



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

PPGBC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Brenda Karolina Gomes Almeida

**ÁCAROS MESOSTIGMATAS ECTOPARASITAS DE MORCEGOS NA AMAZÔNIA
ORIENTAL BRASILEIRA**



Orientadora: Profa. Dra. Janice Muriel Cunha (UFPA)

Coorientador: Prof. Dr. Almir Pepato (UFMG)



ALTAMIRA - PA

MAIO – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Brenda Karolina Gomes Almeida

**ÁCAROS MESOSTIGMATAS ECTOPARASITAS DE MORCEGOS NA AMAZÔNIA
ORIENTAL BRASILEIRA**

Orientadora: Profa. Dra. Janice Cunha (UFPA)

Coorientador: Prof. Dr. Almir Pepato (UFMG)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA - PA

MAIO – 2018

Dedicatória

À **Selma Maria Gomes Almeida** (mãe) e **Carlos Alberto da Cruz Almeida** (pai) pela
existência universal e estímulos.

À **Ágatha Sophia Almeida Pontes** (filha) pela minha versão MÃE.

À **Janice Muriel-Cunha** por todo o apoio acadêmico e pessoal

Dedico!!!



“So many mites, so little time”
(Barry M. OConnor)

“A mente isolada move-se em círculos lentos, e os avanços são raros.”
(Frase do livro *Diversidade da vida*, de Edward O. Wilson)

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à **Fundação de aperfeiçoamento a pesquisa – FAPESPA** em parceria com a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pela bolsa concedida durante os dois anos de mestrado, sem tal auxílio financeiro, jamais poderia manter-me cursando uma pós-graduação fora de casa. À Universidade Federal do Pará – UFPA, campus de Bragança, especialmente ao **Laboratório de Ictiologia e Biodiversidade Subterrânea da Amazônia (Labisa)** pelo espaço físico e a infraestrutura necessária ao desenvolvimento desta dissertação.

À minha orientadora acadêmica e da vida, **Profa. Dra. Janice Muriel-Cunha** pelos estímulos, confiança, financiamentos, reciprocidade e por nos impulsionar ao conhecimento. Obrigada pela prática de autonomia e por me deixar aprender com minhas decisões na vida acadêmica da pesquisa. Obrigada pela ética, respeito e compromisso absorvidos durante a minha formação profissional. E por acreditar (como eu acredito) na transformação que a educação (conhecimento) pode fazer na vida do outro. Muito obrigada!

Ao meu coorientador, **Prof. Dr. Almir Pepato (UFMG)** pelo direcionamento, entusiasmo, atenção e financiamento na pesquisa com os ácaros. Obrigada por confiar em minha competência científica (mesmo à distância) e colocar-me em contato com suas parcerias internacionais e nacionais sempre que tem oportunidade. Você é minha referência em Acarologia! Muito obrigada!

Ao Acarologista **Prof. Dr. Klimov Pavel** pela confiança e cumplicidade nesta pesquisa mesmo à distância e, pela busca de literaturas essenciais para as identificações e conhecimento do grupo biológico estudado, as quais, não teria acesso. Obrigada!

Ao “morceólogo” **Dr. Leonardo Trevelin** pela amizade, parceria e principalmente pela confiança inicial (jamais posso esquecer isso) com uma aluna de graduação entusiasmada com os ácaros das suas amostras de morcegos. Obrigada! À doutoranda **Rosangela Santa Brígida** pela amizade e parceria inesperada nas orientações sobre as análises. Espero conhecê-la pessoalmente. Obrigada, você foi essencial!

Aos meus jovens amigos acarólogos: **Paulo Silveira** e **Leonardo Quaresma** pelo comprometimento e paciência com minhas dúvidas sobre a taxonomia por via internet e pessoalmente (recentemente). Além deles, **Pedro Silva** e **Ricardo Bassini** sempre empolgados com ácaros. A Acarologia só tem a crescer com vocês!

Ao **Laboratório de Ictiologia de Altamira (LIA)**, na pessoa do professor Dr. Leandro Sousa pelo acolhimento e estadia, nas idas e vindas ao meu querido rio Xingu. Ao professor

Dr. Thiago Bernardi pela assistência durante as coletas referentes aos municípios de Altamira, Brasil Novo e Vitória do Xingu e, pelo auxílio nas identificações de alguns desses hospedeiros.

E a todos do **Laboratório de Sistemática e Coevolução (LASCO)** e ao professor Dr. Marcus Vinícius por todos estes anos vivenciados juntos ao LABISA no compartilhamento de experiências pessoais e profissionais.

Ao pessoal do **LABISA**, Renan Leão, Phillipe Figueiredo, Custódio Evangelista, Haroldo Braga, Marlon Chumber, Karem Campello, Matheus Watanabe e Paulo Ferreira obrigada pelas conversas, distrações, amizade e pelos cafés (ou chás) da tarde.

Ao pessoal do **PPGBC**, especialmente ao Alisson, Aline, Ivan, Renan, Phillippe, Joice pela convivência e cumplicidade nas disciplinas que cursamos juntos.

Aos amigos de **casa e do laboratório**: Phillipe Figueiredo, Renan Reis, Clarisse Figueiredo e Damires Sanches pelo companheirismo e amizade.

Agora, os agradecimentos informais, mas não os menos importantes: Ao meu pai **Carlos Almeida** e minha mãe **Selma Almeida** pelo amor, educação, exemplo moral e apoio financeiro incondicional e, por segurarem “as pontas” com a Sophia quando estive longe. À **Sophia Almeida**, filha amada, pela compreensão e paciência nas minhas ausências, mas foram necessárias para este progresso acadêmico. Obrigada!

À minha irmã **Bruna Almeida**, pelo amor e cuidado com a Sophia, como se fosse sua filha. E é! Ao meu irmão **Bruno Almeida** por me fazer seu exemplo de vida! À minha vó **Solange Cruz Almeida** (*in memória*), com o seu falecimento percebi e sentir “na pele” como a vida é um “trem bala”. Saudades eternas vovó.

Ao **Philippe Figueiredo** pelos conselhos, broncas, pelo auxílio no equilíbrio emocional e experiências vivenciadas juntos. Valeu, amigo! E aos amigos de sempre: **Cristovão Pereira**, **Naza** e **Neia de Jesus** pela eterna amizade, mesmo distante a nossa amizade permanece viva!

SUMÁRIO

Resumo geral	8
Introdução geral	8
Objetivos	11
Literatura citada	11
ARTIGO- INTERAÇÕES ENTRE ÁCAROS MESOSTIGMATAS E MORCEGOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL	14
Introdução	17
Material e métodos	19
<i>AMOSTRAGEM DOS HOSPEDEIROS E DOS ÁCAROS ECTOPARASITAS</i>	<i>20</i>
<i>MONTAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS ÁCAROS</i>	<i>22</i>
<i>ANÁLISES DOS DADOS</i>	<i>22</i>
Resultados	23
<i>CARACTERIZAÇÃO DA ASSEMBLEIA DE ÁCAROS MESOSTIGMATAS E SEUS HOSPEDEIROS</i>	<i>23</i>
<i>INTERAÇÃO ÁCARO-MORCEGO</i>	<i>30</i>
Discussão	35
<i>CARACTERIZAÇÃO DA ASSEMBLEIA DE ÁCAROS ECTOPARASITAS E SEUS HOSPEDEIROS</i>	<i>35</i>
<i>INTERAÇÃO MORCEGO-ÁCARO</i>	<i>37</i>
Agradecimentos	42
Referências bibliográficas	42
Conclusão geral	47
Apêndice 1	49
Apêndice 2	50
Apêndice 3	51
Material suplementar	52
<i>CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS DOS MESOSTIGMATAS ESTUDADOS</i>	<i>52</i>

Resumo geral

O conhecimento sobre a acarofauna é exíguo-devido principalmente a dificuldade de acesso ao bioma e à falta de especialistas no grupo. Os ácaros que parasitam a superfície externa dos corpos de hospedeiros da ordem Chiroptera compreendem quatro ordens. Para descrever o padrão de interações entre os ácaros ectoparasitas de morcegos, a ordem de ácaros mesostigmata foi o grupo-modelo. Neste grupo incluem famílias e gêneros de ácaros parasitas exclusivamente de morcegos, ou mesmo os que parasitam outros vertebrados. Realizamos coletas em 14 localidades, cada uma delas visitada pelo menos duas vezes. Caracterizamos a assembleia de ácaros mesostigmatas e os seus hospedeiros quanto a abundância e riqueza de espécies. Visualizamos e analisamos as interações entre Ácaro-Morcego em redes bipartidas usando métricas a nível de rede e de espécies. Obtivemos o registro de novas interações e novas espécies foram reconhecidas. A rede Ácaro-Morcego apresenta uma alta modularidade. A espécie de morcego *Carollia perspicillata* foi uma importante espécie-chave para as interações registradas, esteve conectando módulos e com ligações dentro do próprio módulo. Constatamos uma alta relação de EXCLUSIVIDADE entre uma espécie de ácaro e uma espécie de morcegos na rede. Estes resultados são um importante alerta para a conservação desses organismos e seus ambientes. Visto que a região de estudo se encontra em constante exploração dos recursos naturais causando alterações abruptas da paisagem. Tais interações são pouco conhecidas. Numa escala evolutiva estas espécies teriam pouco tempo para adaptar-se e deixariam de existir.

Introdução geral

Os ácaros e carrapatos pertencem a subclasse Acari, um agrupamento megadiverso de aracnídeos com 39.847 espécies descritas (Zhang, 2011). Provavelmente é um grupo parafilético, com as superordens Acariformes e Parasitiformes mais proximamente relacionados a outros grupos de aracnídeos que entre si (Pepato & Klimov, 2015; Pepato et al., 2010) (FIGURA 01). São frequentemente encontrados em diversos ambientes terrestres, aquáticos e subterrâneos, de vida livre, ecto ou endoparasitas de vertebrados e invertebrados (Krantz & Walter 2009; Walter & Proctor, 2013).

Os ácaros ectoparasitas de morcegos são classificados nas ordens Trombidiformes e Sarcoptiformes (Acariformes), Mesostigmata e Ixodida (Parasitiformes) (Krantz & Walter, 2009). Estes aracnídeos utilizam recursos da superfície externa do corpo do hospedeiro (sangue, pele, orelha, pelagem e asas) para fixação, alimentação e reprodução.

Diversas são estratégias de sobrevivência com ciclos de vidas complexos envolvendo vertebrados como hospedeiros (Radovsky, 1966), como parasitas temporários e organismos de vida livre, dependendo da fase de desenvolvimento (Silveira et al., 2015). Alguns desses ácaros utilizam o hospedeiro apenas para a dispersão (Radovsky, 1985) e outros ácaros dependem totalmente do hospedeiro como recurso alimentar em todo seu ciclo de vida (Rudnick, 1960).

A relação entre algumas famílias de Mesostigmatas como Spinturnicidae, Macronyssidae e Laelapidae, sugerem adaptações fisiológicas e morfológicas entre parasitas e seus hospedeiros que envolvem processos evolutivos. Representantes de outras famílias como Trombiculidae, Ixodidae e Argasidae (ordens Trombidiformes e Ixodida-as duas últimas, respectivamente) podem parasitar diferentes hospedeiros durante o ciclo de vida. Fica por ser testada, portanto, a hipótese de que aquelas associações mais especializadas, diferente dos grupos mais generalistas, levaram a filogenias congruentes das espécies parasitas e hospedeiras (Dusbabek, 2002).

Dentre os Mesostigmatas neotropicais, as evidências de coevolução com seus hospedeiros (morcegos) apoiam-se na distribuição restrita de alguns gêneros (família Spinturnicidae) coincidirem com a mesma região biogeográfica de seus hospedeiros: *Periglischrus* Kolenati, 1857 é restrito ao continente americano e comumente encontrado em morcegos da família Phyllostomidae (Morales-Malacara & Juste, 2002); *Spinturnix* von Hayden 1826 é cosmopolita, em morcegos da família Vespertilionidae (Herrin & Tipton, 1975); *Cameronieta* Machado-Allison, 1965 com espécies ocorrendo em Cuba, Venezuela, Porto Rico e Brasil, sendo constantemente associado aos morcegos da família Mormopidae (Almeida et al., 2016; Dusbábek, 1967; Herrin & Tipton, 1975); o gênero monotípico *Paraspinturnix* Rudnick, 1960 ocorre na América do Norte associado as espécies de morcegos pertencentes ao gênero *Myotis* (Vespertilionidae); e *Mesosperiglischrus* restritos as espécies de morcegos da família Natalidae. Estes ácaros têm pouca mobilidade e a sua distribuição depende do hospedeiro que ele está associado.

Os estudos com ectoparasitas de morcegos ampliam o conhecimento sobre a biologia, sistemática, aspectos filogenéticos e distribuição do hospedeiro e do parasita, oferecendo informações relevantes para esclarecer aspectos epidemiológicos para transmissão de algumas doenças (Bertola et al., 2005). Revelam ainda requisitos necessários para se compreender a relação parasito-hospedeiro, do ponto de vista ecológico e evolutivo.

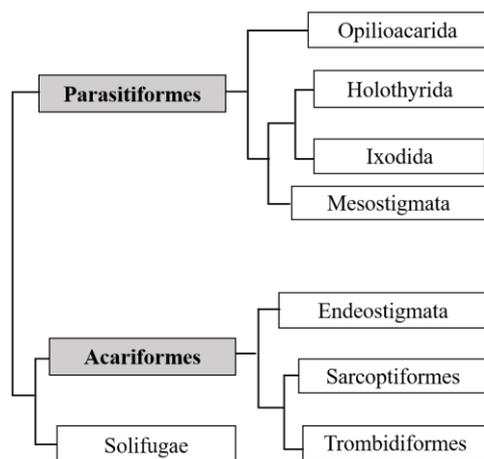


Figura 1: Cladograma adaptado de Pepato & Klimov, 2015. Na figura, as caixas acinzentadas correspondem as duas superordens da subclasse Acari.

São conhecidas 51 espécies nominais de ácaros distribuídas em 10 famílias associadas aos morcegos no Brasil (Silva et al., 2017). Entretanto, são escassos os estudos a respeito da diversidade de ácaros ectoparasitos de morcegos no Brasil quando comparado ao potencial de diversidade existente do grupo (Almeida et al., 2011; Azevedo et al., 2002; Confalonieri, 1976; Dantas-Torres et al., 2009; Gettinger & Gribel, 1989; Silva et al., 2009). Vale destacar que a maioria os trabalhos publicados no país estão relacionados a dípteros ectoparasitas, em detrimentos dos ácaros (Graciolli, 2004; Graciolli & Bernard, 2002; Graciolli & Bianconi, 2007; Graciolli & de Carvalho, 2012; Rui & Graciolli, 2005; Teixeira & Ferreira, 2010).

A composição de espécies da subclasse Acari pode ser considerada subestimada. Quanto aos ácaros ectoparasitas de morcegos da Amazônia paraense o conhecimento é ainda mais deficiente, as coleções científicas no Pará carecem de exemplares testemunhos ou, mesmo quando existem não estão catalogados e identificados mesmo em nível familiar. Os poucos trabalhos se resumem a registros pontuais (Confalonieri, 1976; Machado-Allison, 1967; Machado-Allison & Antequera, 1971), o que, aliado a carência de taxonomistas, culminam na necessidade de estudos que revelem a diversidade da acarofauna associada aos morcegos da Amazônia oriental e que, por meio destes estudos, forme-se taxonomistas e coleções sistematizadas.

Objetivos

Objetivo Geral

- ✓ Caracterizar o sistema de interações parasita-hospedeiro composto por espécies de ácaros Mesostigmata e por espécies de morcegos (Mammalia: Chiroptera) na Amazônia Oriental

Objetivos Específicos:

- ✓ Caracterizar e diagnosticar a diversidade taxonômica de ácaros Mesostigmata associados aos hospedeiros da ordem Chiroptera;
- ✓ Descrever a relação de abundância e riqueza de ácaros com a abundância e riqueza das espécies de morcegos hospedeiros;
- ✓ Caracterizar a estrutura da rede Ácaro-Morcego utilizando métricas a nível de rede e espécie.

Literatura citada

Almeida, J.C., Gettinger, D., & Gardner, S.L. (2016) Taxonomic Review of the Wingmite Genus *Cameronieta* (Acari: Spinturnicidae) on Neotropical Bats, with a New Species from Northeastern Brazil. *Comparative Parasitology*, **83**, 212-220.

Almeida, J.C., Silva, S.S.P., Serra-Freire, N.M., & Valim, M.P. (2011) Ectoparasites (Insecta and Acari) Associated With Bats in Southeastern Brazil. *Journal of Medical Entomology*, **48**, 753-757.

Azevedo, A.A., Linardi, P.M., & Coutinho, M.T.Z. (2002) Acari Ectoparasites of Bats from Minas Gerais, Brazil: Table 1. *Journal of Medical Entomology*, **39**, 553-555.

Bertola, P.B., Aires, C.C., Favorito, S.E., Gracioli, G., Amaku, M., & Pinto-da-Rocha, R. (2005) Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **100**, 25-32.

Confalonieri, U.E.C. (1976) Sobre a família Spinturnicidae Oudemans, 1902 e seus hospedeiros no Brasil, com estudo biométrico de *Periglischrus iheringi* Oudemans, 1902 e *Periglischrus ojustii* Machado-Allison, 1964 (Arthropoda: Acari: Mesostigmata). pp. 92p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. .

Dantas-Torres, F., Soares, F.A.M., Ribeiro, C.E.B.P., Daher, M.R.M., Valença, G.C., & Valim, M.P. (2009) Mites (Mesostigmata: Spinturnicidae and Spelaeorhynchidae) Associated With Bats in Northeast Brazil. *Journal of Medical Entomology*, **46**, 712-715.

Dusbabek, F. (2002). Adaptation of mites and ticks to parasitism. Medical and veterinary aspects. In *Acari Phylogeny and Evolution: Adaptation in Mites and Ticks*, pp. 399-418. Springer Netherlands.

- Dusbábek, F. (1967) New species of the genus *Cameronieta* from Cuba (Acarina: Spinturnicidae). *Folia Parasitol*, **14**, 149-160.
- Gettinger, D. & Gribel, R. (1989) Spinturnicid mites (Gamasida: Spinturnicidae) associated with bats in central Brazil. *Journal of medical entomology*, **26**, 491-493.
- Graciolli, G. (2004) Nycteribiidae (Diptera, Hippoboscoidea) in the Southern Region of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **21**, 971-985.
- Graciolli, G. & Bernard, E. (2002) Novo registros de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Amazonas e Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **19**, 177–181.
- Graciolli, G. & Bianconi, G.V. (2007) Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) em área de Floresta com Araucária no Estado do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 246-249.
- Graciolli, G. & de Carvalho, C.J.B. (2012) Do fly parasites of bats and their hosts coevolve? Speciation in *Trichobius phyllostomae* group (Diptera, Streblidae) and their hosts (Chiroptera, Phyllostomidae) suggests that they do not. *Revista Brasileira De Entomologia*, **56**, 436-450.
- Herrin, C.S. & Tipton, V.J. (1975) Spinturnicid mites of Venezuela (Acarina: Spinturnicidae)-Parte 1. *Brigham Young University Science Bulletin-Biological Series*, **20**, 1-72.
- Krantz, G. & Walter, D. (2009) A Manual of Acarology, 3rd edn. edn. Texas Tech University Press, Lubbock, TX. Nº de paginas faltando
- Machado-Allison, C. (1967) The Systematic Position of the Bats *Desmodus* and *Chilonycteris*, based on Host-parasite Relationships (Mammalia: Chiroptera). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, **80**, 223–226.
- Machado-Allison, C.E. & Antequera, R. (1971) Notes on neotropical Mesostigmata. VI. Four new Venezuelan species of the genus *Periglischrus* (Acarina: Spinturnicidae). *Smithsonian contributions to zoology*, **93**, 1–16.
- Morales-Malacara, J.B. & Juste, J. (2002) Two New Species of the Genus *Periglischrus* (Acari: Mesostigmata: Spinturnicidae) on Two Bat Species of the Genus *Tonatia*(Chiroptera: Phyllostomidae) from Southeastern Mexico, with Additional Data from Panamá. *Journal of Medical Entomology*, **39**, 298-311.
- Pepato, A. & Klimov, P. (2015) Origin and higher-level diversification of acariform mites—evidence from nuclear ribosomal genes, extensive taxon sampling, and secondary structure alignment. *BMC evolutionary biology*, **3148**, 178.
- Pepato, A.R., da Rocha, C.E., & Dunlop, J.A. (2010) Phylogenetic position of the acariform mites: sensitivity to homology assessment under total evidence. *BMC Evolutionary Biology*, **10**, 235.

Radovsky, F.J. (1966) Revision of the macronyssid and laelapid mites of bats: outline of classification with descriptions of new genera and new type species. *Journal of Medical Entomology*, **3**, 93-99.

Radovsky, F.J. (1985) Coevolution of Parasitic Arthropods and Mammals (ed. by K.C. Kim), pp. 441-504. John Wiley & Sons, New York.

Rudnick, A. (1960) A revision of the mites of the family Spinturnicidae (Acarina). *University of California Publication in Entomology*, **17**, 157-284.

Rui, A.M. & Graciolli, G. (2005) Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no sul do Brasil: associações hospedeiros-parasitas e taxas de infestação. *Revista Brasileira de Zoologia*, **22**, 438-445.

Silva, C.D.L., Graciolli, G., & Rui, A.M. (2009) Novos registros de ácaros ectoparasitos (Acari, Spinturnicidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, **15**, 469-471.

Silva, C.d.L., Valim, M.P., & Graciolli, G. (2017) Ácaros ectoparasitos de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, **107**.

Silveira, P.S.A.D., Bernardi, L.F.d.O., & Pepato, A.R. (2015) New records of the genus Whartonia (Acari, Leeuwenhoekiiidae) associated with the bat *Carollia perspicillata* from southeastern Brazil. *Check List*, **11**, 1793.

Teixeira, A.L. & Ferreira, R.L. (2010) Fauna de dípteros parasitas (Diptera: Streblidae) e taxas de infestação em morcegos presentes em cavidades artificiais em Minas Gerais. *Chiroptera Neotropical*, **16**, 748-754.

Walter, D.E. & Proctor, H.C. (2013). Animals as Habitats. In *Mites: Ecology, Evolution & Behaviour*, pp. 341-422. Springer.

Zhang, Z.-Q. (2011) Phylum Arthropoda von Siebold, 1848. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, **3148**, 99-103.

Este capítulo está formatado nas normas da revista ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/13652311/homepage/ForAuthors.html>

Artigo- INTERAÇÕES ENTRE ÁCAROS MESOSTIGMATAS E MORCEGOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL

Janice Muriel-Cunha,
Alameda Leandro Ribeiro s/n,
Cep 68600-000-Bragança, PA – Brasil,
Telefone: (91) 3425-1209.
E-mail: j.muriel.cunha@gmail.com

Interações entre ácaros Mesostigmatas e morcegos na Amazônia oriental, Brasil

BRENDA G. ALMEIDA^{1,2}, ROSÂNGELA S. BRÍGIDA³, ALMIR R. PEPATO⁴ e JANICE M. CUNHA^{1,2} ¹ Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, Instituto de Estudos Costeiros, PA, Brasil, ² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, PA, Brasil, ³ Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, ⁴ Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Resumo. 1. As interações entre os organismos é uma das forças fundamentais para a diversificação das espécies. A maioria dos estudos realizados com ectoparasitas de morcegos até o momento concentraram-se em estudos taxonômicos, de morfologia geral, descritores ecológicos e epidemiológicos, sendo a maioria a respeito dípteras parasitas de morcegos.

2. Este estudo teve o objetivo de descrever os padrões de interações do sistema parasita-hospedeiro da diversidade de ácaros Mesostigmata ectoparasitas de morcegos em diversos ambientes através de análises de redes ecológicas bipartidas.

3. O estudo foi realizado em 14 localidades no bioma da floresta Amazônica, estado do Pará e Maranhão, Brasil. Realizamos 20 noites de capturas de morcegos por meio de redes de neblinas abertas ao anoitecer, algumas localidades foram amostradas duas vezes.

4. Foram coletadas um total de 703 espécimes de ácaros Mesostigmatas pertencentes as famílias Spinturnicidae e Macronyssidae associados aos morcegos. Novos registros de interações entre espécies de morcegos e espécies de ácaros ficaram registradas, ampliamos o registro da distribuição geográfica de parasitas e hospedeiros, além de detectarmos novas espécies de ácaros. A estrutura da rede de ácaros

e morcegos apresentou um nível alto de especialização, com um padrão de alta modularidade em redes desta ordem de ácaros na comunidade de morcegos para a região.

5. Este é o primeiro estudo utilizando a abordagem de redes ecológicas com os ácaros associados a morcegos na porção oriental da floresta amazônica. Sugerimos a espécie de morcego *Carollia perspicillata* como bom modelo de espécie-chave para se compreender as dinâmicas ecológicas e evolutivas dessas interações entre morcegos e ácaros em outras regiões.

Palavras-chave. Biodiversidade, Acari, ectoparasitismo, parasita-hospedeiro, rede ecológica, neotropical

Abstract. 1. Interaction among organisms is one of the fundamental forces of species diversification. Most studies conducted on bats' ectoparasites until now have focused in taxonomy, general morphology, and ecological and epidemiological descriptors, most on dipteran parasites of bats.

2. Our study aimed to describe patterns of interactions in the host-parasite system using the diversity of mesostigmata mites sampled from several environments. We evaluated interactions among organisms through bipartite ecological networks, using metrics at the network and vertex level.

3. The study was carried out in 14 locations in the amazon forest biome, in the states of Pará and Maranhão, Brazil. Mist nets were used, open at dusk. We totaled 20 nights of host captures, and the sampling locations were sampled at least twice.

4. We collected a total of 703 specimens of mesostigmata mites belonging to the families Spinturnicidae and Macronyssidae, which are associated with bats. Novel species have also been recognized and made known to science. New records of interactions occurring between species of bats and mites became known; we expanded the registry of the geographical distribution of parasites and hosts and reveal the high modularity in networks of this order of mites in the community of bats in the region.

5. This is the second study on the association of bats with mites, and the first using the ecological networks approach in the amazon biome, states of Pará and Maranhão, Brazil. We suggest that the bat

species *Carollia perspicillata* is a good key species model to understand the ecological dynamics and evolution of these interactions between bats and mites.

Key words. Biodiversity, Acari, ectoparasitism, parasite-host, ecological networks, Neotropical.

1 **Introdução**

2 A interação entre os organismos é uma das forças fundamentais para a diversificação das espécies
3 (Thompson 2005). Essas relações biológicas podem ser classificadas de acordo com os efeitos
4 causados por uma espécie sobre a outra (interespecíficas) ou entre indivíduos da mesma espécie
5 (intraespecíficas), onde podemos observar relações ecológicas harmônicas quando os dois organismos
6 se beneficiam ou antagonistas quando apenas um organismo pode se beneficiar (Ricklefs 2003). A
7 associação observada entre parasita e hospedeiro resulta da evolução conjunta do parasita
8 correlacionada com a do hospedeiro e remonta tempos geológicos distintos (Mayr 1957), que pode
9 incluir eventos de co-especiação, dispersão, transferências interespecíficas, etc.

10 Dentre os ectoparasitas de morcegos, destacam-se os ácaros e carrapatos representantes das ordens
11 Ixodida, Mesostigmata, Sarcoptiformes e Trombidiformes (Krantz and Walter 2009). A ordem
12 mesostigmatas é uma enorme e cosmopolita assembleia de ácaros altamente diversos em
13 comportamento e habitats, destes a maioria das espécies são predadores (vida livre) e outras fazem
14 simbiose com mamíferos, répteis, aves e artrópodes. As famílias Spelaeorhynchidae Oudemans, 1902
15 e Spinturnicidae Oudemans 1902, são parasitas obrigatórios desses mamíferos; e as famílias
16 Macronyssidae Oudemans, 1936 e Laelapidae Berlese, 1892 parasitam morcegos e outros vertebrados
17 (Confalonieri 1976; Rudnick 1960).

18 Os ácaros ectoparasitas de morcegos desenvolveram distintas adaptações associadas ao parasitismo
19 quanto à localização e identificação do hospedeiro, à fixação ao corpo do hospedeiro, à alimentação e
20 digestão de sangue e mecanismos de defesa, o que inclui mudanças na morfologia, anatomia,
21 fisiologia, imunologia, comportamento e reprodução (Dusbabek 2002).

1 A evolução dos mesostigmatas foi direcionada principalmente pelos números reduzidos de estágios
2 inativos e ativos do ciclo de vida (Radovsky and Furman 1969), sendo uma característica vantajosa ao
3 modo de vida de parasitismo. O surgimento do desenvolvimento “intrauterino” dos estágios de iniciais,
4 no caso dos Spinturnicidae que são parasitas exclusivos de morcegos e passam todos os estágios do
5 ciclo de vida (protoninfa, deutoninfas e adultos) se alimentando do sangue do hospedeiro. São ácaros
6 de corpo achatado dorso-ventralmente e estão adaptados a viver nos patárgios (membrana das asas) dos
7 morcegos, sendo a maior área em relação ao corpo e com alta vascularização (Almeida et al. 2015),
8 com estabilidade de temperatura e umidade (Beck 1966) e menor risco de deslocamento durante o vôo
9 (Radovsky 1967). Apresentam distribuição cosmopolita, no entanto alguns gêneros só ocorrem no
10 Velho Mundo e outros gêneros no Novo Mundo.

11 Os ácaros da família Macronyssidae apresentam distribuição cosmopolita. Pelo menos 13
12 gêneros de Macronyssidae são associados aos morcegos (Radovsky 2010) . Além destes hospedeiros,
13 estes ácaros, são encontrados parasitando outros vertebrados como répteis, roedores, e aves (Radovsky
14 1966). Na maioria, os membros desta família, apresentam hábitos nidícolas, os adultos,
15 principalmente, os machos, permanecem nos abrigos (ou ninhos) de seus hospedeiros, migrando para
16 o corpo do mesmo, quando necessário, para alimentar-se de sangue. Protoninfas e as fêmeas são
17 encontradas principalmente nos hospedeiros, pela maior dependência por alimento. Durante o ciclo de
18 vida, os estágios de protoninfas e adultos (machos e fêmeas) alimentam-se ativamente do hospedeiro,
19 entretanto as deutoninfas são inativas e, portanto, não alimentam-se (Dowling 2006).

20 No Brasil, foram listadas um total de 49 espécies de ácaros pertencentes a 10 famílias associadas
21 às diversas família de morcegos, com ocorrências de três espécies e um gênero da família
22 Spelaerhynchidae, 17 espécies e dois gêneros da família Spinturnicidae e 18 espécies e seis gêneros
23 da família Macronyssidae (Silva et al. 2017) em morcegos das famílias Embalonuridade, Molossidae,
24 Noctilionidae, Phyllostomidae e Vespertilionidae.

1 Entretanto, a maioria dos estudos realizados com ectoparasitas de morcegos até o momento
2 concentraram-se em estudos taxonômicos, de morfologia geral, descritores ecológicos e
3 epidemiológicos, como taxas de infestações, prevalências, sendo a maioria com as Dípteras Streblidae
4 e Nycteribiidae parasitas de morcegos (Graciolli 2004; Graciolli and Bernard 2002; Graciolli and
5 Bianconi 2007; Rui and Graciolli 2005; Teixeira and Ferreira 2010) - poucos tratam dos ácaros
6 parasitas de morcegos (Almeida et al. 2015; Almeida et al. 2016; Almeida et al. 2011; Almeida et al.
7 2017; Silva et al. 2017); e alguns poucos estudos exploraram a relação parasita hospedeiro, mas os
8 dados ainda não foram publicados (Silva 2017).

9 As análises de redes ecológicas bipartidas permitem representar e avaliar as interações entre dois
10 grupos distintos de organismos, de modo que um grupo só interage com outro, não entre si (Newman,
11 2010), através de diversas métricas à nível das espécies e da rede.

12 No geral, espera-se que as redes do sistema parasita hospedeiros sejam modulares, pelo grau de
13 intimidade entre as partições de espécies. Tais eventuais assimetrias inerentes às redes coevolutivas
14 podem aumentar a coexistência a longo prazo e facilitar a manutenção da biodiversidade (Bascompte
15 et al. 2006).

16 Neste estudo revelamos padrões de interações do sistema parasita-hospedeiro utilizando a
17 diversidade de ácaros Mesostigmata, ectoparasitas de morcegos amostrados em diversos ambientes na
18 Amazônia oriental.

19 **Material e Métodos**

20 O estudo foi realizado em 14 localidades no bioma da floresta Amazônica, Estado do Pará e
21 Maranhão, Brasil. As localidades representam fitofisionomias heterogêneas, que incluem desde
22 floresta ombrófila densa em áreas de interflúvios associados às principais bacias hidrográficas da
23 Amazônia paraense, em áreas de planície, planalto e drenagens costeiras, quais sejam englobam três
24 áreas de endemismos: rio Tapajós, Xingu, Tocantins (PA) e Mearim (MA) (Fig. 1; Tabela 1). Estas
25 áreas são consideradas homogêneas quanto a composição da fauna de morcegos (hospedeiros) (Silva

1 et al. 2005; Tavares et al. 2017). As amostragens foram realizadas com o número de licença 42658-1,
2 concedida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade–SISBIO.

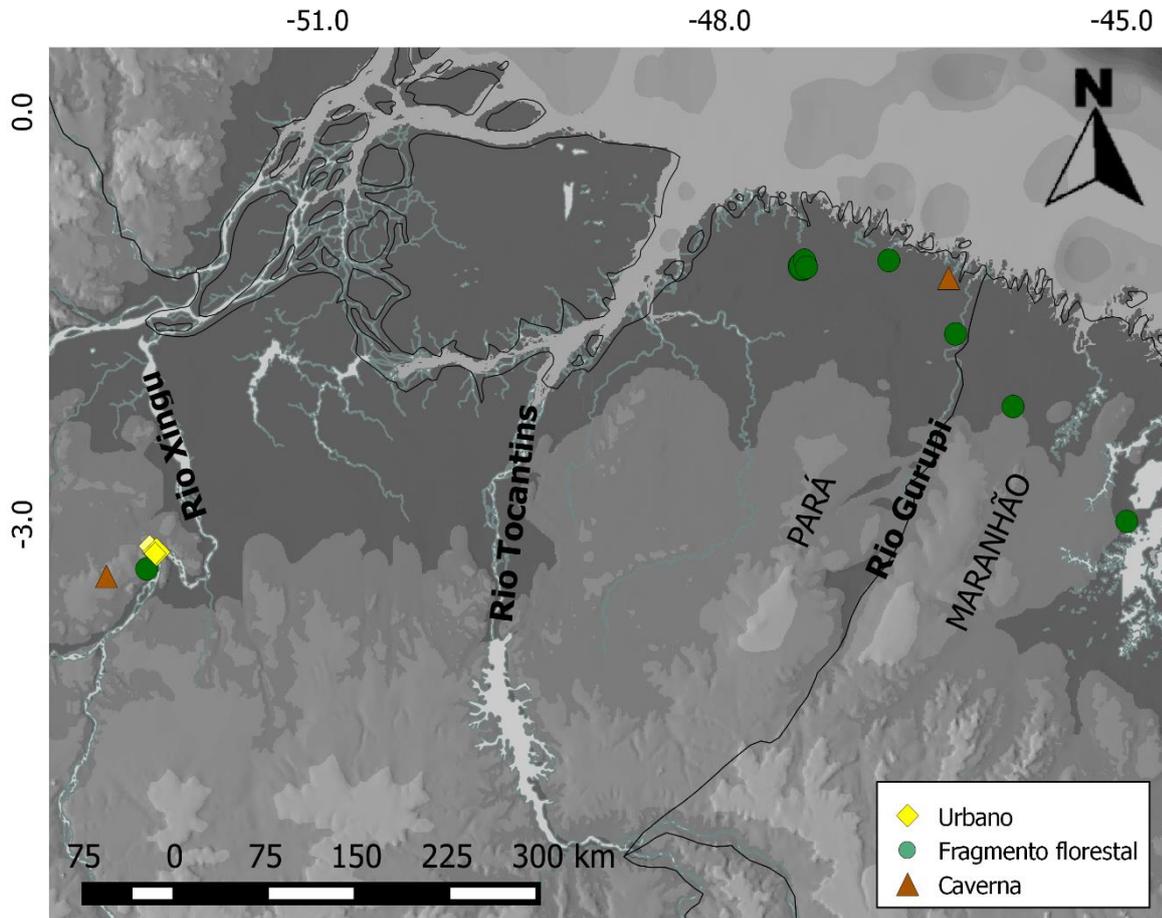


Fig.1. Mapa da região de estudo das interações morcegos-ácaros Mesostigmatas, com indicação das localidades amostradas, tipos de ambientes indicados pelos símbolos e cores na legenda

3 *Amostragem dos hospedeiros e dos ácaros ectoparasitas*

4 Foram usadas redes de neblina (“*mist nest*”), abertas ao anoitecer, por um período de 6 horas e
5 12 horas. As redes foram abertas em clareiras, trilhas ou próximo aos igarapés e em matas próximas a
6 entrada de cavernas, sendo vistoriadas em intervalos de 30 minutos. Foram priorizadas as noites secas
7 e escuras (lua nova). Totalizamos 20 noites de capturas dos hospedeiros, sendo que as localidades de
8 coletas, a maioria, foram amostradas pelo menos duas vezes, quando possível.

1 **Tabela 1.** Localidades amostrais dos morcegos e respectivos ácaros parasitos, por município, tipo de ambiente utilizado
 2 nas análises e coordenadas geográficas.

Nº	Localidades	Município	UF	Ambientes	Coordenadas	
1	Sítio Coringa	Nova Timboteua	PA	Vegetação	S01°04'44.4"	O 047°22'06.5"
2	Sítio Neilson	Nova Timboteua	PA	Vegetação	S01°07'46.3"	O 047°21'11.7"
3	Fazenda japonês	Nova Timboteua	PA	Vegetação	S01°07'27.33"	O 047°23'15.36"
4	Fazenda Sató	Nova Timboteua	PA	Vegetação	S01°07'00.8"	O 047°22'42.2"
5	Vila São José do Gurupi	Viseu-PA	PA	Vegetação	S01°36'51.3"	O 046°14'27.0"
6	Caverna Piriá	Viseu-PA	PA	Caverna Ferrífera	S01°12'33.3"	O 046°17'33.5"
7	Sítio Sr.Riba	Governador Nunes	MA	Vegetação	S02°08'30.3"	O 045°48'43.2"
8	Sítio Sr. Antero	Olinda nova	MA	Vegetação	S02°58'38.6"	O 044°57'50.1"
9	Caverna Planaltina	Brasil Novo	PA	Caverna arenítica	S03°22'38.38"	O 052°34'32.01"
10	UFPA - Campus II	Altamira	PA	Urbano	S03°12'37.8"	O 52°12'44.9"
11	Módulo 2- U.H. Belo Monte	Altamira	PA	Vegetação	S03°19'21.9"	O 52°16'28.9"
12	Sítio Cururutuia	Bragança	PA	Vegetação	S01°04'48.0"	O 6°44'19.5"
13	S. Jaburu	Altamira	PA	Urbano	S03° 11' 58.9"	O 52° 12' 08.6"
14	Betânia	Altamira	PA	Urbano	S03° 9'25.49"	O 52°15'12.74"

3

4 Os quirópteros foram manuseados com auxílio de luva de raspa de couro. Após a captura, cada
 5 morcego foi examinado por dois observadores, simultaneamente, com o auxílio de pinças foram
 6 removidos os seus ectoparasitas (Whitaker et al. 2009), e acondicionados em álcool 100%,
 7 devidamente etiquetados por hospedeiro. Após a retirada dos ectoparasitas, os morcegos foram
 8 mantidos em sacos individuais identificados até o final da coleta, evitando a recaptura.

1 Foram obtidos dados morfométricos, horário de captura, sexo, estágio de desenvolvimento
2 (juvenil ou adulto) e estado reprodutivo dos hospedeiros. Exemplares testemunhos foram sacrificados,
3 fixados em formalina 10% e conservados em etanol 70%. Esses indivíduos tiveram sua identificação
4 confirmada e serão tombados na Coleção de Mamíferos do Museu Paraense Emílio Goeldi como
5 material testemunho. Na eutanásia dos morcegos, foi utilizada uma combinação de 1/1 de xilocaína e
6 Ketamina (0,1mg/100g peso corporal), por via intramuscular na pata posterior esquerda.

7 Os morcegos foram identificados no nível taxonômico específico, pela utilização de
8 características morfológicas descritas nas chaves existentes em Gardner (2007), Lopez-Baucells et al.
9 (2016), Jones and Hood (1993), Vizotto and Taddei (1973) e com auxílio de especialistas.

10 *Montagem e identificação dos ácaros*

11 Os exemplares de ácaros mesostigmatas foram contabilizados e identificados à nível
12 taxonômico de espécies ou foram agrupados em morfótipos. Para as análises morfológicas, os ácaros
13 foram primeiramente mantidos em ácido láctico a 90% por 24 h para clarificação e posteriormente
14 montados em lâminas para microscopia em meio de Hoyer's (Krantz and Walter 2009), mantidas na
15 estufa a 60 °C, por 24 horas ou até completa secagem. Durante as identificações foram usadas as chaves
16 taxonômicas disponíveis em Herrin and Tipton (1975); Krantz and Walter (2009); Radovsky (2010);
17 Saunders (1975) (Fig. 3).

18 *Análises dos dados*

19 A análise de agrupamento foi estimada a partir do índice de similaridade de Jaccard para indicar
20 a proporção de espécies compartilhadas entre duas amostras em relação ao total de espécies, medindo
21 a similaridade da composição de ácaros e morcegos nos ambientes amostrados. Para isso, usamos uma
22 matriz de dados de presença e ausência para as espécies de ácaros por ambientes, e da mesma maneira,
23 para os morcegos, nas colunas estão dispostas as espécies de ácaros ou morcegos e nas linhas os

1 ambientes, para as quais registramos a presença ou ausência das ocorrências de ácaros ou morcegos
2 nesses ambientes.

3 Para a análise de rede, os dados gerais foram organizados em uma matriz adjacente quantitativa
4 (ponderada), onde as células foram preenchidas com a abundância de interações entre as espécies ou
5 morfotipos de ácaros mesostigmatas e as espécies de morcegos, onde as colunas representaram as
6 espécies de ácaros e as linhas as espécies de morcegos. Também foram construídas matrizes
7 qualitativas, onde a ocorrência da interação é representada pelo número 1 e ausência pelo número 0.

8 Para avaliar a completude da amostragem das interações para a amostragem, foi estimado o
9 número (riqueza) de interações únicas acumuladas com o aumento do esforço de amostragem, através
10 de uma curva de acumulação. A análise é inspirada no método de rarefação baseadas em amostras
11 utilizadas para a riqueza de espécies (Devoto et al. 2012; Gotelli and Colwell 2010) e aplicada para
12 redes de interações

13 Caracterizamos a estrutura da rede, calculando algumas métricas ao nível de rede, como a
14 Conectância (C), Aninhamento (WNODF) e a Modularidade (Q) importantes na conservação das redes
15 ecológicas (Tylianakis et al. 2010), além do índice de especialização da rede (H_2'), que fornece uma
16 visão sobre a funcionalidade da rede (Vázquez et al. 2009) e algumas métricas ao nível do vértice, que
17 medem e avaliam o papel e a importância de uma espécie na rede, como o grau (k), especialização das
18 espécies (d') e o grau das espécies nos módulos (Coeficiente de participação C e Conexão Z).

19 Todas as análises estatísticas de redes bipartidas foram calculadas com as funções 'networklevel',
20 'specieslevel' e 'computeModules' do pacote bipartite (Dormann et al. 2009; Dormann et al. 2008),
21 implementado no programa R Studio (R Development Core Team 2008).

22 **Resultados**

23 *Caracterização da Assembleia de ácaros Mesostigmatas e seus hospedeiros*

24 Do total da diversidade de ácaros amostrados neste estudo, registramos 703 espécimes de ácaros
25 Mesostigmatas pertencentes as famílias Spinturnicidae (3 gêneros e 17 espécies) e Macronyssidae (5

1 gêneros e 8 espécies), de 124 indivíduos de morcegos parasitados, pertencentes a 27 espécies, 18
2 gêneros e 5 famílias (total de 549 morcegos, 5 famílias, 18 gêneros e 40 espécies de morcegos
3 capturados) de ambientes das localidades mencionadas anteriormente (Tabela 2 e Apêndices 1-3).

4 Das famílias de ácaros observadas, Spinturnicidae representam 78,3 % da abundância total e
5 maior riqueza de espécies, com 17 espécies (incluindo morfoespécies), esses ácaros representam três
6 gêneros: *Cameronieta*, *Periglichrus* e *Spinturnix*. Sendo o gênero *Periglichrus* o mais abundante e
7 diverso, representado por mais de 50 % dos indivíduos (393 espécimes) coletados, e com 13 espécies
8 registradas.

Tabela 2. Abundâncias absolutas das associações entre as espécies de ácaros Mesostigmatas coletadas sobre os seus hospedeiros morcegos em todos os quatros ambientes.

Táxons de Morcegos	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	Ambientes
EMBALLONURIDAE																												
Emballonurinae																												
<i>Peropteryx kappleri</i>	1																									1	1	Cav. Planaltina
MORMOOPIDAE																												
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	2																							4		10	14	Cav. Planaltina
<i>Pteronotus parnellii</i>	22				2																			4		129	135	Cav. Planaltina
PHYLLOSTOMIDAE																												
Carollinae																												
<i>Carollia perspicillata</i>	2				2																						2	Cav. Planaltina
<i>Carollia perspicillata</i>	8		9		16			1						3											1		30	Vegetação
Desmodontinae																												
<i>Desmodus rotundus</i>	1				5																						5	Urbano
<i>Desmodus rotundus</i>	1														1												1	Vegetação
Glossophaginae																												
<i>Anoura caudifer</i>	1	2																									2	Urbano
<i>Glossophaga soricina</i>	10																	47									47	Cav. Piriá
<i>Glossophaga soricina</i>	1													1													1	Urbano
<i>Glossophaga soricina</i>	2																	5									5	Vegetação
Lonchophyllinae																												
<i>Hsunycteris thomasi</i>	1																	3									3	Vegetação
Lonchorhininae																												
<i>Lonchorhina aurita</i>	5				1												23										24	Cav. Planaltina
Phyllostominae																												
<i>Lophostoma brasiliense</i>	1					2					2																4	Vegetação
<i>Lophostoma carrikeri</i>	1									2																	2	Vegetação
<i>Phyllostomus discolor</i>	1								2												1						3	Urbano
	1						1	9													1						11	Vegetação

Continuação...

Táxons de Morcegos	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total	Ambientes
<i>Phyllostomus hastatus</i>	3							3											2								5	Cav. Piriá
<i>Phyllostomus hastatus</i>	9							101											13	6							120	Vegetação
<i>Tonatia cf. bidens</i>	1										15																15	Urbano
<i>Tonatia saurophila</i>	1																8			3							11	Vegetação
Rhinophyllinae																												
<i>Rhinophylla fischeriae</i>	4											20	21														41	Vegetação
<i>Rhinophylla pumilio</i>	7											5										5					10	Vegetação
Stenodermatinae																												
<i>Artibeus cf. fimbriatus</i>	2													4													4	Urbano
<i>Artibeus gnomus</i>	1																					1					1	Vegetação
<i>Artibeus lituratus</i>	3													13													13	Urbano
<i>Artibeus lituratus</i>	1													8													8	Urbano
<i>Artibeus lituratus</i>	6													15													15	Vegetação
<i>Artibeus obscurus</i>	1													4													4	Urbano
<i>Artibeus obscurus</i>	9													40									3				43	Vegetação
<i>Artibeus planirostris</i>	1													2													2	Urbano
<i>Artibeus planirostris</i>	3							1						3													4	Vegetação
<i>Dermanura cinerea</i>	3													7								6					13	Vegetação
<i>Sturnira lillium</i>	1													1													1	Urbano
<i>Uroderma bilobatum</i>	2													4								2					6	Vegetação
THYROPTERIDAE																												
<i>Thyroptera cf. lavalii</i>	1		32																								32	Vegetação
VESPERTILIONIDAE																												
Vespertilioninae																												
<i>Myotis nigricans</i>	4			9																							65	Vegetação
TOTAL	124	2	41	9	26	2	1	117	2	2	15	25	21	105	1	23	8	55	17	9	0	14	3	8	1	140	703	

Legenda: 1.*Periglischrus cf. paravargasi*; 2.*Synasponyssus wenzeli*; 3.*Spinturnix americanus*; 4.*Radfordiella sp.3*; 5.*Radfordiella sp.2*; 6.*Radfordiella sp.1*; 7.*Periglischrus torrealbai*; 8.*Periglischrus tonatii*; 9.*Periglischrus n.sp.2*; 10.*Periglischrus n.sp.1*; 11.*Periglischrus ramirezi*; 12.*Periglischrus parvus*; 13.*Periglischrus iheringi*; 14.*Periglischrus herrerae*; 15.*Periglischrus gameroi*; 16.*Periglischrus eurysternus*; 17.*Periglischrus caligus*; 18.*Periglischrus acutisternus*; 19.*Parichoronyssus sp.*; 20.*Macronyssus sp.2*; 21.*Macronyssosoides sp.2*; 22.*Macronyssosoides sp.1*; 23.*Cameronieta n.sp.1*; 24.*Cameronieta sp.2*; 25.*Cameronieta almaensis*.

Dentre as espécies de ácaros, o *rank* de abundância apresentou uma distribuição crescente. As espécies *Cameronieta almaensis*, *Periglischrus torrealbai*, *Periglischrus iheringi*, *Macronyssus* sp., *Periglischrus caligus* e *Synasponyssus wenzeli* obtiveram as maiores abundâncias registradas nos morcegos parasitados. As seis espécies acima citadas são responsáveis por 71,8% da abundância total de ácaros parasitos de morcegos registrados neste estudo, para as 15 localidades. As demais espécies de ácaros apresentaram abundâncias abaixo de 5% até 1% (Fig. 8).

Quanto aos morcegos parasitados, a família Phyllostomidae apresentou maior ocorrência de

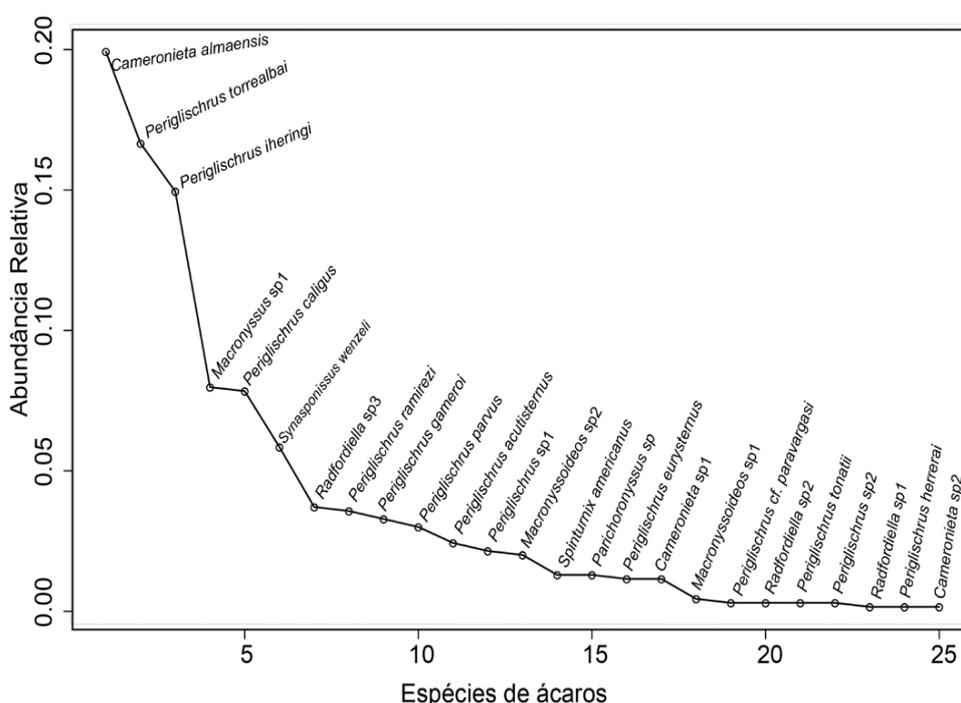


Fig. 8. Distribuição do *ranking* de abundância relativa para as espécies de ácaros Mesostigmatas encontrados parasitando morcegos nas localidades amostradas.

espécies e de indivíduos de ácaros, com 21 espécies, sendo 14 de Spinturnicidae (N=394 indivíduos) e sete de Macronyssidae (N=62 indivíduos) dos ácaros associados a esta família de morcegos. Esta família, também, teve maior riqueza de espécies e abundâncias de morcegos registrados. Dentre os phyllostomídeos, a subfamília Phyllostominae e a Stenodermatinae obtiveram maior riqueza de espécies de ácaros (Fig. 9), e a maior abundância de indivíduos de ácaros ocorreu em Phyllostominae e na família Mormoopidae (*Pteronotus*) (Fig. 10). A subfamília Stenodermatinae apresentou a maior riqueza e maior abundância do total de morcegos phyllostomídeos parasitados.

Em relação a composição das espécies de ácaros e seus morcegos, a análise de medida de distância de similaridade de Jaccard resultou em três agrupamentos, conforme o tipo de ambiente das localidades amostradas (**Fig.11**).

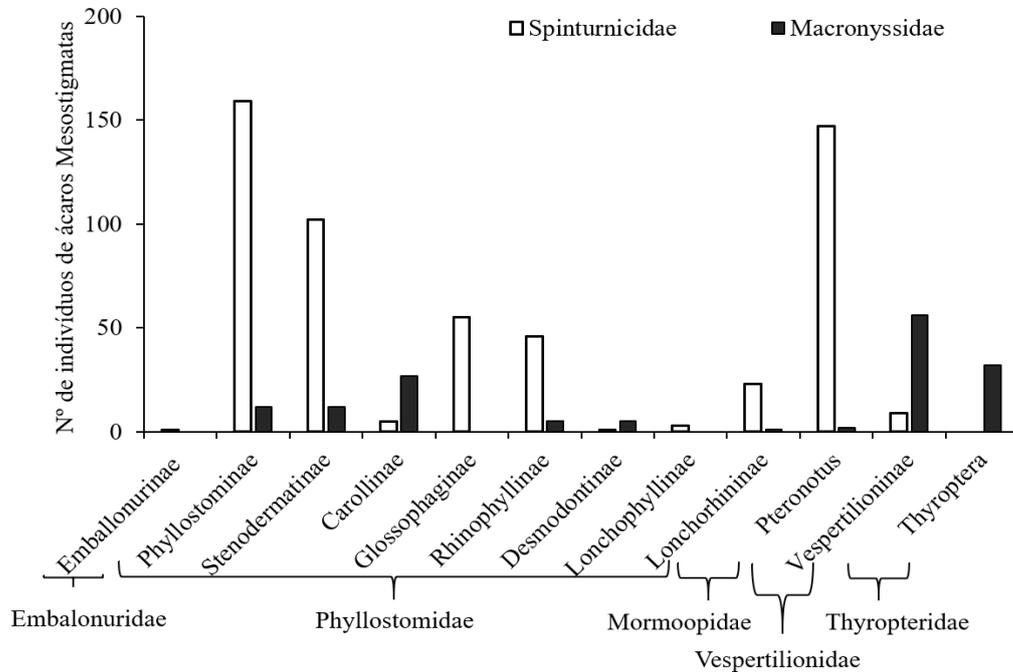


Fig. 9. Abundância de ácaros Mesostigmatas por subfamílias (ou gêneros) de morcegos.

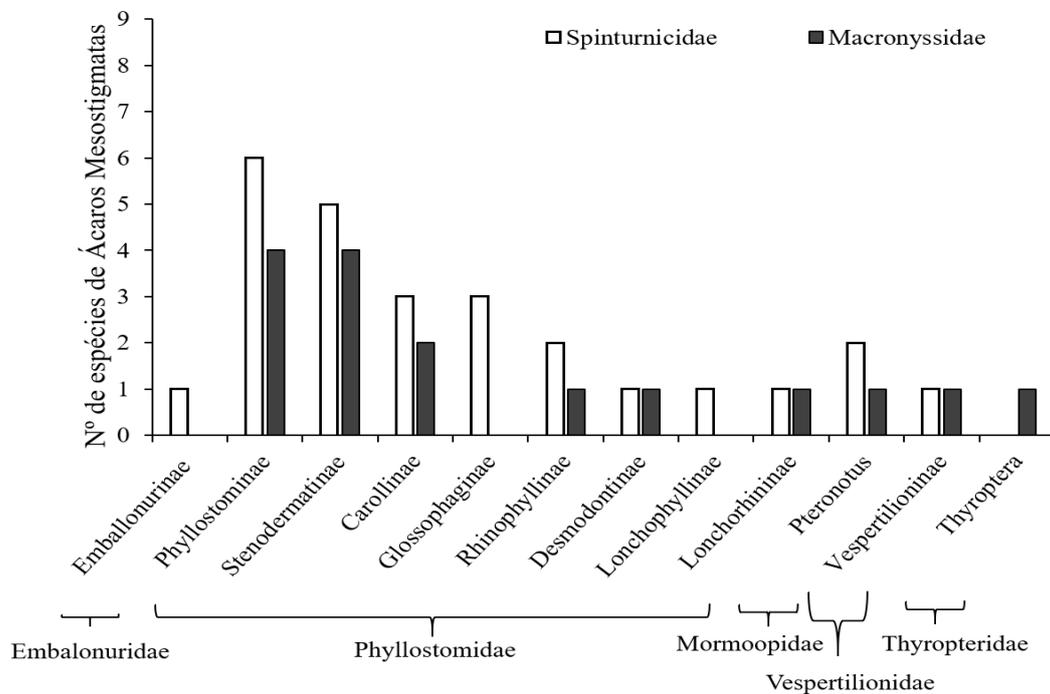


Fig.10. Riqueza de espécies de ácaros Mesostigmatas por subfamílias (ou gêneros) de morcegos.

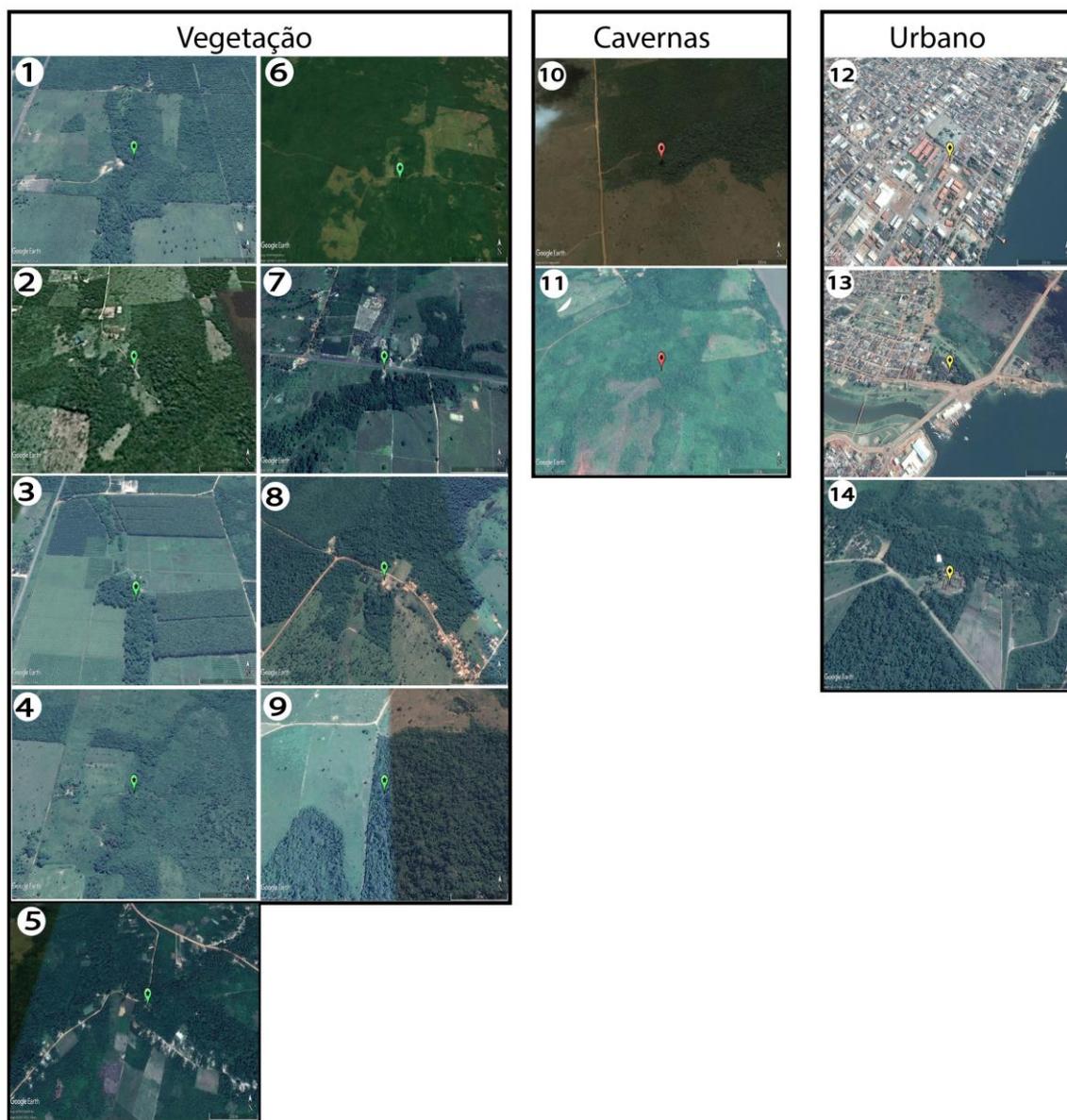
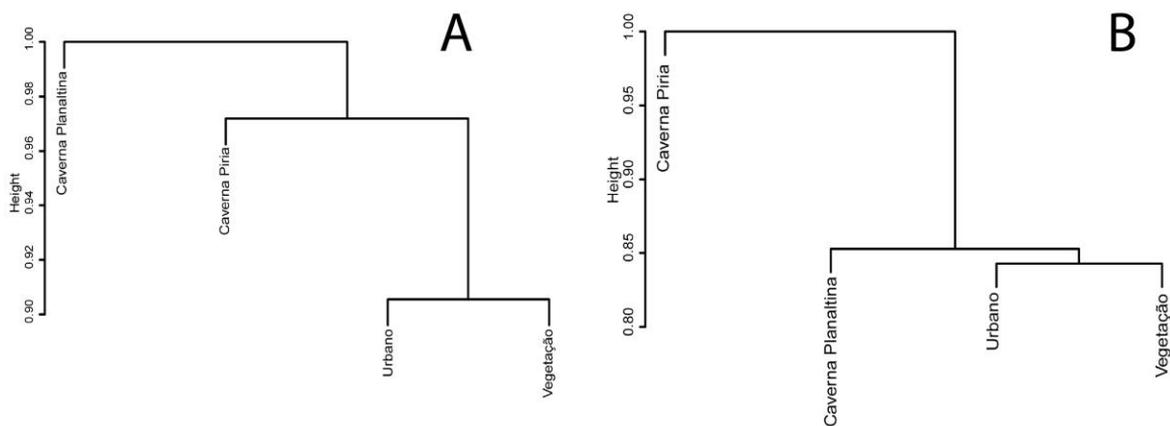


Fig. 11. Dendrograma da medida de similaridade qualitativa de Jaccard. **A=** Análise de agrupamento da composição de ácaros parasitas por ambiente. **B=** Análise de agrupamento da composição das espécies de morcegos parasitados inventariadas por ambientes. Imagens abaixo representando cada sítio de coleta, numerados de 1 a 15. NOVA TIMBOTEUA: 1= S. coringa, 2=F. Japonês, 3= F. Sató, 4=S. Neilson; BRAGANÇA: 5= S. cururutuia; VISEU: 6= Vila São José, 11= C.Piriá; G.NUNES: 7=S.Riba; O.NOVA: 8=S.Antero; ALTAMIRA: 9=Módulo 2 da UH Belo Monte, 12=UFPA, campus 2; 13=S.Jaburu, 14=Betânia; BRASIL NOVO: 10=C.Planaltina.

Interação Ácaro-Morcego

A matriz de dados inclui 25 espécies (incluindo morfotipos) de ácaros mesostigmatas ectoparasitas e 27 espécies de morcegos (25 X 27), representantes das famílias Embalonuridae (1 subfamília), Phyllostomidae (8 subfamílias), Mormoopidae, Vespertilionidae (1 subfamília) e Thyropteridae. As espécies de ácaros pertencem a oito gêneros, inclusos nas famílias Spintunicidae e Macronyssidae.

A curva de rarefação de interações mostrou-se muito próximo da riqueza assintótica, obtivemos uma riqueza observada de 50 interações únicas, o que correspondeu a 90,9% das interações esperadas entre esses parasitas e seus hospedeiros (Fig. 12).

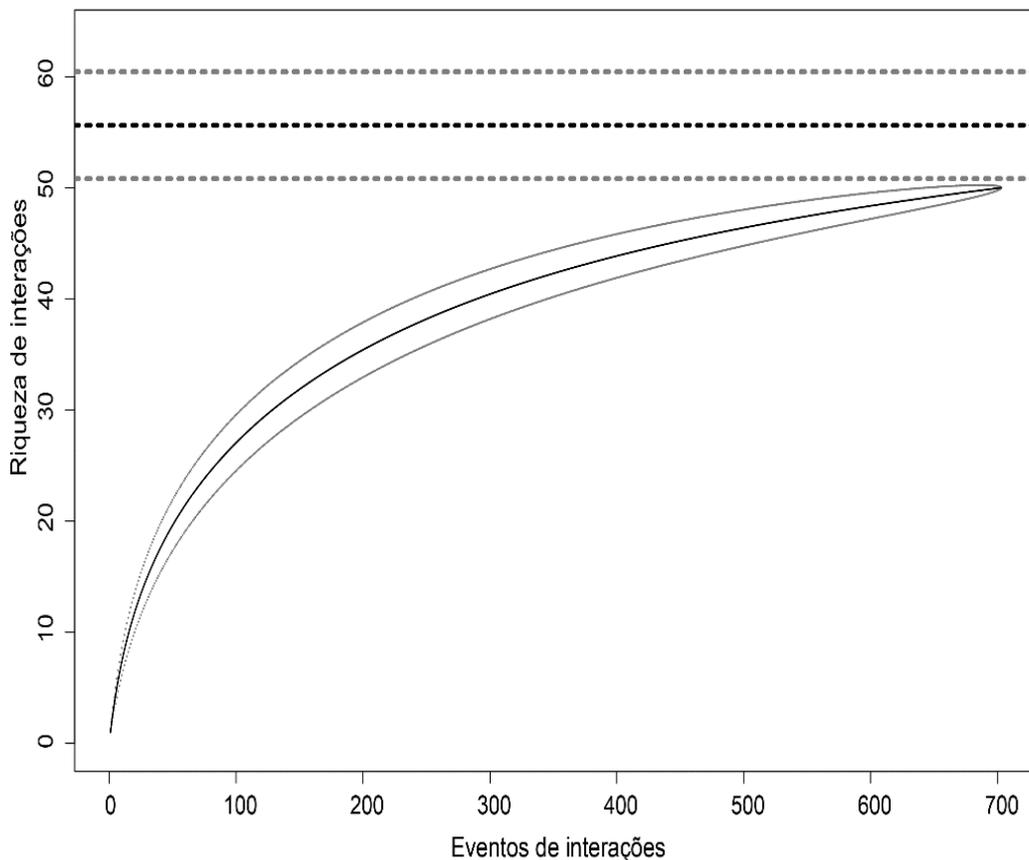


Fig. 12. Curva de rarefação da riqueza de interações amostradas. A riqueza de interações (linha tracejada escura) com o erro padrão (linhas tracejadas cinza) são mostradas como linhas horizontais.

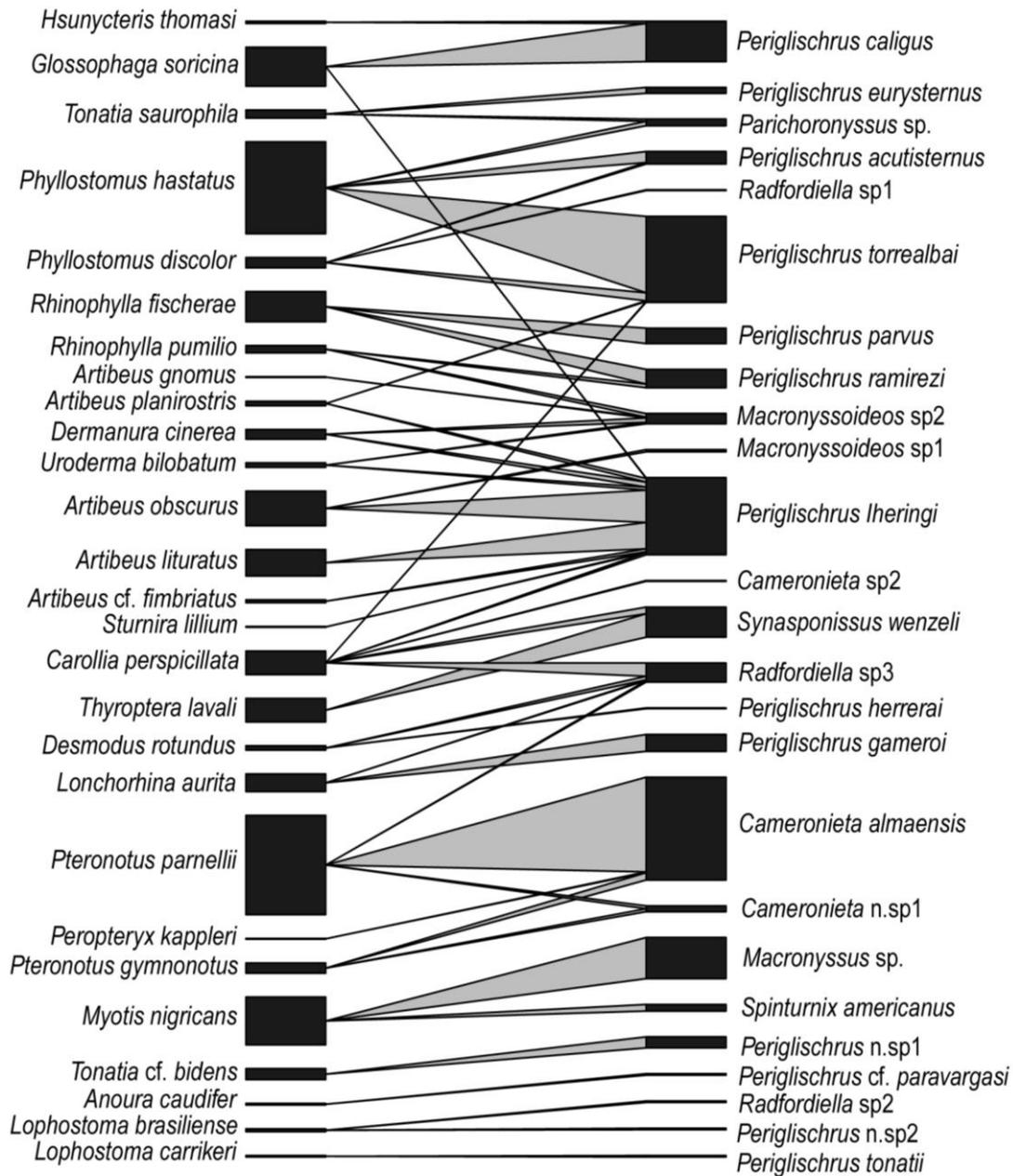


Fig. 13. Rede de interação de Morcegos-ácaros. As espécies de ácaros estão dispostas à direita e as espécies de morcegos à esquerda. O tamanho de cada retângulo representa a abundância da espécie. Linhas de diferentes larguras ligando duas espécies representam a frequência (Abundância de ácaros) da interação.

No geral, a rede observada (Fig. 13), obtida a partir de uma matriz do tamanho de 675 interações, teve um baixo valor de aninhamento ($wNODF= 4,65$), baixa conectância ($C=0,03$) e alta especialização da rede ($H2=0,89$). Além de alta modularidade ($Q= 0,81$; $Z= 87,3$), com 10 módulos de interações detectados entre as espécies de ácaros ectoparasitas e seus hospedeiros indicados na Figura 14 (linhas e quadrados vermelhos).

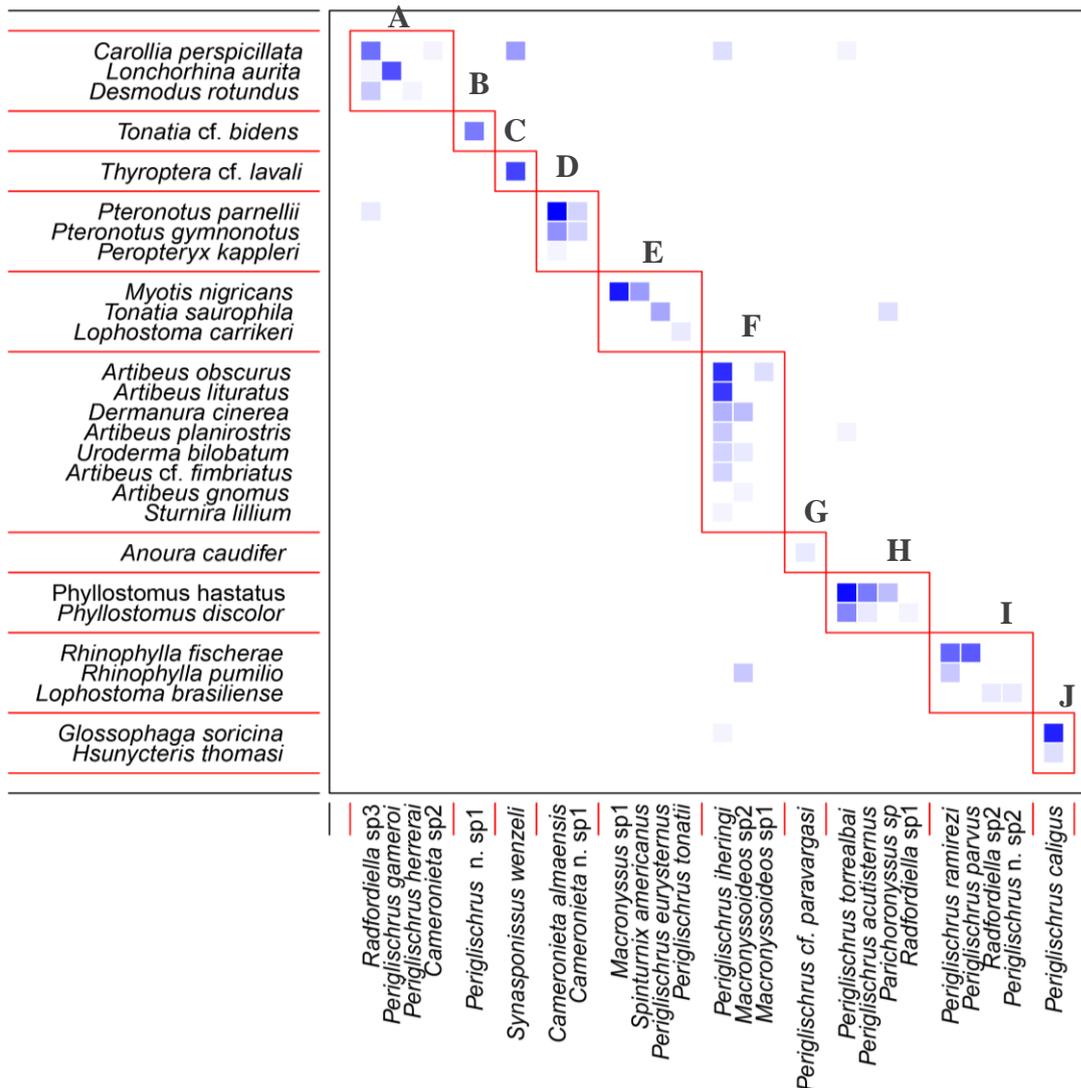


Figura 14: Dendrograma ponderado dos Mesostigmatas ectoparasitas de morcegos coletados no bioma da Amazônia, Pará e Maranhão, Brasil. As interações existentes dentre e fora dos módulos são representadas pelos pequenos **quadrados azuis sólidos**, cuja o *rank* de **intensidade de cor** destes quadrados representa a força dessas interações entre espécies de morcegos no **eixo vertical** e espécies de ácaros no **eixo horizontal**.

Para a análise ao nível do vértice, o papel de cada espécie nos módulos foi determinado com base no grau de conexão *Z* e coeficiente de participação *C*, e seguimos os critérios da classificação de espécies em periféricas, conectoras, conectoras de módulo e conectoras de rede, estabelecidos por Olesen et al. (2007). Todas as espécies de hospedeiros e parasitas obtiveram a medida de grau de conexões (*Z*) dentro do módulo abaixo de 2,5. A maioria das espécies (76,9%) obtiveram o coeficiente de participação (*C*) igual a zero. Algumas espécies foram classificadas como espécies periféricas pelos baixos valores de conexões (*Z*) e participações (*C*) dentro do módulo e entre módulos ($Z \leq 2,5$ e $C \leq$

0.62). A espécie hospedeira *Carollia perspicillata* comportou-se como uma espécie conectora de módulos ($Z \leq 2,5$ e $C > 0,62$), isto é, com muitas interações entre as espécies de ácaros de diferentes módulos.

O grau de conectividade (k) de ácaros variou entre 1 a 9 conexões, com a média de 2,0 espécie de ácaros por espécie de hospedeiro, sendo que 14 espécies de ácaros parasitaram pelo menos uma espécie de morcego, e apenas uma espécie de ácaro esteve associada a 9 espécies de morcegos. Quanto ao grau de conectividade (k) de morcego teve variação de 1 a 5 interações, com a média de 1,25 de espécies de morcegos por espécie de ácaros. Dos hospedeiros, a maioria, somando 10 espécies de morcegos estão associados com uma espécie ácaro, e uma espécie de morcego esteve conectado a 5 espécies de ácaros.

O índice de especialização das espécies (d') não diferiu totalmente entre as espécies de ácaros e de seus hospedeiros ($F=1,75$; $GL=1$; $p > 0,05$), e a maior média de especialização ($d'= 0,75$) foi para as espécies de ácaros sendo mais especialistas (Fig. 15).

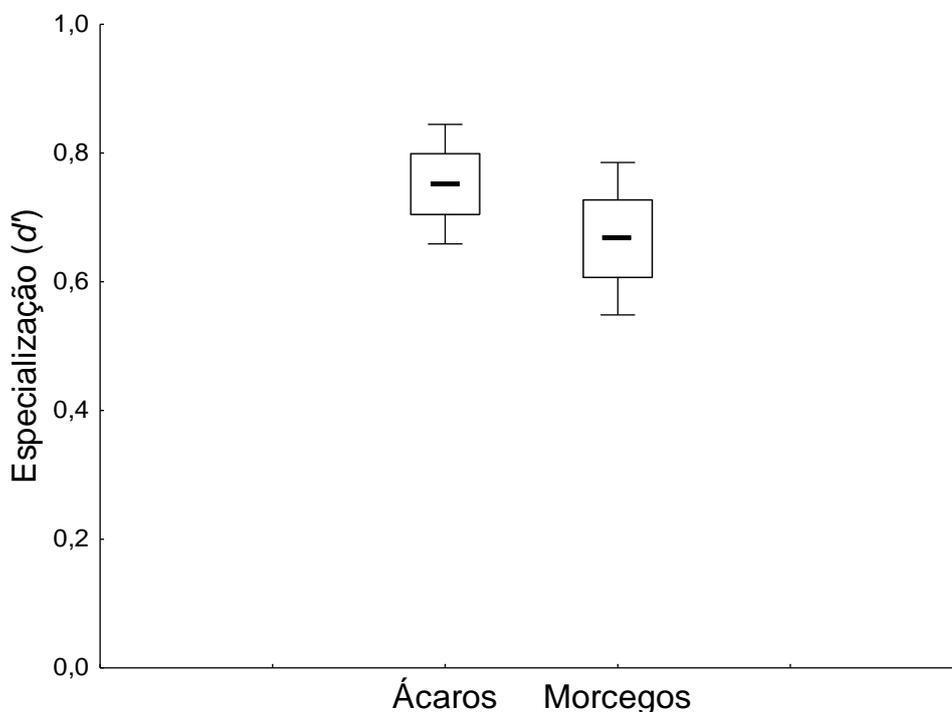


Fig. 15. Variação do índice de especialização (d') das espécies de ácaros e morcegos.

As espécies de ácaros apresentaram abundâncias entre 1 a 140 interações por espécie de hospedeiro. As espécies de ácaros: *Cameronieta almaensis* esteve fortemente associada aos morcegos da família Mormoopidae; *Periglischrus iheringi* esteve fortemente associada com vários gêneros da subfamília Stenodermatinae; *Periglischrus torrealbai* com os morcegos do gênero *Phyllostomus*; *Periglischrus caligus* com o hospedeiro *Glossophaga soricina*; *Macronyssus* sp1 associado aos morcegos de *Myotis nigricans*; *Synasponyssus wenzeli* associado aos morcegos *Thyroptera lavalii*. Esses ácaros foram encontrados em hospedeiros que habitavam ambientes heterogêneos, desde áreas florestadas e antropizadas (incluindo ambientes urbanos) e cavernas. Estas espécies juntas, somam 61,3 % das interações com os seus hospedeiros.

Registramos novas associações de ácaros e morcegos, as quais devem ter sua dinâmica e ocorrências de interações no bioma da Amazônia estudadas: *Periglischrus parvus* associada ao morcego *Rhinophylla fischeriae*; *Periglischrus caligus* associada ao morcego nectívoro *Hsunycteris thomasi*; espécie do gênero *Radfordiella* associada com os morcegos *Pteronotus parnelli*, *Lonchorhina aurita* e *Lophostoma brasiliensis*. Espécies de gêneros *Macronysoideos* associado a *Rhinophylla pumilio*, *Artibeus gnomus*, *Dermanura cinerea*, *Uroderma bilobatum* e *Artibeus obscurus*, *Synasponyssus wenzeli* associada a *Carollia perspicillata*, *Periglischrus torrealbai* ocorrendo em *C. perspicillata* e *Artibeus planirostris*.

Neste estudo registramos novas ocorrências de espécies de ácaros parasitas para o Brasil: *Periglischrus eurysternus* associado com a espécie do morcego *Tonatia Saurophila*, *Synasponyssus wenzeli* associado a espécies de morcego *Thyroptera* cf. *lavalii*, ambos os ácaros mencionados anteriormente foram coletados em morcegos de áreas florestadas, e *Periglischrus gameroi* associado aos morcegos *Lonchorhina aurita* coletados em ambiente cavernícola.

Possíveis novas espécies foram reconhecidas para os gêneros *Periglischrus* (duas morfoespécies) e *Cameronieta* (uma morfoespécie): *Periglischrus* n. sp1 associada a espécie de morcego *Tonatia* cf. *bidens*; *Periglischrus* n. sp2 associada a *Lophostoma brasiliense* e *Cameronieta*

n.sp1. associada aos hospedeiros *Pteronotus gymnonotus* e *Pteronotus. parnellii*. (Detalhes relacionados à taxonomia dos gêneros e comentários são apresentados como Informações de suporte).

Discussão

Caracterização da assembleia de ácaros ectoparasitas e seus hospedeiros

Das duas famílias encontradas de Mesostigmatas, a maior abundância e riqueza de espécies da família Spinturnicidae está ligada a dependência desses ácaros aos seus hospedeiros vertebrados em todos os seus estágios do ciclo de vida (Herrin and Tipton 1975; Rudnick 1960). Apesar dos táxons inventariados da família Macronyssidae serem parasitas de morcegos, suas dependências aos recursos do hospedeiro variam conforme o estágio de vida, podendo ficarem associados aos corpos dos hospedeiros ou a seus abrigos (tocas) (Radovsky 1985; 2010).

Neste estudo algumas espécies de ácaros foram abundantes mesmo com menor abundância do hospedeiro específico. A abundância de uma determinada espécie de parasita pode variar de acordo com a abundância do hospedeiro específico (ou não) registrado durante as amostragens (Dick 2007). Desta forma, os efeitos ecológicos da abundância também podem ter influências evolutivas (Poulin, 2010), e pode refletir ou ser consequência do alto número de ligações na rede, que tanto representa força de interação, como por pressões seletivas impostas pelo sistema parasita-hospedeiro.

Deve-se considerar que os parasitas podem explorar seus hospedeiros em níveis distintos, produzindo associações primárias e não primárias, e com isto a estratégia de amostragem padronizada pode ser sensível, visto que em alguns estudos que tratam das especificidades das associações, os autores não tiveram o controle rigoroso da coleta dos hospedeiros e parasitas, e por consequência a literatura está repleta de associações decorrentes de contaminações, sendo relatadas como válidas (Dick 2007; Herrin and Tipton 1975; Wenzel and Tipton 1966).

As associações naturais foram classificadas em primárias e não primárias (ocasional ou transferência horizontal) e resultantes de erros humano pela contaminação de amostras (Dick, 2007). As interações entre *S. wenzeli* e *C. perspicillata* e do gênero de ácaro *Cameronieta*, podem ser

resultado de uma transferência horizontal não-primária, visto que ocorreu um único registro, durante as amostragens da localidade (ou abrigo) de ocorrência. O que é possível pelo compartilhamento de habitat ou do próprio abrigo, como cavernas que compõe habitações confinadas por permitirem a colonização abundante de bandos mistos, com diversas espécies de morcegos.

A maior abundância e riqueza dos morcegos da família Phyllostomidae durante o estudo, corresponde ao padrão já registrado na literatura com morcegos serem os mais diversos em número de espécies (Simmons 2005), apresentarem ampla diversidade morfológica que contribuiu para a colonização de habitats diversificados e ocupação de nichos variados, incluindo morcegos especializados em alimentar-se de recursos oferecidos por plantas (néctar, frutas e pólen), predadores de insetos e de pequenos vertebrados até os especializados na ingestão de sangue (Wetterer et al. 2000). Isso pode explicar a alta abundância e riqueza de espécies dos ácaros do gênero *Periglischrus*, visto que são conhecidos por estarem mais associados a família de morcegos Phyllostomidae (Rudnick 1960).

A relação entre os ácaros e seus parasitas e o ambiente não é estática. A densidade populacional e composição de ácaros também pode estar relacionada com os tipos de ambientes e suas disponibilidades como abrigos (permanentes ou temporários), aos quais seus hospedeiros habitam em menor ou maior abundância (Altringham 2011). Ambientes florestados podem apresentar maior número e múltiplos abrigos, configurando um ambiente mais aberto e heterogêneo, com o melhor particionamento de recursos físicos (pouso, hibernação e reprodução), alimentares e menor competição; e os ambientes como cavernas, como abrigos mais singulares, “fechados ou confinados” e estáveis, teriam maior competição de recursos-espço (Altringham 2011; Kunz 1982). Já os ambientes urbanos, cada vez mais expandindo suas áreas, abrigam espécies de morcegos, principalmente, insetívoras e frugívoras (Ferreira et al. 2010), que utilizam os poucos abrigos naturais disponíveis e os abrigos nas edificações humanas (causando certas inconveniências e problemas de saúde pública), o que contribui para a menor variedade de recursos físicos, alimentares (mais alimentos

aos insetívoros pela iluminação atrair os insetos), maior visibilidade a predadores para algumas espécies e maior competição.

As características ambientais, junto de observações preliminares deste estudo nos levam a questionamentos sobre o padrão de relação do sistema parasita-hospedeiro: Ambientes florestados, apresentariam menor especificidade para algumas espécies de ácaros e menor expressão de relações coevolutivas? Já ambientes de cavernas apresentariam um maior número de espécies especializadas de ácaros na rede com múltiplos nós e maior expressão de relações co-evolutivas? E os ambientes urbanizados, podem significar maior número de espécies de ácaros com menor especificidade e maior proporção de relações generalistas e oportunistas interagindo com morcegos?

Ambientes urbanos e de cavernas podem compor uma fauna de morcegos semelhantes, quando as espécies de morcegos registradas para estes ambientes são comumente adaptadas a viverem nos dois tipos de ambientes. Para algumas espécies de morcegos, determinadas cavernas podem não serem os abrigos “perfeitos”, por outro lado, algumas espécies de morcegos cavernícolas formam grandes colônias com diferentes espécies, e muitas vezes, mantidas de geração a geração (maior fidelidade). Assim, como ambientes urbanos podem serem propícios (ou não) em oferecer abrigos e alimentos para algumas espécies de morcegos.

Pouco se sabe sobre a composição de ácaros parasitas de morcegos urbanos e cavernícolas e em fragmentos florestais na Amazônia Pará-Maranhão (Brennan 1969; Confalonieri 1976; Fain 1972; Fain and Aitken 1969; 1970; Klompen 1992; Machado-Allison and Antequera 1971). Na caverna Piriá, este é o primeiro relato de ácaros associados a morcegos, visto que a área se encontra em exploração minerária, e urgentemente sua fauna precisa ser estudada, igualmente, o primeiro relato desses organismos na caverna planaltina e demais ambientes localizados na região do Xingu e costeiras.

Interação Morcego-Ácaro

A análise de completude da amostragem nos mostrou que o esforço de amostragem das interações foi o suficiente para revelar a estrutura da rede Morcego-Ácaro para os dados coletados.

Dentre as interações observadas, as espécies de ácaros do gênero *Periglischrus* representaram 66% das interações, visto que o gênero está intimamente associado com as espécies de morcegos da família Phyllostomidae, que ocorreram em maior riqueza e abundância. Morales-Malacara (2001) relacionou as espécies *Periglischrus* com as subfamílias de seus hospedeiros Phyllostomídeos, com base em grupos de espécies de ácaros que compartilhavam atributos morfológicos na fase adulta.

Os altos níveis de especialização podem significar maior diferenciação de nichos (Blüthgen 2010), o que aumenta a funcionalidade e biodiversidade, por levar a uma diminuição da competição e favorecer a coexistência de espécies (Blüthgen and Klein 2011). Como um ácaro especializado a viver no uropatágio e outro que vive nos patágios, na mesma espécie de hospedeiro, a especialização levou a ocuparem regiões específicas no hospedeiro (Bruyndonckx et al. 2009b).

Entretanto, a predominância de espécies especialistas mais conectadas entre si, do que com conjuntos de espécies generalistas, explica o baixo aninhamento encontrado. Visto, que o aninhamento se dá quando espécies mais generalistas (muitas ligações) interagem entre si e com espécies especialistas (poucas ligações) e as espécies especialistas, por sua vez, interagem mais com generalistas do que entre si (Bascompte et al. 2003). O aninhamento, pode diminuir a competição interespecífica pela maior disponibilidade de nicho (Bastolla et al. 2009).

Na rede modular, os módulos identificados formaram compartimentos claramente separados entre grupos (ou individualmente) de espécies de parasitas que interagem mais com um grupo (ou uma espécie) de hospedeiros do que com as demais. Essa alta modularidade, mostra que as interações entre as espécies de ácaros (Spinturnicidae e Macronyssidae) e com as espécies de seus hospedeiros não é aleatória. Observamos um padrão modular de interações, onde subgrupos de espécies interagem com maior intensidade de interações entre si do que com outros subgrupos, como registrado na literatura para outras interações (Lewinsohn et al. 2006). As redes antagonistas em geral são caracterizadas pelo alto nível de integração fisiológica e dependência física (ou trófica) que levam à especialização evolutiva (Fontaine et al. 2011).

Deste modo, o padrão modular observado pode sugerir o estabelecimento histórico das interações e estar relacionado às restrições filogenéticas ou a dinâmica coevolutiva que determinam as interações, podendo levar a uma alta especialização (Lewinsohn et al. 2006). A especificidade para algumas famílias de ácaros parasitas (incluindo Macronyssidae e Spinturnicidae) pode ser interpretado como resultado de uma evolução conjunta com seus hospedeiros, com o padrão filogenético coincidente (Dusbabek 2002), mas também por outros processos de evolução que não envolve a especiação do parasita (Bruyndonckx et al. 2009a). Deste modo, muitos parasitos estão associados a hospedeiros não filogeneticamente relacionados, mas por coabitarem biótopos similares, denominada de evolução ecológica (Dusbabek 2002).

São esperadas comunidades interativas fortemente compartimentadas quando há uma forte pressão seletiva para a especificidade de interações (Poulin, 1997). Por exemplo, a preferência de habitat pelo hospedeiro podem favorecer o isolamento do parasita, como o isolamento do raro ácaro *Synasponyssus wenzeli* é provavelmente influenciada pelo habitat das espécies de *Thyroptera*, que normalmente fazem pequenas colônias isoladas em folhas enroladas, longe de outras espécies de morcegos (Radovsky 2010). E além do próprio ciclo de vida do parasita, pode torná-lo específico, visto que mesmo *Pteronotus parnellii* ter sido coletado em cavernas que abrigam uma gama de morcegos de diferentes espécies, a maior ocorrência de *Cameronieta almaensis* foi referente aos morcegos Mormoopidae, como sugerido na literatura. Assim, a alta modularidade surge como um subproduto da dinâmica coevolutiva das espécies, quando a força da seleção é assimétrica entre “exploradores” e suas “vítimas” (Andreazzi et al. 2017). Mesmo redes de organismos de mesmo estilo de vida (parasitas) tendem a ser mais modulares ou mais aninhadas (Poisot et al. 2013).

O número de ligações tende a mudar propriedades na rede (Lewinsohn et al. 2006). Deste modo, a estrutura da rede e os processos ecológicos e evolutivos dependem do tipo e grau de intimidade da rede, em redes de alta intimidade (alta especialização) de interações podem ter um padrão altamente

modular e menor conectância (Fontaine et al. 2011). Onde a conectância é menor quando maior é a especificidade (maior intimidade) na rede.

Além disso, o tamanho (riqueza de espécies) da rede varia a conectância em redes mutualísticas (Dunne et al. 2002). No entanto, o mesmo princípio não pode ser previsto para as redes assimétricas do sistema parasita hospedeiro. Mesmo com o aumento da riqueza de espécies na rede, apenas parte das possíveis interações se realizariam na natureza (Poisot and Gravel 2014).

Isso, porque a estrutura da rede depende do grau de especificidade dos parasitas encontrados. Nisso podemos incluir características do parasita a especializações ao modo de vida de parasitismo, como o ciclo de vida e morfologia do parasita, além de características do hospedeiro como os hábitos de vida e de comportamentos particulares. Tais atributos não correspondentes das espécies podem limitar a ocorrência de certas interações (Vázquez 2005).

Na rede, a maioria das ligações (80%) das espécies de ácaros ectoparasitas depende de uma ou duas espécies hospedeiras específicas durante o ciclo de vida. Assim, a extinção de espécies hospedeiras resultaria na consequente extinção dos ectoparasitos específicos (Bascompte and Jordano 2007). Essa exclusivamente sugere ao parasita receber o mesmo o status de conservação do seu hospedeiro específico (Graciolli and Dick 2009).

Todavia, a alta especificidade na rede pode estar ligada a área heterogêneas que contem pares de espécies que não podem interagir por intervalos não sobrepostos, habitat e período de atividade como sugerido para plantas e polinizadores (Blüthgen 2010). No entanto, tais grupos estudados são parasitas encontrados exclusivamente nestes vertebrados voadores e, foram coletados dentro dos limites de suas distribuições no bioma da Amazônia.

As ligações observadas, confirmam a especificidade já registradas na literatura para algumas espécies ou gêneros (no caso dos Macronyssidae) de ácaros pela conectividade ao seu hospedeiro específico (Herrin and Tipton 1975; Radovsky 2010; Wenzel and Tipton 1966). E ampliam ao registro de distribuição das seguintes espécies: *S. wenzeli*, segundo registro dessa espécie rara quase 50 anos

depois de sua descrição, no Peru, associada com outra espécie de morcego da família Thyropteridae (Radovsky and Furman 1969); A espécie *P. gameroi* conhecida antes apenas para a Venezuela associada a *Lonchorhina aurita* (Machado-Allison and Antequera 1971). E a recente espécie descrita *P. eurysternus* encontrada parasitando o morcego *T. saurophila* no México (Morales-Malacara and Juste 2002).

O baixo de número de ligações dentre e entre módulos, quer dizer que mesmo dentro do próprio módulo a maioria das conexões são específicas, não formando módulos com aninhamentos, mesmo as espécies mais generalistas ou polixenas (associados a vários hospedeiros), como *P. iheringi* interagindo com 9 espécies de morcegos formam subgrupos bem separados de interação, interagindo apenas com os morcegos da família Phyllostomidae. A espécie é dependente das espécies da família, mostrando uma relação filogenética quanto ao uso de seus hospedeiros.

Os módulos são bem separados e seus links de interações, na maioria, ocorreram dentro de seus próprios módulos, o que pode gerar a perda de módulos isolados. Do contrário, espécies de hospedeiros que se conectam a espécies de parasitas de diferentes módulos, são consideradas espécies chaves para a conservação das espécies de parasitas, e a extinção dessas espécies podem gerar o efeito de cascata da extinção (Guimera et al. 2005; Olesen et al. 2007).

Os Módulos B, C e G demonstraram relação de exclusividade de uma espécie de ácaro com uma espécie de morcego, o que pode estar relacionado aos efeitos de amostragens que apontam uma interação de especificidade genérica não real (Vázquez et al. 2009). Mas devemos considerar que algumas espécies de ácaros destes módulos exclusivos são mencionadas a especificidade para a espécie de hospedeiro ocorrente da espécie como *S. wenzeli* e *P.cf. paravargasi*. No caso de *P. n. sp1* será improvável afirmar está especificidade a espécie de morcego *Tonatia cf. bidens* pelo pouco conhecimento a seu respeito.

Os trabalhos de redes de interações de ectoparasitos de morcegos confirmam a alta especialização das interações, e mostram como o tipo de vegetação e a sazonalidade, podem influenciar

na especialização das interações, promovendo mudanças na composição e abundância de espécies de hospedeiros e parasitas, sendo os fatores abióticos e bióticos importantes para se entender a dinâmica das interações parasita-hospedeiro (Zarazúa-Carbajal et al. 2016). Além disso, permitem inferências sobre a dinâmica coevolutiva em conjuntos de espécies (Andreazzi et al. 2017). Apesar deste nível de abordagem estar além do escopo do presente trabalho, fica claro que serão necessários futuros esforços que busquem identificar padrões de redes de interações em ambientes heterogêneos como o complexo mosaico amazônico.

Agradecimentos

Nós somos gratos ao Bruno Almeida, Ruan Oliveira, Wallace Gomes e Phillipe Figueiredo pela assistência voluntária em campo. Nós agradecemos ao Dr. Leonardo Trevilin (MPEG/UFPA) pelo auxílio em campo e nas identificações dos espécimes hospedeiros. Nós agradecemos a UFPA /IECOS, Campus de Bragança pelo apoio e infraestrutura. Este estudo é parte da dissertação de mestrado de B. Gomes-Almeida, no Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação/Universidade Federal do Pará (UFPA)/Campus de Altamira, com o financiamento da Fundação Amazônia de Amparo a estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES com a concessão da bolsa de mestrado (Edital N° 04/2015 - CAPES/FAPESPA).

Referências Bibliográficas

- Almeida J, Serra-Freire N, Peracchi A (2015) Anatomical location of *Periglischrus iheringi* (Acari: Spinturnicidae) associated with the great fruit-eating bat (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 24: 361-364. doi:10.1590/S1984-29612015022
- Almeida JC, Gettinger D, Gardner SL (2016) Taxonomic Review of the Wingmite Genus *Cameronieta* (Acari: Spinturnicidae) on Neotropical Bats, with a New Species from Northeastern Brazil. *Comparative Parasitology* 83: 212-220. doi:10.1654/4788i.1
- Almeida JC, Silva SSP, Serra-Freire NM, Valim MP (2011) Ectoparasites (Insecta and Acari) Associated With Bats in Southeastern Brazil. *Journal of Medical Entomology* 48: 753-757. doi:10.1603/me09133

- Almeida Jcd, Gomes LAC, Owen RD (2017) Morphometric variation in *Periglischrus torrealbai* (Acari: Spinturnicidae) on three species of host bats (Chiroptera: Phyllostomidae) with a new record of host species. *Parasitology Research* 117: 257-264
- Altringham JD (2011) Roosting and feeding ecology. In: Altringham JD (Ed) *Bats: from evolution to conservation*. Oxford University Press, 137-174
- Andreazzi CS, Thompson JN, Guimarães Jr PR (2017) Network structure and selection asymmetry drive coevolution in species-rich antagonistic interactions. *The American Naturalist* 190: 99-115
- Bascompte J, Jordano P (2007) Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution, and Systematics* 38: 567-593. doi:doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818
- Bascompte J, Jordano P, Melián CJ, Olesen JM (2003) The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 9383-9387
- Bascompte J, Jordano P, Olesen JM (2006) Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312: 431-433
- Bastolla U, Fortuna MA, Pascual-García A, Ferrera A, Luque B, Bascompte J (2009) The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature* 458: 1018
- Beck AJ (1966) Factors affecting the density and occurrence of ectoparasites of bats. *Dissertação, California: University of California, Davis.*
- Blüthgen N (2010) Why network analysis is often disconnected from community ecology: a critique and an ecologist's guide. *Basic and Applied Ecology* 11: 185-195
- Blüthgen N, Klein A-M (2011) Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions. *Basic and Applied Ecology* 12: 282-291
- Brennan JM (1969) New Bat Chiggers Of The Genus *Perissopalla* From Venezuela And Northeastern Brazil (Acarina Trombiculidae). *Journal Medical of Entomology* 6: 427-431
- Bruyndonckx N, Dubey S, Ruedi M, Christe P (2009a) Molecular cophylogenetic relationships between European bats and their ectoparasitic mites (Acari, Spinturnicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 227-237. doi:10.1016/j.ympev.2009.02.005
- Bruyndonckx N, Henry I, Christe P, Kerth G (2009b) Spatio-temporal population genetic structure of the parasitic mite *Spinturnix bechsteini* is shaped by its own demography and the social system of its bat host. *Mol Ecol* 18: 3581-3592. doi:10.1111/j.1365-294X.2009.04299.x
- Confalonieri UEC (1976) Sobre a família Spinturnicidae Oudemans, 1902 e seus hospedeiros no Brasil, com estudo biométrico de *Periglischrus iheringi* Oudemans, 1902 e *Periglischrus ojastii* Machado-Allison, 1964 (Arthropoda: Acari: Mesostigmata). *Dissertação de Mestrado.* , Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. .

- Devoto M, Bailey S, Craze P, Memmott J (2012) Understanding and planning ecological restoration of plant–pollinator networks. *Ecology letters* 15: 319–328
- Dick CW (2007) High host specificity of obligate ectoparasites. *Ecological Entomology* 32: 446–450. doi:10.1111/j.1365-2311.2006.00836.x
- Dormann CF, Fründ J, Blüthgen N, Gruber B (2009) Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal* 2:
- Dormann CF, Gruber B, Fründ J (2008) Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News* 8: 8–11
- Dowling AP (2006) Mesostigmatid mites as parasites of small mammals: systematics, ecology, and the evolution of parasitic associations. *Micromammals and macroparasites*. Springer, 103–117
- Dunne JA, Williams RJ, Martinez ND (2002) Food-web structure and network theory: the role of connectance and size. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 12917–12922
- Dusbabek F (2002) Adaptation of mites and ticks to parasitism. Medical and veterinary aspects. *Acarid Phylogeny and Evolution: Adaptation in Mites and Ticks*. Springer Netherlands, 399–418. doi:10.1007/978-94-017-0611-7_41
- Fain A (1972) Diagnoses de nouveaux Myobiidae (Acarina: Troidiformes). *Revue de zoologie et de botanique Africaines*:
- Fain A, Aitken T (1969) Acariens nasicoles d'oiseaux et de mammifères du Brésil. II. Ereyetidae de la région de Belém (nord Brésil). In: *Bulletin et Annales de la Société Royale d'Entomologie de Belgique*. 33–44 pp.
- Fain A, Aitken T (1970) Acariens nasicoles d'Oiseaux et de Mammifères du Brésil. IV. Nouveaux Ereyetidae (Trombidiformes) et Turbinoptidae (Sarcoptiformes) de la région de Bélem (Nord Brésil). *Acarologia* 12: 326–338
- Ferreira CMM, Fischer E, Pulchério-Leite A (2010) Bat fauna in urban remnants of Cerrado in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 10: 155–160
- Fontaine C, Guimarães PR, Kéfi S, Loeuille N, Memmott J, van Der Putten WH, van Veen FJ, Thébault E (2011) The ecological and evolutionary implications of merging different types of networks. *Ecology letters* 14: 1170–1181
- Gardner A (2007) Order chiroptera. *Mammals of South America* 1: 187–580
- Gotelli NJ, Colwell RK (2010) Estimating species richness. In: Magurran AE, BJ M (Eds) *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, Oxford, pp 39–54
- Gracioli G (2004) Nycteribiidae (Diptera, Hippoboscoidea) in the Southern Region of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 971–985

- Graciolli G, Bernard E (2002) Novo registros de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Amazonas e Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 177–181
- Graciolli G, Bianconi GV (2007) Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) em área de Floresta com Araucária no Estado do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*: 246-249
- Graciolli G, Dick CW (2009) A new species of *Basilina* Miranda-Ribeiro (Diptera: Nycteribiidae) from Honduras, parasite of *Bauerus dubiaquercus* (Van Gelder)(Chiroptera: Vespertilionidae: Antrozoinae). *Zootaxa* 1972: 59-64
- Guimera R, Mossa S, Turtschi A, Amaral LN (2005) The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 7794-7799
- Herrin CS, Tipton VJ (1975) Spinturnicid mites of Venezuela (Acarina: Spinturnicidae)-Parte 1. *Brigham Young University Science Bulletin-Biological Series* 20: 1-72
- Jones JK, Hood CS (1993) Synopsis of South American bats of the family Emballonuridae. Museum, Texas Tech University, pp.
- Klompen J (1992) Phylogenetic relationships in the mite family Sarcoptidae (Acari: Astigmata).
- Krantz G, Walter D (2009) *A Manual of Acarology*. Texas Tech University Press, Lubbock, TX., 890 pp.
- Kunz TH (1982) Roosting ecology of bats. *Ecology of bats*. Springer, 1-55
- Lewinsohn TM, Loyola RD, Prado PI (2006) Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. *Oecologia brasiliensis* 10: 6
- Lopez-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec P, Palmeirim J, Meyer C (2016) *Field Guide to Amazonian Bats*. 1 ed. National Institute of Amazonian Research (INPA), pp. doi:10.13140/RG.2.2.23475.84003
- Machado-Allison CE, Antequera R (1971) Notes on neotropical Mesostigmata. VI. Four new Venezuelan species of the genus *Periglischrus* (Acarina: Spinturnicidae). *Smithsonian contributions to zoology* 93: 1–16
- Mayr E (1957) Evolutionary aspects of host specificity among parasites of vertebrates. In: *Symposium on host specificity among parasites of vertebrates*(1st), University of Neuchatel, April 15-18, 1957. Neucha, 7-14 pp.
- Morales-Malacara JB (2001) New morphological analysis of the bat wing mites of the genus *Periglischrus* (Acari: Spinturnicidae). In: *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. Csiro publishing, 185 pp.
- Morales-Malacara JB, Juste J (2002) Two New Species of the Genus *Periglischrus* (Acari: Mesostigmata: Spinturnicidae) on Two Bat Species of the Genus *Tonatia*(Chiroptera: Phyllostomidae) from

Southeastern Mexico, with Additional Data from Panamá. *Journal of Medical Entomology* 39: 298-311. doi:10.1603/0022-2585-39.2.298

Olesen JM, Bascompte J, Dupont YL, Jordano P (2007) The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 19891-19896

Poisot T, Gravel D (2014) When is an ecological network complex? Connectance drives degree distribution and emerging network properties. *PeerJ* 2: e251

Poisot T, Stanko M, Miklisova D, Morand S (2013) Facultative and obligate parasite communities exhibit different network properties. *Parasitology* 140: 1340-1345

Radovsky F, Furman D (1969) An unusual new genus and species of *Macronyssidae* (Acarina) parasitic on a disc-winged bat. *Journal of Medical Entomology* 6: 385-393

Radovsky FJ (1966) Revision of the macronyssid and laelapid mites of bats: outline of classification with descriptions of new genera and new type species. *Journal of Medical Entomology* 3: 93-99

Radovsky FJ (1967) *Macronyssidae* and *Laelapidae* (Acarina: Mesostigmata) parasitic on bats. *Univ Calif Publ Entomol* 46: 1-288

Radovsky FJ (1985) Coevolution of Parasitic Arthropods and Mammals. In: Kim KC (Ed). John Wiley & Sons, New York, 441-504 pp.

Radovsky FJ (2010) Revision of genera of the parasitic mite family *Macronyssidae* (Mesostigmata: Dermanyssoidea) of the world. Indira Publishing House, USA, 171 pp.

Ricklefs RE (2003) *As Interações Entre as Espécies. A economia da natureza*. Guanabara Koogan, 255-265

Rudnick A (1960) A revision of the mites of the family *Spinturnicidae* (Acarina). University of California Publication in Entomology 17: 157-284

Rui AM, Gracioli G (2005) Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no sul do Brasil: associações hospedeiros-parasitas e taxas de infestação. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 438-445

Saunders RC (1975) Venezuela *Macronyssidae* (Acarina: Mesostigmata). *Brigham Young University Science Bulletin-Biological Series* 20: 75-90

Silva CdL (2017) A especificidade parasitária e a variação geográfica de artrópodos ectoparasitos em morcegos em Mato Grosso do Sul, com informação filogenética. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 97p. pp.

Silva CdL, Valim MP, Gracioli G (2017) Ácaros ectoparasitos de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* 107. doi:10.1590/1678-4766e2017111

Silva JMcD, Rylands AB, Fonseca GABd (2005) The fate of the Amazonian areas of endemism. *Conservation Biology* 19: 689-694

- Simmons NB (2005) Order chiroptera. In: Wilson DE, Reeder DME (Eds) *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*,. Johns Hopkins University Press, third ed., Baltimore, pp. 312-529
- Tavares VdC, Nobre CC, Palmuti CFdS, Nogueira EdP, Gomes JD, Marcos MH, Silva RF, Farias SG, Bobrowiec PE (2017) The bat fauna from southwestern Brazil and its affinities with the fauna of western Amazon. *Acta Chiropterologica* 19: 93-106
- Teixeira AL, Ferreira RL (2010) Fauna de dipteros parasitas (Diptera: Streblidae) e taxas de infestação em morcegos presentes em cavidades artificiais em Minas Gerais. *Chiroptera Neotropical* 16: 748-754
- Thompson JN (2005) *The geographic mosaic of coevolution*. University of Chicago Press, pp.
- Tylianakis JM, Laliberté E, Nielsen A, Bascompte J (2010) Conservation of species interaction networks. *Biological conservation* 143: 2270-2279
- Vázquez DP (2005) Degree distribution in plant–animal mutualistic networks: forbidden links or random interactions? *Oikos* 108: 421-426
- Vázquez DP, Blüthgen N, Cagnolo L, Chacoff NP (2009) Uniting pattern and process in plant–animal mutualistic networks: a review. *Annals of botany* 103: 1445-1457
- Vizotto L, Taddei VA (1973) *Chave para determinação de quirópteros brasileiros*. Editora da Universidade Estadual de São Paulo, São José do Rio Preto, SP, 72 pp. pp.
- Wenzel RL, Tipton VJ (1966) *Ectoparasites of Panama*. Field Mus Nat Hist, Chicago, 861p pp.
- Wetterer AL, Rockman MV, Simmons NB (2000) Phylogeny of phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera): data from diverse morphological systems, sex chromosomes, and restriction sites. *Bulletin of the American Museum of Natural history*: 1-200
- Whitaker JJ, M. Ritzi C, Dick C (2009) Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In: Thomas H Kunz SP (Ed) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Johns Hopkins University Press, 806-827
- Zarazúa-Carbajal M, Saldaña-Vázquez RA, Sandoval-Ruiz CA, Stoner KE, Benitez-Malvido J (2016) The specificity of host-bat fly interaction networks across vegetation and seasonal variation. *Parasitology research* 115: 4037-4044

Conclusão Geral

As análises de redes ecológicas apresentadas confirmam a alta especificidade das espécies de ácaros nas duas famílias de mesostigmatas encontradas, nas amostragens de habitats heterogêneos, de hospedeiros diversificados, e com a alta capacidade de dispersão desses hospedeiros; o que sugere uma investigação profunda das dinâmicas dessas interações entre os pares identificados parasita-hospedeiros no bioma da Amazônia.

Neste estudo, a espécie de morcego *Carollia perspicillata* é um importante conector de interações entre as espécies de ácaros estudados, esteve associada à diferentes espécies dos parasitas encontrados e conectando módulos distintos com interações de espécies das duas famílias estudadas. Tais achados sugerem a espécie como um bom modelo de estudos (espécie-chave) para se compreender as dinâmicas ecológicas e evolução dessas interações entre morcegos e ácaros.

Registramos interações ocorrentes entre espécies de morcegos e espécies de ácaros antes desconhecidas, e ampliamos o registro da distribuição geográfica de parasitas e hospedeiros. Este é a segunda dissertação com ácaros associados a morcegos e o primeiro estudo utilizando a abordagem de redes ecológicas, no bioma da Amazônia, Pará e Maranhão, Brasil. Adicionalmente, três espécies novas para a ciência foram reconhecidas e serão descritas em breve.

Esse tipo de relação de exclusividade de hospedeiro, onde uma espécie de parasita depende especificamente de uma espécie de hospedeiro para a sobrevivência, é um importante alerta para a conservação dos hospedeiros, seus parasitas e ambientes, visto que a região do estudo é onde se desenvolve empreendimentos como hidrelétricas, minerários e madeireiros, além da constante supressão vegetal para a implantação de pastos e lavouras de monoculturas que causam alterações abruptas na paisagem, e podem colocar em risco o conhecimento desta relação ecológica e evolutiva, ainda pouco conhecida. Numa escala evolutiva essas espécies (parasitas e morcegos) teriam pouco tempo para se adaptarem e deixariam de existir.

Apêndice 1

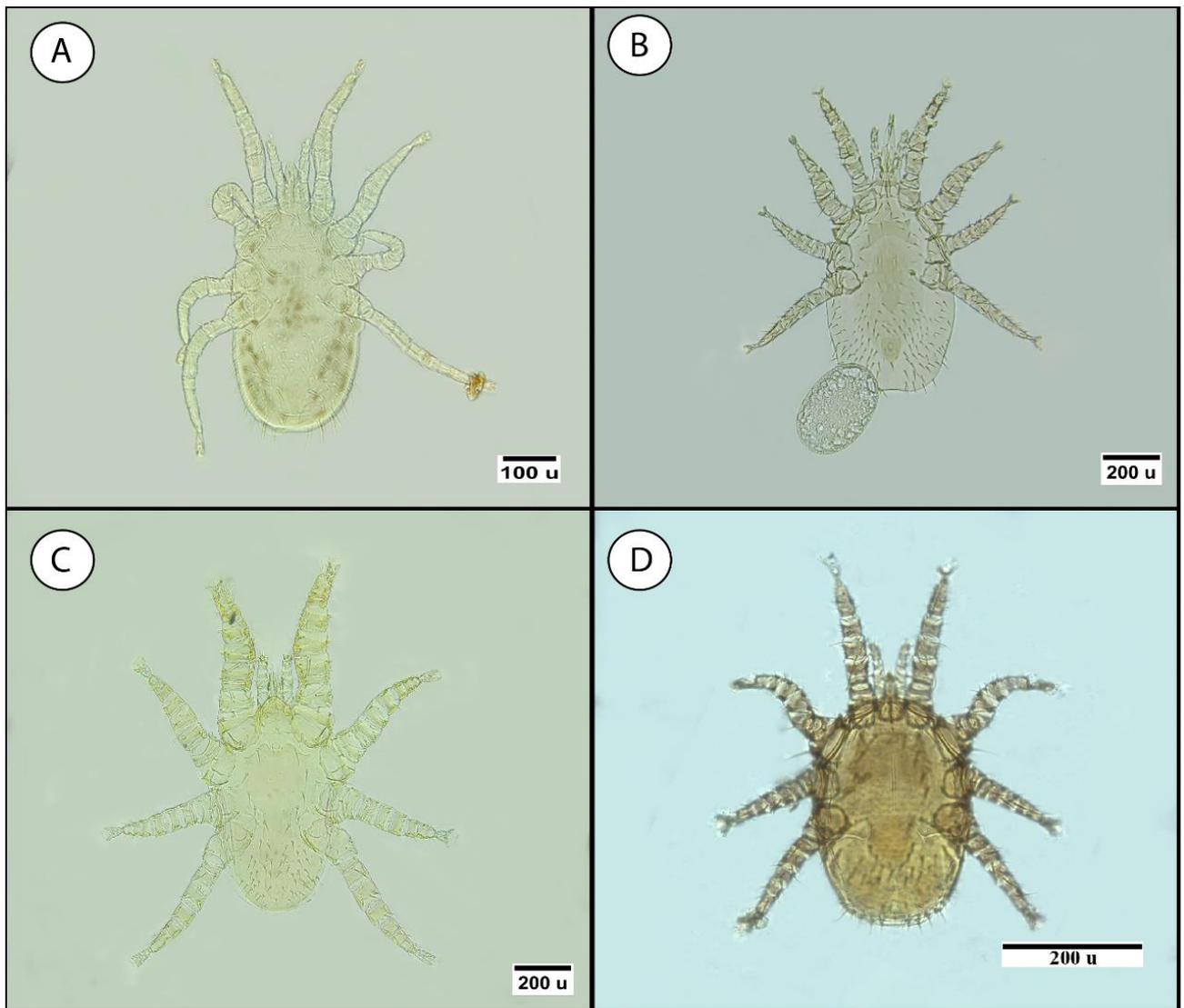


Fig. 4: Representantes dos gêneros de mesostigmatas identificados. **Família MACRONYSSIDAE:**
A= *Macronyssonideos*; **B=** *Macronyssus*; **C=** *Parichoronyssus*; **D=** *Synasponyssus*

Apêndice 2

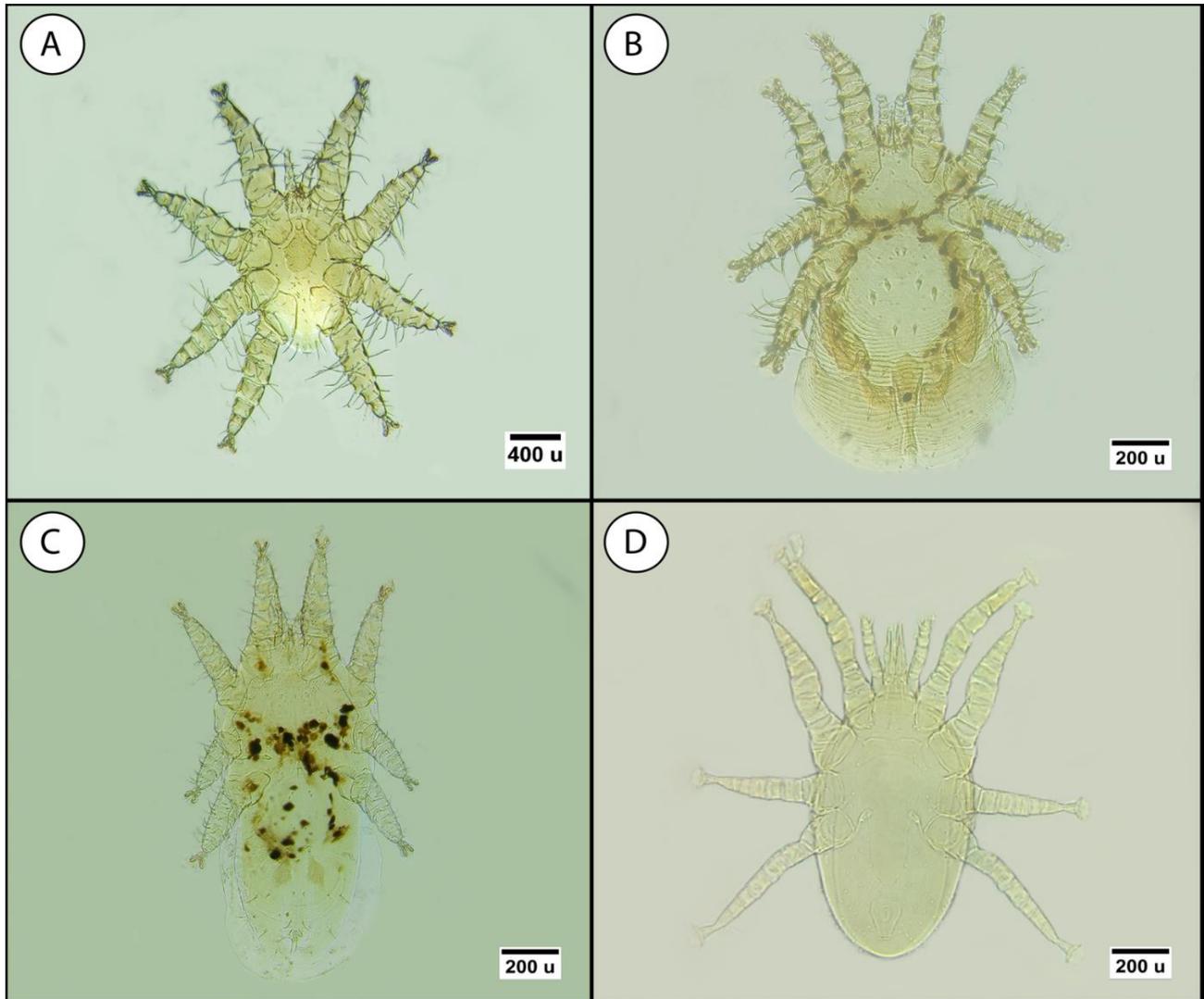


Fig. 5: Representantes dos gêneros de mesostigmatas identificados. **Família SPINTURNICIDAE:** **A=** *Spinturnix*; **B=** *Periglischrus*; **C=** *Cameronieta*. **Família MACRONYSSIDAE:** **D=** *Radfordiella*

Apêndice 3

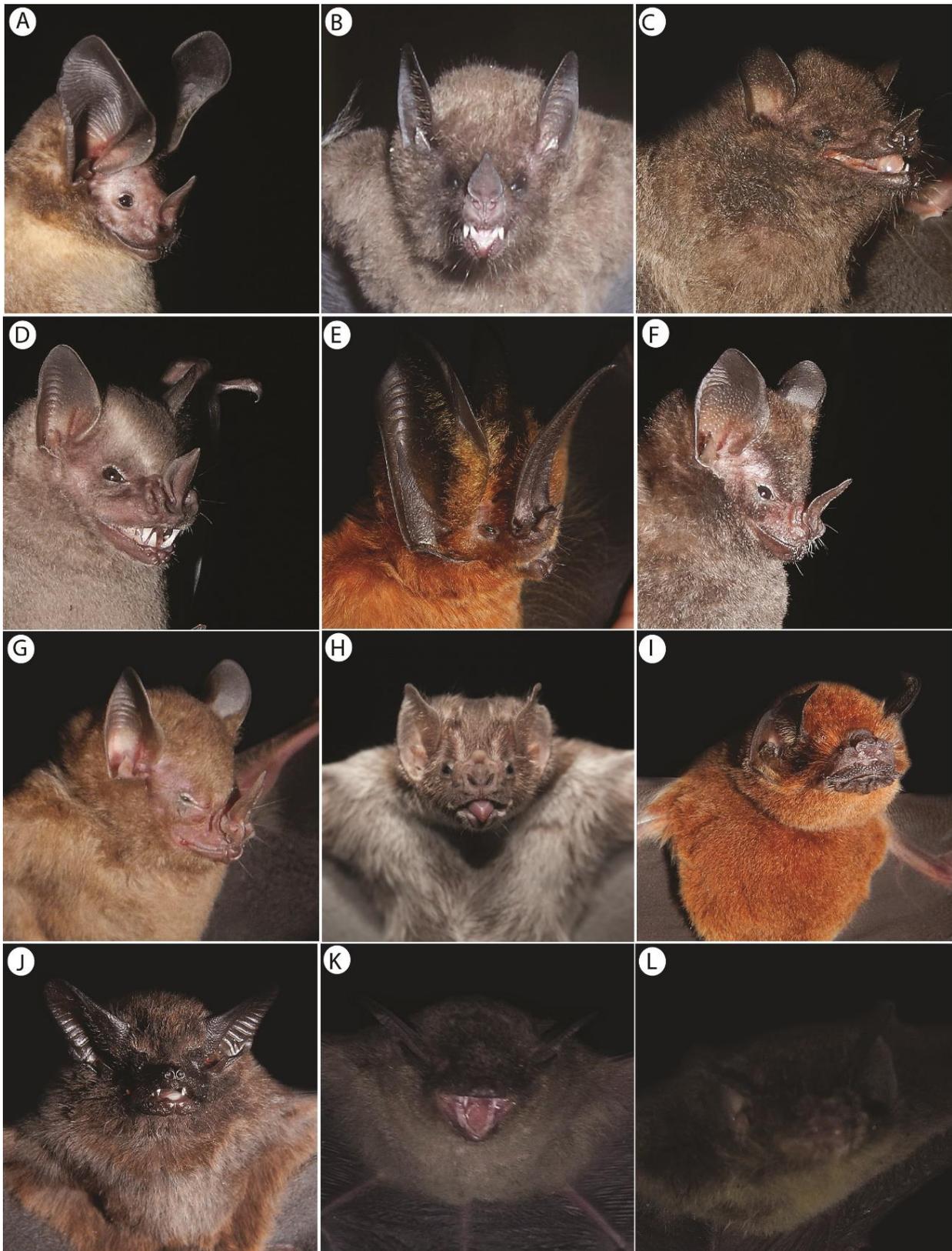


Fig. 6: Representantes das subfamílias (ou famílias) de morcegos capturados: **A**-Phyllostominae; **B**-Glossophaginae; **C**-Lonchophyllinae; **D**-Stenodermatinae; **E**-Lonchorhininae; **F**-Carollinae; **G**-Rhinophyllinae; **H**-Desmodontinae; **I**-Momoorpidae; **J**-Emballonurinae; **K**-Vespertilioninae; **L**-Thyropteridae.

Informação de suporte

Considerações Taxonômicas dos Mesostigmatas estudados

Família MACRONYSSIDAE Oudemans, 1936

Parichoronyssus Radovsky, 1967 (Apêndice 1:Fig. 6-C)

Diagnose: Armadura dorsal consiste de único escudo nos adultos. As fêmeas, tem o escudo dorsal com porções laterais e posteriores escurecidas e submersas numa cutícula estriada, com cerca de 13-25 setas em cada lado do escudo. Os machos distinguem-se dos machos dos demais gêneros pelo apotele do palpo bifurcado; ventre com um escudo holovernal. Nas protoninfas, o campo sensorial do tarso I tem duas setas distais pediculadas; seta j3 ausente e escudo podonotal com não mais do que 10 pares de setas; escudo pigidial com 2 pares de setas (Radovsky 2010).

Discussão: Este gênero apresenta distribuição neotropical, sendo composto por sete espécies associadas aos hospedeiros phyllostomídeos, mormoopídeos, noctilionídeos e embalonurídeos. No Brasil, são reportadas quatro espécies (*Parichoronyssus* sp., *P. bakeri*, *P. crassipes* e *P. euthystrernum*) para os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (Almeida et al. 2011; Moras et al. 2013). Neste estudo, registramos novas ocorrências de localidades e de espécies de hospedeiros.

Literatura e novos registros:

Tabela 3: Lista de ácaros e seus hospedeiros inventariados. Legenda: 1=Altamira-PA; 6=N. Timboteua; 8=Visou-PA.

Ácaros <i>Parichoronyssus</i>	Hospedeiros
<i>Parichoronyssus</i> sp.	T. saurophila ⁸ ; Phyllostomus hastatus ^{1,6}

Radfordiella Fonseca, 1948 (Apêndice 2:Fig. 7-D)

Diagnoses: Adultos com o par de setas J5 ausentes no escudo dorsal. Fêmeas com escudo ventral sem esculturas. Nos machos, trocânter do palpo sem um processo ou no máximo cum uma linha mostrando sua posição. Nas protoninfas, 5 pares de setas ventrais na região final do idiossoma (Radovsky 2010).

Discussão: Este Gênero apresenta distribuição no novo mundo (trópicos e subtropicais) e as espécies são encontradas em associações com morcegos da família Phyllostomidae. São conhecidas seis espécies e duas são registradas para o Brasil (*Radfordiella desmodi* e *Radfordiella* sp.) e uma destas estava parasitando morcegos da família vespertilionidae (Almeida et al. 2011; Azevedo et al. 2002; Moras et al. 2013). Neste estudo, registramos três morfotipos *Radfordiella* sp1, sp2 e sp3 associados a morcegos Phyllostomidae e Mormoopidae.

Literatura e novos registros:

Tabela 4: Lista de ácaros e seus hospedeiros inventariados. Legenda: 1=Altamira-PA; 2=Bragança-PA; 3= Brasil Novo-PA; 6=N.Timboteua; 8=Viseu-PA.

Ácaros <i>Radfordiella</i>	Hospedeiros
<i>Radfordiella</i> sp1	<i>P. discolor</i> ⁶
<i>Radfordiella</i> sp2	<i>Lophostoma brasiliense</i> ⁶
<i>Radfordiella</i> sp3	<i>C. perspicillata</i> ^{2,3,8} ; <i>D. rotundus</i> ¹ ; <i>Lonchorhina aurita</i> ³ ; <i>P. parnelli</i> ³

Macronyssoides Radovsky, 1966 (Apêndice 1: Fig. 6-A)

Diagnose: Adultos com espora anterior larga da coxa II. Fêmeas com Opistonotum do escudo dorsal com 9-11 pares de setas e escudo peritremático unido ao escudo dorsal. Machos com setas J5 ausentes; algumas setas no escudo dorsal com pontas expandidas e/ou algumas coxas com crista ventral. Protoninfas com 6 pares de setas localizadas ventralmente na região final do idiossoma (Radovsky 2010).

Discussão: Este gênero apresenta distribuição neotropical. No Brasil, é conhecida a espécie *M. kochi* Fonseca, 1948 associada aos morcegos da subfamília Stenodermatinae (*Artibeus lituratus* e *A. planirostris*) no estado do Rio de Janeiro (Almeida et al. 2011) e *Macronyssoides* sp. também parasitando *A. lituratus* mas no estado de Minas gerais (Azevedo et al. 2002). Neste estudo identificamos dois morfotipos: *Macronyssoides* sp1 e sp2.

Literatura e novos registros: (Tabela 3)

Tabela 5: Lista de ácaros e seus hospedeiros inventariados. Legenda: 6=N.Timboteua; 8=Viseu-PA.

Ácaros <i>Macronyssoides</i>	Hospedeiros
<i>Macronyssoides</i> sp1	<i>A. obscurus</i> ⁶
<i>Macronyssoides</i> sp2	R. pumilio ^{6,8} ; A. gnomus ⁶ ; <i>D. cinerea</i> ⁶ ; <i>U. bilobatum</i> ⁸

Macronyssus **Kolenati,1858 (Apêndice 1: Fig. 6-B)**

Diagnoses: Fêmeas com escudo esternal com 3 pares de setas; escudos ventrais com algumas esculturas distintas e setas J5 (minúscula) presente no escudo dorsal. O escudo dorsal, nos machos, com 30 ou menos setas de cada lado; um minúsculo par de seta J5 presente; processo ventral do trocânter do palpo como uma forte crista longitudinal. Nas protoninfas, a seta j1 fica localizada anterior ao escudo dorsal que, por sua vez, tem 10 pares de setas (Radovsky 2010).

Discussão: Este gênero apresenta distribuição cosmopolita. No Brasil, e somente no estado de Minas Gerais, é conhecido *Macronyssus* aff. *Leislerianus* parasitando *Artibeus fimbriatus* (Phyllostomidae, Stenodermatinae) e *Histiotus velatus* (Vespertilionidae, Vespertilioninae) (Moras et al. 2013). Aqui, *Macronyssus* sp. esteve parasitando *Myotis nigricans* (Vespertilionidae, Vespertilioninae) coletado na localidade amostrada no município de Bragança-PA. Trata-se do gênero com maior número de espécies descritas para a família, sendo bastantes diversos morfologicamente.

Synasponyssus **Radovsky e Furman, 1969 (Apêndice 1: Fig. 6-D)**

Diagnose: Em fêmeas, o escudo dorsal com 21 pares de setas marginais ou submarginais de tamanho moderado, exceto a pequena seta j1 e s1-2 e seta J5 minúscula, mais 11 pares de setas representadas por tricoporos. Os machos deste gênero apresentam escudo dorsal dividido em um escudo principal e um pigídio subcontíguo; escudo com um total de 33 pares de setas, dos quais 9 maiores pares marginais ou submarginais no escudo principal e setas Z5 no pigídio. Por sua vez, as protoninfas tem o escudo podonotal reduzido e com apenas 5 pares de setas e escudo pigidial com 8 pares de setas (Radovsky and Furman 1969; Radovsky 2010).

Discussão: Este gênero é monotípico com a *S. wenzeli* exclusivamente associada aos morcegos da família Thyropteridae neotropicais. Este é o segundo registro da espécie na região Neotropical e o primeiro registro na Amazônia brasileira. Neste estudo, encontramos esta espécie associada a outra espécie de *T. cf. lavalii* em uma mata ciliar de um remanescente florestal localizado no município de Nova Timboteua (PA).

Família SPINTURNICIDAE Oudemans, 1902

Cameronieta Machado-Allison, 1965 (Apêndice 2: Fig. 7-C)

Diagnose: Placa dorsal dividida, com porção anterior (podonotum) e posterior (opostonotum) fundidos por sutura ou completamente separada. 5 pares de setas propodossomais. Única seta metapodossomal. Peritremas longos, completamente dorsal entre o nível da coxa III e IV até o nível da coxa I. “Camerostome” presente protegendo as peças bucais em seu interior. Escudo anal em fêmeas dividido em componentes ventrais e dorsais. Estágios de vida facilmente reconhecidos pelo comprimento e forma do Peritrema. Tristosterno ausente (Almeida et al. 2016).

Discussão: Aqui registramos a segunda ocorrência da espécie *C. almaensis*, antes conhecida apenas para o nordeste do Brasil. No caso de *Cameronieta* sp2 não conseguimos nos convencer se a mesma

se tratava da espécie *C. torrei* Dusbábek 1967 ou *C. tibbettsi* Dusbábek 1967, mas comparada com as demais espécies amostradas do gênero não são similares.

Possíveis espécies novas: *Cameronieta n.sp1* distingue-se pelo tamanho da primeira seta propodossomal, conexão do escudo epigidial, bainha ou espinho na coxa da perna II e cutícula abaixo do escudo epigidial.

Literatura e novos registros:

Tabela 6: Lista de ácaros e seus hospedeiros inventariados. Legenda: 2=Bragança-PA; 3= Brasil Novo-PA.

Ácaros <i>Cameronieta</i>	Hospedeiros
<i>Cameronieta n.sp1</i>	<i>Pteronotus parnelli</i> *. ³ ; <i>P. gymnonotus</i> *. ³
<i>Cameronieta sp2</i>	<i>C. perspicillata</i> *. ²
<i>Cameronieta almaensis</i> Almeida, Gettinger e Gardner, 2016	<i>P. parnelli</i> *. ³ ; <i>P. gymnonotus</i> *. ³ ; <i>Peropteryx kappleri</i> *. ³

Periglischrus Kolenati, 1857 (Apêndice 2: Fig. 7-B)

Diagnose: Placa dorsal superficialmente dividida, mas a porção posterior estreitamente conectada por duas ligações do escudo. 6 pares de setas propodossomais, com o sexto par localizado posterior ao estigma. Peritrema totalmente dorsal e longo entre a coxa IV até a coxa I. Opistossoma dorsal com vários pares de setas de tamanho médio a minúsculas. Opistossoma da fêmea relativamente plano, largo e em forma de leque. Tritosterno ausente. Placa esternal da fêmea geralmente mais longa que larga, com e pares de setas no escudo ou nas margens do mesmo. Par de setas metaesternais localizadas posterior a placa esternal. Placa holoventral do macho entre as coxas I-III, com 5 pares de setas e 2 pares de poros. Placa genital de fêmea reduzida e estreita, com par de pequenas setas próximas ou na margem posterior. Placa anal pequena, estreita, terminal e com pares de setas adanal subterminal

ventral pequenas e setas dorsal postanal minúscula. Área da intercoxa IV de machos com vários pares de setas, incluindo o par adanal (Herrin and Tipton 1975).

Discussão: As espécies deste gênero são diferenciadas quanto o contorno da placa esternal, o tamanho e topografia das setas propodossomais e o tamanho da seta dorsal proximal do fêmur I-IV (Herrin and Tipton 1975). A similaridade entre as espécies podem causar confusões taxonômicas, se considerada somente as características citadas anteriormente (Morales-Malacara 2001). Atualmente, são conhecidas 25 espécies, incluindo uma espécie ainda não descrita. Este Gênero é comumente encontrado associado as espécies de morcegos da família Phyllostomidae.

Possíveis espécies novas: As espécies *Periglischrus* n.sp1 e *Periglischrus* n.sp2 diferenciam-se das demais espécie válidas para este gênero pela espessura e tamanho das setas esternais, distância do primeiro e segundo par de setas podossomais, tamanho da seta proximal dorsal do fêmur I. No entanto, precisamos fazer comparações com materiais tombados em museus para validar esses novos registros.

Literatura e novos registros: A tabela abaixo simplifica as ocorrências encontradas para este gênero neste estudo e na literatura para a região estudada:

Tabela 7: Lista de ácaros e seus hospedeiros inventariados. Legenda: 1=Altamira-PA; 2=Bragança-PA; 3= Brasil Novo-PA; 4=G.Nunes-MA; 5=O.Nova-MA; 6=N.Timboteua; 8=Viseu-PA; 9=Barra da Corda-MA; 10=Belém-PA. *Dados da literatura encontrados para a região de estudo: ocorrências 9 e 10= Confalonieri (1976).

Ácaros <i>Periglischrus</i>	Hospedeiros
<i>P. acutisternus</i> Machado-Allison,1964	<i>P. hastatus</i> ^{1,6,8,9} ; <i>P. discolor</i> ^{1,6}
<i>P. iheringi</i> Oudemans,1902	<i>A. planirostris</i> ^{1,6} ; <i>Dermanura cinerea</i> ^{2,6} ; <i>Uroderma bilobatum</i> ⁸ ; <i>A. obscurus</i> ^{1,2,6,8} ; <i>A. lituratus</i> ^{1,4,5,6,8} ; <i>A. cf. fimbriatus</i> ¹ ; <i>Sturnira lillium</i> ¹ ; <i>C.perspicillata</i> ⁶ ; <i>Glossophaga soricina</i> ¹ ; <i>Vampyrodes caraccioli</i> ¹⁰ .
<i>P. caligus</i> Kolenati,1857	<i>Glossophaga soricina</i> ^{6,8} ; <i>Hsunycteris thomasi</i> ⁶

<i>P. eurysternus</i> Morales-Malacara e Juste, 2002	Tonatia saurophila ⁸
<i>P. torrealbai</i> Machado-Allison, 1965	<i>P. hastatus</i> ^{1,5,6,8} ; <i>P. discolor</i> ^{1,6} ; <i>A. planistrotris</i> ⁶ ; <i>C. perspicillata</i> ⁶
<i>P. parvus</i> Machado-Allison, 1964	<i>Rhinophylla fischeriae</i> ¹
<i>P. ramirezi</i> Machado-Allison e Antequera, 1971	<i>Rhinophylla fischeriae</i> ⁶ ; <i>R. pumilio</i> ^{6,8}
<i>P. herrerae</i> Machado-Allison, 1965	<i>Desmodus rotundus</i> ⁵
<i>P. gameroi</i> Machado-Allison e Antequera, 1971	<i>Lonchorhina aurita</i> ³
<i>P. tonatii</i> Herrin e Tipton, 1975	<i>Lophostoma carrikeri</i> ²
<i>P. cf. paravargasi</i> Herrin e Tipton, 1975	<i>Anoura caudifer</i> ¹
<i>Periglischrus n.sp1</i>	<i>Tonatia cf. bidens</i> ¹
<i>Periglischrus n.sp2</i>	<i>Lophostoma brasiliense</i> ⁶

Spinturnix Von Heyden, 1826 (Apêndice 2: Fig. 7-A)

Diagnose: Placa dorsal não dividida. 3-5 pares de setas propodossomais dispostas lateralmente até a placa dorsal. Peritremas curtos, porção posterior sendo dorsal a coxa III e porção anterior sendo ventral geralmente entre as coxas II e III; um par de setas metapodossomais próximo aos estigmas. Opistossoma com poucas ou muitas setas; Tritosterno geralmente pequeno, mas pode ser moderadamente grande ou totalmente reduzido. Placa esternal de fêmeas com 3 pares de setas e 2 pares de poros. Placa holovenral de machos com 3-5 pares de setas e 2 pares de poros (Herrin and Tipton 1975).

Discussão: Neste estudo foi encontrada apenas uma espécie deste gênero, *Spinturnix americanus* Banks, 1902 em localidades do município de Bragança (PA) e Nova timboteua (PA) parasitando o morcego *Myotis nigricans* Schinz, 1821. Na região esta espécie era conhecida apenas ocorrendo em Belém (PA) como parasita do morcego *Myotis simus* Thomas, 1901 (Confalonieri 1976). Esta espécie é caracterizada pela seguinte diagnose (curta): 25 ou menos (13 pares ou menos pares) de setas

opistossomais dorsais em fêmeas; quatro (dois pares) longas setas opistossomais dorsais em machos; com ou sem setas posterolaterais longas nas tíbias III-IV(Herrin and Tipton 1975).

Referências

- Almeida JC, Gettinger D, Gardner SL (2016) Taxonomic Review of the Wingmite Genus *Cameronieta* (Acari: Spinturnicidae) on Neotropical Bats, with a New Species from Northeastern Brazil. *Comparative Parasitology* 83: 212-220. doi:10.1654/4788i.1
- Almeida JC, Silva SSP, Serra-Freire NM, Valim MP (2011) Ectoparasites (Insecta and Acari) Associated With Bats in Southeastern Brazil. *Journal of Medical Entomology* 48: 753-757. doi:10.1603/me09133
- Azevedo AA, Linardi PM, Coutinho MTZ (2002) Acari Ectoparasites of Bats from Minas Gerais, Brazil: Table 1. *Journal of Medical Entomology* 39: 553-555. doi:10.1603/0022-2585-39.3.553
- Confalonieri UEC (1976) Sobre a família Spinturnicidae Oudemans, 1902 e seus hospedeiros no Brasil, com estudo biométrico de *Periglischrus iheringi* Oudemans, 1902 e *Periglischrus ojastii* Machado-Allison, 1964 (Arthropoda: Acari: Mesostigmata). Dissertação de Mestrado. , Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. .
- Herrin CS, Tipton VJ (1975) Spinturnicid mites of Venezuela (Acarina: Spinturnicidae)-Parte 1. *Brigham Young University Science Bulletin-Biological Series* 20: 1-72
- Morales-Malacara JB (2001) New morphological analysis of the bat wing mites of the genus *Periglischrus* (Acari: Spinturnicidae). In: *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. Csiro publishing, 185 pp.
- Moras LM, Bernardi LF, Graciolli G, Gregorin R (2013) Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) and mites (Acari) associated with bats (Mammalia: Chiroptera) in a high-altitude region in southern Minas Gerais, Brazil. *Acta Parasitol* 58: 556-563. doi:10.2478/s11686-013-0179-x
- Radovsky F, Furman D (1969) An unusual new genus and species of Macronyssidae (Acarina) parasitic on a disc-winged bat. *Journal of Medical Entomology* 6: 385-393
- Radovsky FJ (2010) Revision of genera of the parasitic mite family Macronyssidae (Mesostigmata: Dermanyssoidea) of the world. Indira Publishing House, USA, 171 pp.