amblyommi* in *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) from Bahia State, Northeast Brazil. Brazilian Journal of Microbiology, 46, 879-883. <https://doi.org/10.1590/S1517-838246320140623>.
- Mehl, R., Michaelsen, J., Lid, G., 1984. Ticks (Acari, Ixodidae) on migratory birds in Norway. Fauna Norvergica Serie B, 31, 46-58.

- Nava, S., Lareschi, M., Voglino, D., 2003. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from Northeastern Buenos Aires Province, Argentina. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 98, 45-49. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000100007>.
- Nava, S., Velazco, P.M., Guglielmone, A.A., 2010. 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, 21-30. <https://doi.org/10.11158/saa.15.1.2>.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Jenkins, C.N., Labruna, M.B., 2011a. Effect of forest fragmentation on tick infestations of birds and tick infection rates by *Rickettsia* in the Atlantic Forest of Brazil. EcoHealth, 8, 320-331. <https://doi.org/10.1007/s10393-011-0726-6>.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Labruna, M.B., 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the Eastern Amazon, Northern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. Parasitology Research, 106.4, 809-816. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1733-1>.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Labruna, M.B., 2011b. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the Atlantic Forest in Northeastern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. Parasitology Research, 108, 665-670. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2111-8>.
- Ogrzewalska, M., Pacheco, R.C., Uezu, A., Ferreira, F., Labruna, M.B., 2008. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in an Atlantic forest area in the State of São Paulo, Brazil, with isolation of *Rickettsia* from the tick *Amblyomma longirostre*. Journal of Medical Entomology, 45, 770-774. <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.4.770>.
- Ogrzewalska, M., Pacheco, R.C., Uezu, A., Richtzenhein, L.J., Ferreira, F., Labruna, M.B., 2009. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic rain forest region of Brazil. Journal of Medical Entomology, 46, 1225-1229. <https://doi.org/10.1603/033.046.0534>.
- Ogrzewalska, M., Saraiva, D.G., Moraes-Filho, J., Martins, T.F., Costa, F.B., Pinter, A., Labruna, M.B., 2012. Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, State of São Paulo, Brazil. Parasitology, 139, 1283-1300. <https://doi.org/10.1017/S0031182012000546>.
- Ogrzewalska, M., Literak, I., Martins, T.F., Labruna, M.B., 2014. Rickettsial infections in ticks from wild birds in Paraguay. Ticks and Tick-borne Diseases, 5, 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.08.004>.
- Ogrzewalska, M., Pinter, A., 2016. Ticks (Acari: Ixodidae) as ectoparasites of Brazilian wild birds and their association with rickettsial diseases. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 53, 1-31. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v53i1p1-31>.

- Onofrio, V.C., Venzal, J.M., Pinter, A., Szabó, M.J.P., 2006. Família Ixodidae: características gerais, comentários e chave para gêneros. In: Barros-Battesti, D.M., Arzua, M., Bechara, G.H., (Eds.), Carapatos de importância médico veterinária da região Neotropical: Um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo, pp. 29-35.
- Ostfeld, R.S., Keesing, F., 2000. Biodiversity and disease risk: the case of Lyme disease. *Conservation Biology*, 3, 722-728. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x>.
- Pacheco, R.C., Arzua, M., Nieri-Bastos, F.A., Moraes-Filho, J., Marcili, A., Richtzenhain, L.J., Barros-Battesti, D., Labruna, M.B., 2012. Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) collected on birds in Southern Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 49, 710-716. <https://doi.org/10.1603/ME11217>.
- Pardini, R., Umetsu, F., 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. *Biota Neotropica*, 6, 1-22. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000200007>.
- Pardini, R., 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiversity and Conservation*, 13, 2567-2586. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000048452.18878.2d>.
- Patton, J., Catzeffis, F., Weksler, M., Percequillo, A., D'Elia, G., Pardinas, U., 2008. *Thaptomys nigrita*. IUCN 2014. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN de 2014. Página visitada em 16 de janeiro de 2018.
- Pereira, G.L., Bossi, L.G., Bergallo, H.G., 2004. Patterns of elevational distribution and richness of nonvolant mammals in Itatiaia National Park and surroundings, in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 1-15.
- Ramirez, D.G., 2017. Pesquisa de agentes infecciosos associados aos carapatos de pequenos mamíferos, em área de Mata Atlântica no município de Cotia, São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- Ramos, D.G.S., Melo, A.L.T., Martins, T.F., Alves, A.S., Pacheco, T.A., Pinto, L.B., Pinho, J.B., Labruna, M.B., Dutra, V., Aguiar, D.M., Pacheco, R.C., 2015. Rickettsial infection in ticks from wild birds from Cerrado and the Pantanal region of Mato Grosso: Midwestern Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6, 836-842. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.07.013>.
- Reis, N.R., Peracchi, A.L., Pedro, W.A., Lima, I.P., 2006. Mamíferos do Brasil. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponsoni, F.J., Hirota, M.M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications

- for conservation. Biological Conservation, 142, 1141-1153.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- Richter, D., Schlee, D.B., Matuschka, F., 2011. Reservoir competence of various rodents for the Lyme disease spirochete *Borrelia spielmanii*. Applied and Environmental Microbiology, 77, 3565-3570. <https://doi.org/10.1128/AEM.00022-11>.
- Rojas, R., Marini, M.A., Coutinho, M.T.Z., 1999. Wild birds as hosts of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 94, 315-322. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000300007>.
- Santos-Filho, M., da Silva, D.J., Sanaiotti, T.M., 2008. Seasonal variation in richness and abundance of small mammals and in forest structure and arthropod availability in forest fragments, at Mato Grosso, Brazil. Biota Neotropica, 8, 115-121.
- Sigrist, T., 2007. Aves do Brasil: uma visão artística. Avis Brasilis, Brasil.
- Smith, M.F., Patton, J.L., 1993. The diversification of South American murid rodents: evidence from mitochondrial DNA sequence data for the akodontine tribe. Biological Journal of the Linnean Society, 50, 149-177. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1993.tb00924.x>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Garcia, M.V., Pinter, A., Castagnolli, K.C., Pacheco, R.C., Castro, M.B., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Vogliotti, A., Duarte, J.M.B., 2009. Ecological aspects of free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails in an Atlantic rainforest of Southeastern Brazil. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 103, 57-72. <https://doi.org/10.1179/136485909X384956>.
- Szabó, M.P.J., Nieri-Bastos, F.A., Spolidorio, M.G., Martins, T.F., Barbieri, A.M., Labruna, M.B., 2013. 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, 719-728. <https://doi.org/10.1017/S0031182012002065>.
- Teta, P., Muschetto, E., Maidana, S., Bellomo, C., Padula, P., 2007. *Gracilinanus microtarsus* (Didelphimorphia, Didelphidae) en la provincia de Misiones, Argentina. Mastozoología neotropical, 14, 113-115.
- Tolesano-Pascoli, G.V., Torga, K., Franchin, A.G., Ogrzewalska, M., Gerardi, M., Olegário, M.M.M., Labruna, M.B., Szabó, M.P.J., Júnior, O.M., 2010. Ticks on birds in a forest fragment of Brazilian Cerrado (Savanna) in the municipality of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 19, 244-248. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612010000400010>.

Tolesano-Pascoli, G.V., 2014. Carapatos e riquêtsias em parque urbano de Uberlândia, Minas Gerais: ecologia e biodiversidades associadas. Tese de doutorado, Universidade Federal de Uberlândia.

Vieira, E.M., Monteiro-Filho, E.L.A., 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic Rain Forest of South-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology, 19, 501-507.
<https://doi.org/10.1017/S0266467403003559>.

CAPÍTULO 3

CARRAPATOS EM HUMANOS NO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: ESPÉCIES, LOCAL DE FIXAÇÃO E PADRÃO SAZONAL DE INFESTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A maioria das doenças emergentes são de origem zoonótica, associadas, sobretudo, à animais selvagens e vetores (Hassel et al., 2016; Jones et al., 2008; Taylor et al., 2001). O aumento no número de casos de parasitismo e no número de microrganismos veiculados por esses vetores está estreitamente relacionado à ação antrópica. Se por um lado, a procura por áreas naturais para descanso e lazer facilita as relações na tríade patógenos-vetores-hospedeiros, por outro, alterações ecológicas, como a fragmentação florestal e consequentemente mudanças na composição das comunidades, tem criado interfaces propícias de encontro entre animais selvagens, domésticos e humanos, potencializando a circulação de patógenos (Barbieri et al., 2014; Hassel et al., 2016; Krawczak et al., 2014; Szabó et al., 2013). No Brasil esse fenômeno é comumente observado em áreas urbanizadas, onde o estabelecimento de ambientes propícios para a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a expansão urbana sob remanescentes florestais tem contribuído com o estabelecimento, expansão e transporte de populações carapatos (Angerami et al., 2012). No entanto, o parasitismo em humanos em áreas naturais ainda é pouco explorado.

Carapatos são considerados o segundo grupo mais importante de artrópodes no que concerne ao número de patógenos veiculados para seres humanos (Jongejan & Uilenberg, 2004; Obenchain & Galun, 1982). Tal atributo deve-se a sua habilidade de transmitir microorganismos durante o repasto sanguíneo prolongado, condição obrigatória em ao menos uma etapa do seu ciclo de vida. Dentre os microrganismos transmitidos por esses ectoparasitas, os mais importantes mundialmente são as bactérias *Borrelia burgdorferi* e *Rickettsia rickettsii*, responsáveis por elevadas taxas de morbidade e letalidade, respectivamente (Ostfeld et al., 2006; Szabó et al., 2013).

Globalmente, as principais espécies de carapatos que picam e causam doenças aos humanos pertencem aos gêneros: *Ixodes*, *Amblyomma*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* e *Ornithodoros* (Angerami et al., 2012; Parola & Raoult, 2001). Na América do Sul, já foram registradas pelo menos 30 espécies de carapatos parasitando humanos (Guglielmone et al., 2006; Labruna et al., 2014; Martins et al., 2009), e, particularmente no Brasil, há registros de parasitismo em quase um terço das espécies presentes no país (Guglielmone et al., 2006; Labruna et al., 2014; Martins et al., 2009).

O reconhecimento de carapatos como transmissores de doenças tem sensibilizado pesquisadores, provendo um aumento substancial de estudos sobre sua importância na saúde pública. Os carapatos, *A. sculptum* e *A. aureolatum*, têm sido bastante estudados, devido

sobretudo à sua capacidade de transmitir a bactéria *Rickettsia rickettsii*, responsável por causar a Febre Maculosa Brasileira. A Febre Maculosa é uma doença severa com uma taxa de fatalidade que varia de 30 a 60% (Angerami et al., 2012) e seus vetores e patógenos estão associados ao Cerrado, Mata Atlântica e locais degradados. No entanto, tem sido registrada uma forma mais suave e não letal da doença em áreas de Mata Atlântica, no estado de São Paulo e de Santa Catarina, causadas pela *Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica, cujo vetor é o carapato *A. ovale* (Sabatini et al., 2010; Spolidoro et al., 2010; Szabó et al., 2013).

Curiosamente, apesar do *A. ovale* ser amplamente distribuído no Brasil e picar humanos com frequência, não há estudos sobre seu papel como transmissor de doenças nas demais regiões do país; tampouco se conhece o papel ecoepidemiológico de outras espécies de carapatos em áreas de Mata Atlântica de interior. Na verdade, o atraso dos sintomas da doença em relação ao momento da picada e o difícil diagnóstico faz com que essa zoonose seja negligenciada em muitas áreas não-endêmicas. Nesse contexto, considerando as limitadas informações sobre espécies de carapatos que picam humanos em áreas naturais e a ascensão de doenças emergentes e reemergentes, conhecer associações carapatos-humanos teria um valor preventivo e facilitaria o diagnóstico de doenças. Neste trabalho o contato de humanos com carapatos em uma área preservada de Mata Atlântica de interior é apresentado, com a finalidade de adicionar informações de parasitismo em seres humanos nesse bioma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta dos carapatos

Os carapatos foram coletados de humanos durante 11 estações (outono de 2014, e do verão de 2015 ao outono de 2017) no Parque Nacional do Iguaçu ($25^{\circ}05'$ a $25^{\circ}41'$ Latitude Sul; $53^{\circ}40'$ a $54^{\circ}38'$ Longitude Oeste). Carapatos foram coletados de humanos que tiveram contato com as áreas naturais do Parque Nacional do Iguaçu durante atividades de pesquisa. Especificamente, os pesquisadores e estudantes desenvolvem trabalhos nos projetos: “Aspectos ecológicos, biológicos e epidemiológicos de carapatos do Parque Nacional do Iguaçu com ênfase no *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae)”, cujas coletas são realizadas em sete trilhas (totalizando aproximadamente 3 mil metros) e pelos “Carnívoros do Iguaçu”, cujo monitoramento ocorre nas mesmas trilhas sete trilhas desse estudo e na “estrada do colono”.

2.2 Identificação dos carapatos

Carapatos foram acondicionados em microtubos e identificados de acordo com chaves taxonômicas disponíveis (Martins et al., 2010; Onofrio et al., 2006) e através de comparação com coleção de referência do laboratório de Ixodologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Espécimes testemunhos foram depositados na coleção de referência da UFU.

2.3 Análises dos dados

Os carapatos foram segregados de acordo com a relação com o hospedeiro; andando sobre a pele/roupas ou fixados ao hospedeiro. Especificamente aqueles fixados foram classificados de acordo com o local anatômico do parasitismo (membros ou tronco). Para as larvas, considerou-se um agregado de larvas a presença de uma ou mais larvas no mesmo local anatômico do corpo. Além disso, os dados foram agrupados por estação (outono, inverno, primavera e verão). As análises de sazonalidade aqui apresentadas se referem as coletas realizadas a partir de maio de 2015 até maio de 2017.

3. RESULTADOS

No total foram coletados 296 carapatos e 11 agregados de larvas em 11 estações do ano e média de três pessoas parasitadas por estação no Parque Nacional do Iguaçu. Desse total, 160 estavam fixados na pele (145 ninfas, 5 adultos e 10 agregados de larvas), enquanto que 147 foram encontrados andando sobre a pele ou em roupas (130 ninfas, 16 adultos e 1 agregado de larvas; Tabela 1).

As espécies de carapatos encontradas em humanos em ordem de abundância foram: *A. coelebs* (196 indivíduos; 55,61% fixados), *A. brasiliense* (52 indivíduos; 57,7% fixados), *A. incisum* (42 indivíduos; 23,8% fixados), *A. ovale* (4 indivíduos; 25% fixados) e *Haemaphysalis juxtakochi* (2 indivíduos; nenhum fixado). Todas as larvas pertenceram ao gênero *Amblyomma* (Tabela 1).

Tabela 1. Local de detecção dos carapatos (andando ou fixados) em humanos no Parque Nacional do Iguaçu coletados no outono de 2014, e do verão de 2015 ao outono de 2017. L= larvas; N= ninfas; A= adultos.

Gênero e Espécies	Andando			Fixados			Total
	L	N	A	L	N	A	
<i>Amblyomma</i> spp.	1	0	0	10	0	0	11
<i>A. coelebs</i>	0	81	6	0	107	2	196
<i>A. brasiliense</i>	0	18	4	0	28	2	52
<i>A. incisum</i>	0	29	3	0	10	0	42
<i>A. ovale</i>	0	0	3	0	0	1	4
<i>H. juxtakochi</i>	0	2	0	0	0	0	2
Total	1	130	16	10	145	5	307

Humanos foram infestados principalmente por ninfas (90,6%), seguido das larvas (6,3%) e dos adultos (3,1%) (N=160). Numericamente, *A. coelebs* foi a espécie que mais picou humanos (72,7%; N=150), seguida de *A. brasiliense* (20%), *A. incisum* (6,7%) e *A. ovale* (0,7%).

Foi possível identificar o local de fixação anatômica (N=47) de 55 carapatos (48 ninfas, 2 adultos, 5 agregados de larvas), sendo que numericamente a maioria estava fixada nos membros (n=33), e em menor quantidade no tronco (n=22) (Tabela 2). As espécies em ordem de abundância são as seguintes: *A. coelebs* (71,4 %), *A. brasiliense* (26,5%) e *A. incisum* (4,1%; N=50). Os cinco agregados de larvas registradas foram do gênero *Amblyomma*, e quatro deles estavam no tronco. As ninfas predominaram nos membros (n=30), da mesma forma que adultos (N=2) foram encontrados exclusivamente nessa parte do corpo (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de carapatos fixados em humanos (de acordo com o local anatômico e o estágio de desenvolvimento), no Parque Nacional do Iguaçu registrados durante o outono de 2014, e do verão de 2015 ao outono de 2017. L= larvas; N= ninfas; A= adultos.

Gênero e Espécies	Membros			Tronco			Total	
	Estágio			Estágio				
	L	N	A	L	N	A		
<i>Amblyomma</i>	1	0	0	4	0	0	5	
<i>A. coelebs</i>	0	21	0	0	14	0	35	
<i>A. brasiliense</i>	0	7	2	0	4	0	13	
<i>A. incisum</i>	0	2	0	0	0	0	2	
Total	33			22			55	

Com relação a sazonalidade (maio de 2015 a maio de 2017) das infestações as larvas foram coletadas em todas as estações, exceto no inverno de 2015/2016 e no outono de 2017. A abundância de larvas apresentou pico no outono de 2015 e entre o verão e outono de 2016. As ninfas foram coletadas em todas as estações, com picos maiores entre o inverno e primavera de 2015 e de 2016. Adultos só foram coletados na primavera de 2015 e de 2016 (Figura 1).

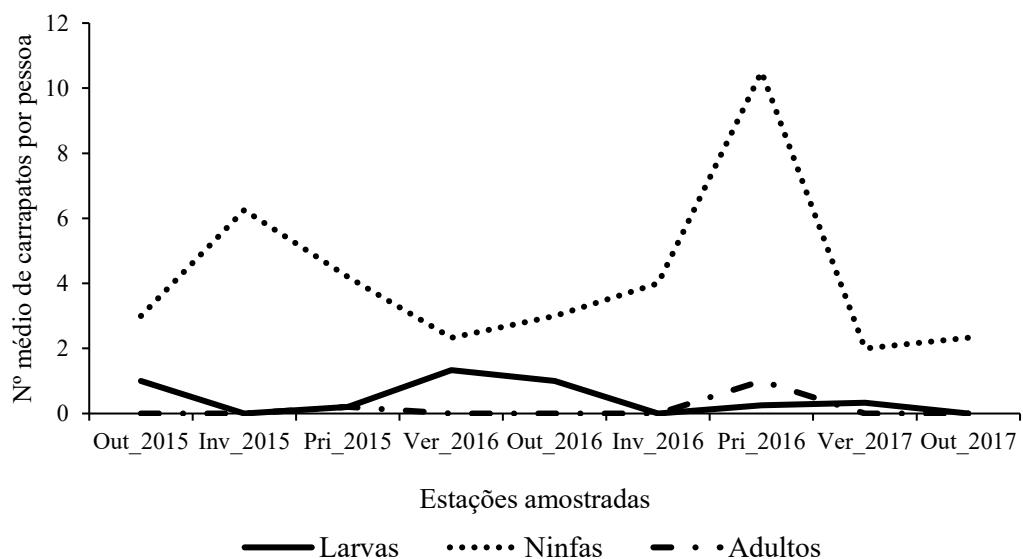


Figura 1. Distribuição sazonal dos estágios de desenvolvimento dos carapatos fixados em humanos (N=152; média de 3 pessoas/estação) no Parque Nacional do Iguaçu entre o outono de 2015 e outono de 2017. Legenda: Out_2015= Outono de 2015; Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

Quanto ao estágio ninfal, *Amblyomma coelebs* foi a espécie mais abundante e a única coletada em todas as estações, com média constante de 2,5 carapato/humano parasitado, exceto na primavera de 2016, onde a média foi de quase 8 carapatos por hospedeiro. Picadas por *A. brasiliense* e *A. incisum* foram registradas no inverno e primavera dos dois anos amostrados (Figura 2).

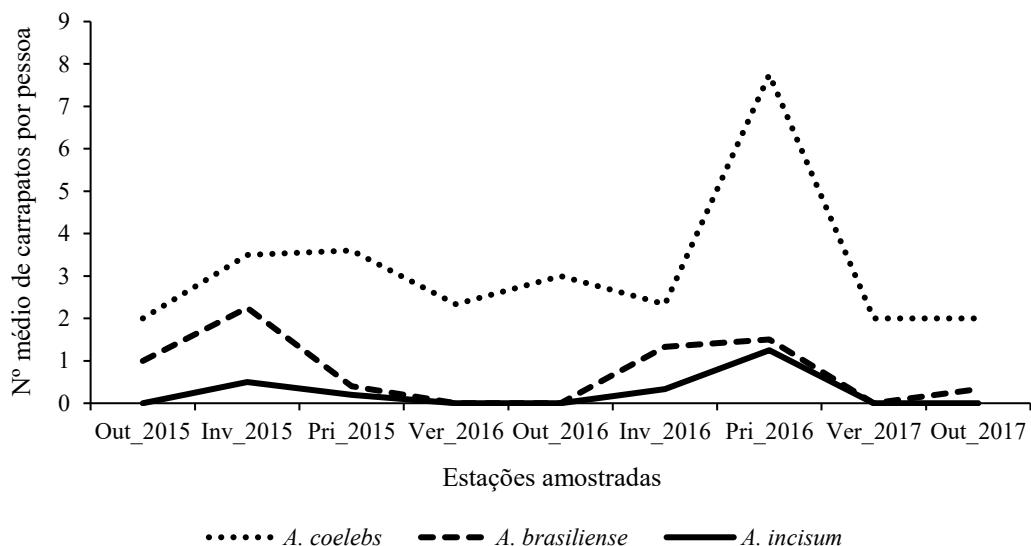


Figura 2. Distribuição sazonal de ninfas de *Amblyomma coelebs*, *A. brasiliense* e *A. incisum* fixados em humanos ($N=138$; média de 3 pessoas/estação) no Parque Nacional do Iguaçu entre o outono de 2015 e outono de 2017. Legenda: Out_2015= Outono de 2015; Inv_2015= Inverno de 2015; Pri_2015= Primavera de 2015; Ver_2016=Verão de 2016; Out_2016= Outono de 2016; Inv_2016= Inverno de 2016; Pri_2016= Primavera de 2016; Ver_2017=Verão de 2017; Out_2017= Outono de 2017.

4. DISCUSSÃO

Este trabalho mostrou que humanos são suscetíveis a picadas de carapatos no Parque Nacional do Iguaçu. Mais da metade dos carapatos coletados estavam fixados na pele dos humanos, exclusivamente do gênero *Amblyomma*, sobretudo, ninfas de *A. coelebs*. No que se refere à riqueza de espécies, apenas carapatos do gênero *Amblyomma* foram registrados parasitando humanos, dentre eles: *A. coelebs*, *A. brasiliense*, *A. incisum* e *A. ovale*. Nossos resultados são semelhantes ao observado por Szabó et al. (2006), com exceção de *A. coelebs*, em uma área de Mata Atlântica preservada em São Paulo. Contudo, diferentemente do constatado por Szabó et al. (2006), o parasitismo de adultos de *A. incisum* não foi verificado aqui. Adicionalmente, registramos *A. coelebs* (ninfas e adultos) realizando hematofagia em humanos. Curiosamente, embora carapatos do gênero *Haemaphysalis* tenham sido encontrados sobre pele e/ou vestimentas dos pesquisadores não observamos parasitismo por essa espécie em

humanos neste trabalho. Contudo, já foram registradas associações entre *H. juxtakochi* e humanos nos estados do Paraná e Rondônia (Arzua et al., 2005; Labruna et al., 2005).

De fato, o gênero *Amblyomma* engloba espécies altamente agressivas aos humanos e são responsáveis pela transmissão de importantes patógenos, constituindo-se, portanto, um problema de saúde pública na região Neotropical (Guglielmone et al., 2006). Adicionalmente, assim como em outros estudos, o estágio ninfal foi majoritariamente encontrado parasitando humanos (Lamattina et al., 2016; Ramos et al., 2014). Isso pode estar relacionado ao fato de que na natureza ninfas, quando comparadas com adultos, são (i) mais abundantes, (ii) possuem menor detectabilidade (menor tamanho) e (iii) menor especificidade por hospedeiros. Por outro lado, o pequeno número de episódios de larvas parasitando humanos pode estar relacionado ao seu tamanho, as quais podem ser removidas facilmente durante episódios de coceira, muitas vezes sem sequer terem sido detectadas visualmente pelo hospedeiro. Esse menor parasitismo também pode estar relacionado ao número reduzido de agregados de larvas no ambiente, o que diminui a probabilidade de encontro com o hospedeiro.

De acordo com nossos resultados, humanos parecem ser susceptíveis ao parasitismo por *Amblyomma coelebs*, o que tem sido verificado em outros estudos nos três estágios parasitários (Guglielmone et al., 2006; Lamattina et al., 2014). Associações entre humanos e essa espécie tem ocorrido em vários outros locais da América Latina, dentre eles, reservas de Cerrado no Mato Grosso do Sul (Garcia et al., 2015), áreas de Mata Atlântica de interior, em Missiones na Argentina (Lamattina et al., 2014), na floresta Amazônica (Labruna et al., 2005) e no Chaco paraguaio (Nava et al., 2007) e argentino (Beldomenico et al., 2003). Curiosamente, ao contrário do verificado por Szabó et al. (2006) onde a espécie mais abundante de carapato encontrada no ambiente foi também a que mais picou humanos, aqui, a segunda espécie mais abundante no ambiente (ver capítulo 1) foi a que predominou parasitando humanos. Essa disparidade pode ser um forte indicativo de que *A. coelebs*, além de ser uma espécie muito agressiva ao homem, possui maior especificidade por humanos do que outras espécies que ocorrem no Parque Nacional do Iguaçu.

Ademais, não descartamos a hipótese de que a elevada proporção de parasitismo registrada em humanos por *A. coelebs* possa estar relacionada a sua baixa especificidade pelo hospedeiro (Nava et al., 2013). Essa informação recebe respaldo visto que formas imaturas dessa espécies parasitam grande variedade de vertebrados, e tem sido encontrada em roedores, marsupiais, carnívoros, canídeos e aves (Garcia et al., 2015; Lamattina et al., 2014; Ogrzewalska et al., 2011; 2015; Sponchiado et al., 2015; Witter et al., 2016). Em condições naturais antas (*Tapirus terrestris*) são hospedeiros primários de *A. coelebs* (Labruna et al.,

2010), no entanto, em ambientes antropizados já foram registados em cavalos (Beldomenico et al., 2003).

Embora *A. coelebs* seja amplamente distribuído na região Neotropical (Guglielmone et al., 2004) sua importância para a saúde pública é desconhecida. Em verdade, já foram encontrados no Brasil espécimes infectados com *Rickettsia amblyommatis* (citado como “*Candidatus Rickettsia amblyommii*”), uma bactéria do grupo da febre maculosa (Labruna et al., 2004). A associação de *R. amblyommatis* (antiga *R. amblyommii*) com carapatos *A. coelebs* merece atenção especial, visto que tal associação foi detectada no Parque Nacional do Iguaçu (PNI), inclusive em um espécime que estava parasitando humano (Barbieri et al., dados não publicados). Embora haja ausência de relatos sobre patogenicidade dessa bactéria no Brasil, na Carolina do Norte, EUA, suspeita-se que *R. amblyommatis*, encontrada em carapatos *Amblyomma americanum*, possa ser responsável por uma doença relatada como Febre Maculosa das Montanhas Rochosas mais branda (Apperson et al., 2008), sugerindo que esta riquetsiose pode ser causadora de uma doença emergente (Parola et al., 2009). Somado a isso, a transmissão de patógenos por *Amblyomma coelebs* poderia ser potencializada devido a possível presença de proteínas imunomoduladoras na saliva desse carapato (Garcia et al., 2015).

Amblyomma brasiliense, *A. incisum* e *A. ovale* também têm sido encontrados parasitando humanos em vários locais da América Latina (Lamattina et al., 2014; 2016; Szabó et al., 2006; 2009). Apesar de todos os estágios de *A. brasiliense* serem agressivos aos humanos (Lamattina et al., 2014; 2016; Szabó et al., 2006), suídeos selvagens da família Tayassuidae são os principais hospedeiros primários de *A. brasiliense*, enquanto que estágios ninfais estão associados com vários táxons de mamíferos (Martins et al., 2015; Szabó et al., 2009). Até o momento *A. brasiliense* não foi encontrada infectada com *Rickettsia* sob condições naturais (Sabatini et al., 2010).

Sob condições naturais, antas (*Tapirus terrestris*) são os principais hospedeiros de adultos de *A. incisum* enquanto que ninfas se alimentam em artiodáctilos e carnívoros (Nava et al., 2017). O parasitismo por ninfas de *A. incisum* visto aqui não é surpresa e tem sido reportadas como altamente agressivas aos humanos (Guglielmone et al., 2006; Szabó et al., 2006). Adicionalmente, foram isoladas e detectadas *Rickettsia monteiroi* e *R. belli*, respectivamente, em espécimes de *A. incisum* coletados em uma reserva de Mata Atlântica (Pacheco et al., 2008; 2011). Embora essas duas espécies de riquetsias apresentem patogenicidade desconhecida aos humanos, *R. monteiroi* é proximamente relacionada com *R. canadensis*, uma bactéria responsável por causar doenças em humanos nos Estados Unidos (Parola et al., 2009).

O parasitismo por *A. ovale* em humanos já foi registrado em vários países da América Latina (Guglielmone et al., 2006) e especificamente no Brasil são numerosos os casos de Norte a Sul (Arzua et al., 2005; Jaguezeski et al., 2017; Labruna et al., 2005; Szabó et al., 2006). Em ambientes selvagens, adultos de *A. ovale* se alimentam em carnívoros, enquanto que estágios imaturos são comumente encontrados em pequenos roedores e em aves (Labruna et al., 2005; Martins et al., 2015). Quando considerada a influência antrópica, o cão é o hospedeiro que possui maior quantidade de relatos de parasitismo para a fase adulta desta espécie de carapato (Guglielmone et al., 2003). Cabe destacar que tanto humanos quanto cães domésticos tornam-se susceptíveis ao parasitismo por essa espécie quando adentram áreas florestais (Szabó et al., 2006).

Amblyomma ovale possui importância epidemiológica, pois além de parasitar humanos com frequência, está envolvido no ciclo de *Rickettsia* sp. cepa da Mata Atlântica, uma riquesiose com sintomas clínicos brandos com ocorrência já determinada em três países da América Latina (Londoño et al., 2014; Lopes et al., 2016; Spolidoro et al., 2010). Especificamente no Brasil, *A. ovale* está associado com esta riqueústia em áreas de Mata Atlântica (litoral de SP, SC e RS) e no Pantanal (Melo et al., 2016; Szabó et al., 2013; Vizzoni et al., 2016). A despeito disso, já foi comprovado experimentalmente que os três estágios de desenvolvimento dessa espécie são competentes na transmissão e reservatório dessa riqueústia (Krawczak et al., 2016). Adicionalmente, *R. belli*, cuja patogenicidade é desconhecida, já foi isolada de *A. ovale* coletados em áreas de floresta amazônica e de Mata Atlântica (Labruna et al., 2004; Pacheco et al., 2008).

Apesar dos pesquisadores usarem roupas que protegem pernas e braços da escalada dos carapatos, partes do corpo como mãos e pescoço ficaram expostas, contribuindo para o maior número de parasitismo de ninfas e adultos nos membros. Acreditamos que o local da fixação dos carapatos nos humanos possa estar relacionado ao comportamento tanto do hospedeiro quanto desses vetores. Se por um lado, a posição vertical dos braços, sobretudo durante o arraste de flanela na mata, poderia facilitar o parasitismo dos carapatos, por outro, a altura de espreita destes ectoparasitas coincide com altura das pernas dos humanos, o que facilita o acesso ao hospedeiro. Contudo, contrariamente ao visto em ninfas e adultos, larvas estavam fixadas principalmente no tronco, o que pode estar relacionado com à sua baixa detectabilidade e maior dificuldade de remove-las dessa parte do corpo.

Estudos tem mostrado que local de fixação do carapato pode influenciar na probabilidade de detecção, e, portanto, no tempo que ele permanece aderido ao hospedeiro. Isso possui implicações epidemiológicas diretas, uma vez que quanto maior o tempo de fixação,

maior a probabilidade que ocorra transmissão de patógenos. Por exemplo, em um experimento utilizando pequenos roedores, Saraiva et al. (2014) observaram que são necessárias dez horas para que ocorra transmissão de *Rickettsia rickettsii* por ninfas e adultos de *A. aureolatum* não alimentados; entretanto, esse tempo cai para 10 minutos quando o carapato infectado estava parcialmente alimentado.

Nesse trabalho verificamos um padrão sazonal de infestação humana para larvas, ninfas e adultos, que parece estar relacionado com padrões temporais de atividade observados em carapatos em fase de vida livre (veja capítulo 1). O pico de parasitismo de larvas ocorreu entre o verão e outono, o que coincide com picos de larvas do gênero *Amblyomma*, observados nesse mesmo trabalho (capítulo 1). Adicionalmente, aglomerados de larvas do gênero *Amblyomma* predominaram no ambiente e foram os únicos registrados em humanos nesse estudo. Diferentemente do verificado por Lamattina et al. (2016), onde o pico de parasitismo por ninfas foi no inverno, aqui registrou-se um leve atraso sazonal, registrando-se maior hematofagia entre o inverno e primavera. Da mesma forma, o parasitismo por adultos (*A. ovale*, *A. coelebs* e *A. brasiliense*) correspondeu ao período de maior abundância destas espécies no ambiente, ou seja, nas duas primaveras estudadas. Este padrão sazonal para adultos foi observado por Lamattina et al. (2016), para *Amblyomma ovale* no Parque Nacional del Iguazú, na Argentina.

Exceto para adultos de *A. brasiliense* e de *A. ovale*, já registrados em parasitismo em humanos na região metropolitana de Curitiba, PR (Arzua et al., 2005), todos os demais registros observados nesse trabalho são novos para o estado do Paraná, e especificamente no Parque Nacional do Iguaçu todas as associações descritas aqui são inéditas. O PNI recebe mais de um milhão de visitantes por ano, atraídos sobretudo, por trilhas ecológicas, o que pode expor turistas a picadas durante atividades de lazer na mata, potencializando o risco de transmissão de patógenos. Informações sobre padrões sazonais e de locais de infestação providos por este estudo podem ser valiosos para métodos profiláticos para evitar infestações e reduzir o risco de picada por carapatos. Adicionalmente, estudos ecoepidemiológicos seriam importantes para avaliar a circulação de microrganismos patogênicos e zonas de maior risco de contato com os carapatos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁴

⁴ Referências bibliográficas padronizadas de acordo com normas da revista “International Journal for Parasitology”.

- Angerami, R.N., Câmara, M., Pacola, M.R., Rezende, R.C.M., Duarte, R.M.R., Nascimento, E.M.M., Colombo, S., Santos, F.C.P., Leite, R.M., Katz, G., Silva, L.J., 2012. Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 3, 345-347. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.10.010>.
- Apperson, C.S., Engber, B., Nicholson, W.L., Mead, D.G., Engel, J., Yabsley, M.J., Dail, K., Johnson, J., Watson, D.W., 2008. Tick-borne diseases in North Carolina: is “*Rickettsia amblyommii*” a possible cause of rickettsiosis reported as Rocky Mountain Spotted Fever? Vector-borne and Zoonotic Diseases, 8, 597-606. <https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0271>.
- Arzua, M., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., 2005. Catalogue of the tick collection (Acari: Ixodidae) of the Museu de História Natura Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 22, 623-632. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300015>.
- Beldomenico, P.M., Baldi, C.J., Antoniazzi, L.R., Orduna, G.M., Mariano, Mastropaoletto, M., Macedo, A.C., Ruiz, M.F., Orcellet, V.M., Peralta, J.L., Venzal, J.M., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2003. Ixodid ticks (Acari: Ixodidae) present at Parque Nacional El Rey, Argentina. Neotropical Entomology, 32, 273-277. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200012>.
- Garcia, M.V., Matias, J., Aguierre, A.R., Csordas, B.G., Szabó, M.P.J., Andreotti, A., 2015. Successful feeding of *Amblyomma coelebs* (Acari: Ixodidae) nymphs on humans in Brazil: skin reactions to parasitism. Journal of Medical Entomology, 52, 117-119. <https://doi.org/10.1093/jme/tju060>.
- Guglielmone, A.A., Estrada-Peña, A., Keirans, J.E., Robbins, R.G., 2003. Ticks (Acari: Ixodida) of the Neotropical zoogeographic region. Special Publication of the International Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases-2, Atalanta
- Guglielmone, A.A., Beati, L., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., Nava, S., Venzal, J.M., Mangold, A.J., Szabó, M.P.J., Martins, J.R., González-Acuña, D., Estrada-Peña, A., 2006. Ticks (Ixodidae) on humans in South America. Experimental and Applied Acarology, 40, 83-100. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9027-0>.
- Jaguezeski, A.M., Lavina, M.S., Orsolini, V., Schafer da Silva, A., 2017. *Amblyomma ovale* parasitizing a human. Comparative Clinical Pathology. <https://doi.org/10.1007/s00580-017-2591-3>.
- Krawczak, F.S., Agostinho, W.C., Polo, G., Moraes-Filho, J., Labruna, M.B., 2016. Comparative valuation of *Amblyomma ovale* ticks infected and noninfected by *Rickettsia* sp.

- strain Atlantic rainforest, the agent of an emerging rickettsiosis in Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 7, 502-507. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.02.007>.
- Labruna, M.B., Camargo, L.M.A., Terrasini, F.A., Ferreira, F., Schumaker, T.T.S., Camargo, E.P., 2005. Ticks (Acari: Ixodidae) from the state of Rondônia, Western Amazon, Brazil. Systematic and Applied Acarology, 10, 17-32. <https://doi.org/10.11158/saa.10.1.4>.
- Labruna, M.B., Romero, M., Martins, T.F., Tobler, M., Ferreira, F., 2010. Ticks of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) infesting tapirs (*Tapirus terrestris*) and Peccaries (*Tayassu pecari*) in Peru. Systematic and Applied Acarology, 15, 109-112. <https://doi.org/10.11158/saa.15.2.3>.
- Labruna, M.B., Whitworth, T., Bouyer, D.H., McBride, J., Camargo, L.M.A., Camargo, E.P., Popov, V., Walker, D.H., 2004. *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* tick from the State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. Journal of Medical Entomology, 41, 1073-1081. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.6.1073>.
- Lamattina, D., Nava, S., 2016. Ticks infesting humans in Northern Misiones, Argentina. Medicina, 76, 89-92.
- Lamattina, D., Tarragona, E.L., Costa, S.A., Guglielmone, A., Nava, S., 2014. Ticks (Acari: Ixodidae) of northern Misiones Province, Argentina. Systematic & Applied Acarology, 19, 393-398. <https://doi.org/10.11158/saa.19.4.2>.
- Londoño, A.F., Díaz, F.J., Valbuena, G., Gazi, M., Labruna, M.B., Hidalgo, M., Mattar, S., Contreras, V., Rodas, J.D., 2014. Infection of *Amblyomma ovale* by *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest, Colombia. Ticks and Tick-borne Diseases, 5, 672-675. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.04.018>.
- Lopes, M.G., Junior, J.M., Foster, R.J., Harmsen, B.J., Sanchez, E., Martins, T.F., Quigley, H., Marcili, A., Labruna, M.B., 2016. Ticks and rickettsiae from wildlife in Belize, Central America. Parasites & Vectors, 9, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1348-1>.
- Martins, T.F., Teixeira, R.H.F., Labruna, M.B., 2015. Ocorrência de carrapatos em animais silvestres recebidos e atendidos pelo Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, Sorocaba, São Paulo, Brasil. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 52, 319-324. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i4p319-324>.
- Melo, A.L.T., Witter, R., Martins, T.F., Pacheco, T.A., Alves, A.S., Chitarra, C.S., Dutra, V., Nakazato, L., Pacheco, R.C., Labruna, M.B., Aguiar, D.M., 2016. A survey of tick-borne pathogens in dogs and their ticks in the Pantanal biome, Brazil. Medical and Veterinary Entomology, 30, 112-116. <https://doi.org/10.1111/mve.12139>.

- Nava, S., Lareschi, M., Rebollo, C., Benítez Usher, C., Beati, L., Robbins, R.G., Durden, L.A., Mangold, A.J., Guglielmone, A.A., 2007. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Paraguay. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 101, 255-270. <https://doi.org/10.1179/136485907X176319>.
- Nava, S., Guglielmone, A.A., 2013. A meta-analysis of host specificity in Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 103, 216-224. <https://doi.org/10.1017/S0007485312000557>.
- Nava, S., Venzal, J.M., González-Acuña, D., Martins, T.F., Guglielmone, A.A., 2017. Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, distributions, and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance. Academic Press, United Kingdom.
- Ogrzewalska, M., Literák, I., Capek, M., Sychra, O., Calderón, V.A., Rodríguez, B.C., Prudencio, C., Martins, T.F., Labruna, M.B., 2015. Bacteria of the genus *Rickettsia* in ticks (Acari: Ixodidae) collected from birds in Costa Rica. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6, 478-482. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.03.016>.
- Ogrzewalska, M., Uezu, A., Jenkins, C.N., Labruna, M.B., 2011. Effect of forest fragmentation on tick infestations of birds and tick infection rates by *Rickettsia* in the Atlantic Forest of Brazil. *EcoHealth*, 8, 320-331. <https://doi.org/10.1007/s10393-011-0726-6>.
- Pacheco, R.C., Moraes-Filho, J., Marcili, A., Richtzenhain, L.J., Szabó, M.P.J., Catroxo, M.H.B., Bouyer, D.H., Labruna, M.B., 2011. *Rickettsia monteiroi* sp. nov., infecting the tick *Amblyomma incisum* in Brazil. *Applied and Environmental Microbiology*, 77, 5207-521. <https://doi.org/10.1128/AEM.05166-11>.
- Pacheco, R.S., Richtzenhain, R.L., Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., 2008. Isolation of *Rickettsia bellii* from *Amblyomma ovale* and *Amblyomma incisum* ticks from Southern Brazil. *Revista Mvz Córdoba*, 13, 1273-1279. <https://doi.org/10.21897/rmvz.385>.
- Parola, P., Raoult, D., 2001. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases*, 32, 897-928. <https://doi.org/10.1086/319347>.
- Parola, P., Labruna, M.B., Raoult, D., 2009. Tick-borne rickettsioses in America: unanswered questions and emerging diseases. *Current Infectious Disease Reports*, 11, 40-50. <https://doi.org/10.1007/s11908-009-0007-5>.
- Sabatini, G.S., Pinter, A., Nieri-Bastos, F.A., Marcili, A., Labruna, M.B., 2010. Survey of ticks (Acari: Ixodidae) and their *Rickettsia* in an Atlantic Rain Forest reserve in the State of São Paulo, Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 47, 913-916. <https://doi.org/10.1093/jmedent/47.5.913>.

- Saraiva, D.G., Soares, H.S., Soares, J.F., Labruna, M.B., 2014. Feeding period required by *Amblyomma aureolatum* ticks for transmission of *Rickettsia rickettsii* to vertebrate hosts. Emerging Infectious Diseases, 20, 1504-1510. <https://doi.org/10.3201/eid2009.140189>.
- Spolidorio, M.G., Labruna, M.B., Mantovani, E., Brandão, P.E., Richtzenhain, L.J., Yoshinari, N.H., 2010. Novel spotted fever group rickettsiosis, Brazil. Emerging Infectious Diseases, 16, 521-523. <https://doi.org/10.3201/eid1603.091338>.
- Sponchiado, J., Melo, G.L., Martins, T.F., Krawczak, F.S., Labruna, M.B., Cáceres, N.C., 2015. Association patterns of ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae, Argasidae) of small mammals in Cerrado fragments, western Brazil. Experimental and Applied Acarology, 65, 389-401. <https://doi.org/10.1007/s10493-014-9877-9>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Castagnolli, K.C., Garcia, M.V., Pinter, A., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Castro, M.B., Vogliotti A., 2006. Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing humans in an Atlantic rainforest reserve of Southeastern Brazil with notes on host suitability. Experimental and Applied Acarology, 39, 339-346. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9013-6>.
- Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Garcia, M.V., Pinter, A., Castagnolli, K.C., Pacheco, R.C., Castro, M.B., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Vogliotti, A., Duarte, J.M.B., 2009. Ecological aspects of free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails in an Atlantic Rainforest of Southeastern Brazil. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 103, 57-72. <https://doi.org/10.1179/136485909X384956>.
- Szabó, M.P.J., Pinter, A., Labruna, M.B., 2013. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. Frontiers Cellular and Infection Microbiology, 3, 30-38. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00027>.
- Vizzoni, V.F., Silva, A.B., Cardoso, K.M., Santos, F.B., Stenzel, B., Amorim, M., Vilges de Oliveira, S., Gazeta, G.S., 2016. Genetic identification of *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest in an endemic area of a mild spotted fever in Southern Brazil. Acta Tropica, 62, 142-145. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.06.018>.
- Witter, R., Martins, T.F., Campos, A.K., Melo, A.L.T., Corrêa, S.H.R., Morgado, T.O., Wolf, R.W., May-Júnior, J.A., Sinkoc, A.L., Strüssmann, C., Aguiar, D.M., Rossi, R.V., Semedo, T.B.F., Campos, Z., Desbiez, A.L.J., Labruna, M.B., Pacheco, R.C., 2015. Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) of wild animals in Midwestern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, 7, 415-423. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.12.019>.

CONCLUSÃO GERAL

O presente trabalho realizado no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, mostrou considerável número de espécies de carapatos em vida livre e em menor número em fase parasitária (aves, pequenos mamíferos não-voadores e humanos). O gênero mais abundante foi *Amblyomma*, e dentro desse sobretudo a espécie *A. brasiliense*. Destaca-se que a maioria das espécies coletadas em vida livre apresentaram uma distribuição sazonal, com predominância de larvas no verão e outono, ninhas no inverno e adultos na primavera, sugerindo um ciclo de vida anual. Quanto ao comportamento de espreita na vegetação, a maioria dos carapatos foi detectada entre 30-59 cm, o que está em consonância com a altura de hospedeiros de médio e grande porte, abundantes no Parque Nacional do Iguaçu. Conforme o esperado, adultos ficaram mais altos do que ninhas, contudo a altura de espreita das larvas não diferiu significativamente das ninhas e dos adultos. Acreditamos que o padrão de altura de espreita dos carapatos possa estar associado mais às características intrínsecas das espécies coletadas do que à umidade, já que a última não parece ser um fator limitante na área de estudo. Houve diferença nas proporções de espécies de carapatos coletadas entre as subáreas do estudo, que pode estar relacionado à aspectos de cada área, que influenciam diretamente no microclima e na presença das espécies. Investigações sobre a estrutura do habitat poderiam ajudar a compreender quais características poderiam ser os determinantes da comunidade de carapatos. Embora o arraste de flanela tenha se mostrado mais eficiente do que a busca visual, as duas metodologias são complementares, pois juntas maximizam a coleta de indivíduos que estejam mais próximos ao solo e em comportamento de espreita na vegetação.

Quanto aos carapatos em fase de parasitária, as aves apresentaram valores usuais de parasitismo, apresentando associações com *A. longirostre*. Curiosamente, nenhum indivíduo de *A. longirostre* foi detectado em vida livre, sugerindo que esta espécie possui um ciclo de vida arborícola. Ao contrário do esperado, não houve parasitismo em pequenos mamíferos. Para o parasitismo em humanos, esse trabalho mostrou que o risco de picadas pode ser maior entre inverno e primavera, período que coincide com a maior presença das ninhas no ambiente e também temperaturas mais agradáveis para atividades de lazer ao ar livre. Os resultados obtidos a partir desse estudo expandem o conhecimento sobre biodiversidade e podem fornecer subsídios para trabalhos futuros que investiguem outros aspectos ecológicos e o papel epidemiológico dos carapatos no Parque Nacional do Iguaçu.