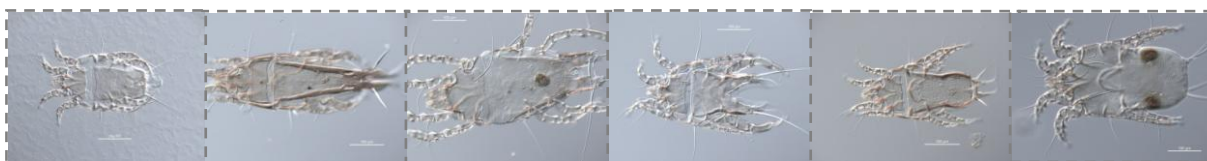




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

HONARA MORGANA DA SILVA

Ectoparasitos associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Norte, Brasil



Natal

2013

HONARA MORGANA DA SILVA

Ectoparasitos associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Norte, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia terrestre
Orientador: Prof. Dr. Mauro Pichorim

Natal

2013

Catálogo da Publicação na Fonte
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Silva, Honara Morgana da.

Ectoparasitos associados a aves de um fragmento de Floresta
Estacional Decidual no Rio Grande do Norte, Brasil / Honara Morgana
da Silva. - Natal, 2013.

89 f: il.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Pichorim.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do
Norte. Centro do Biociências. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia.

1. Associação - Dissertação. 2. Ácaros-de-pena - Dissertação. 3.
Malófagos - Dissertação. 4. Hospedeiros - Dissertação. I. Pichorim,
Mauro. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE01

CDU 616-008.89

Honara Morgana da Silva

Ectoparasitos associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Norte, Brasil

Dissertação aprovada junto ao programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mauro Pichorim - DBEZ, UFRN

Dr. Michel Paiva Valim - Museu de Zoologia da USP (MZUSP)

Dra. Renata Antonaci Gama – Depto. de Microbiologia e Parasitologia, UFRN

*Ao meu sobrinho Otávio, com amor e
gratidão, por me ensinar a enxergar a vida
com outros olhos.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Mauro Pichorim por ter, gentilmente, aceitado me orientar e dedicar horas do seu tempo aos trabalhos em campo... Pela confiança, amizade e empréstimo dos equipamentos... Sou muito grata.

Ao taxonomista Fábio A. Hernandes, por ter identificado todos os “feather mites” com prontidão e dedicação inestimáveis! Por todo o apoio, incentivo e ensinamentos que me ajudaram a crescer... Exemplo profissional que levo pra vida toda.

Ao Prof. Serra-Freire (FIOCRUZ) que, apesar dos contratemplos, aceitou identificar os malófagos, muito obrigada pela disposição em ajudar.

Ao taxonomista Michel P. Valim pela identificação dos malófagos, pelas valiosas sugestões, e pelos conselhos de pai, preciosos pra minha formação pessoal e profissional.

Às professoras Adriana Monteiro e Renata Antonaci, por cada crítica e sugestão feitas durante a elaboração desta dissertação.

À equipe da Escola Agrícola de Jundiáí, por tornar viável o desenvolvimento do projeto na área e por todo apoio concedido durante as campanhas.

À FINEP, que através dos projetos CTPETRO-INFRA I e FINEP/LIEM, possibilitaram o uso do equipamento de Microscopia Eletrônica de Varredura, e ao técnico Artejose, por toda a compreensão e disposição durante as análises.

À equipe técnica do laboratório de Parasitologia da UFRN, por ceder estufa e reagentes para a confecção das lâminas.

A toda a equipe do LabOrnito, por cada rede armada e pelo apoio durante os momentos de risos e choro em campo! Tonny, Marcelo, Juliana, Guilherme e Phoeve, Thannyria, Elaine, Priscila e Zé Vítor, Damião, Ismael, e aos que ajudaram indiretamente.

A todos os amigos biólogos que estiveram por perto e me proporcionaram bons momentos: Deby, José Roberto, Jim Lucas, Camila, Keké, Julu, Márcio, Luísa, Daniel, Marília, Elô e tantos outros!

Às minhas amigas do coração: Jackie, Ingrid, Natália e Thaís, por me aguentarem nos dias difíceis, por cada café e pelas conversas aleatórias que pareciam não ter fim... Muito importantes pra manter meu equilíbrio emocional!

A toda minha família, pelo apoio durante esses dois anos. Obrigada mãe, pai, irmã e meus queridos avós por tudo.

Ao meu companheiro, Matheus M. Ribeiro, por todo amor, carinho e dedicação. Por aguentar reclamações e dias de mau humor; pelos conselhos, paciência, compreensão e por cada rede armada, é claro!

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão do meu mestrado.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos investigar a comunidade de ectoparasitos associada a aves Mata do Olho D'água, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, BR, sua estrutura e a influência de variáveis ambientais e morfológicas dos hospedeiros, além de averiguar preferências de microhábitat pelas espécies de ácaros de pena e malófagos em associadas às aves em estudo. Foram examinados 172 indivíduos pertencentes a 38 espécies de aves Passeriformes e não-Passeriformes. São reportados 12 novos registros geográficos para o Brasil e 11 associações ainda não conhecidas com hospedeiros de ácaros de pena e malófagos. Foi detectada relação significativa entre abundância de malófagos e as variáveis comprimento total ($r= 0,29$; $p<0,05$) e cúlmen exposto ($r= 0,38$; $p<0,05$) dos hospedeiros. Uma componente principal (CP1) responsável por 90,1% da variação morfológica dos hospedeiros foi significativamente influente sobre a abundância de malófagos ($p<0,05$), indicando que características morfológicas dos hospedeiros podem estar influenciando positivamente a abundância desses ectoparasitos. Frequência significativamente maior de indivíduos com altas cargas de malófagos foi detectada durante o período de seca ($\chi^2= 8,5$; $p<0,05$), corroborando estudos que propõem que aves de ambientes áridos sofrem tanta pressão parasitária quanto aquelas de ambientes úmidos. Análises de modelos nulos de coocorrência e sobreposição de nicho apontaram alto grau de estrutura nas assembleias de ácaros e malófagos, quando comparadas com outros grupos, e preferências no uso de microhábitats pelos táxons identificados. Estes resultados corroboram teorias ecológicas nos sistemas parasito-hospedeiro, contribuem para o conhecimento dos ectoparasitos associados às aves neotropicais e apontam a necessidade de estudos experimentais, assim como maior aprofundamento na biologia desses artrópodos.

Palavras-chave: hospedeiros; associações; estrutura; ácaros-de-pena; malófagos.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the community of ectoparasites associated with birds in the Mata do Olho D'água, in the municipality of Macaíba, Rio Grande do Norte (RN), Brazil, its structure and the ambient and hosts influential variables on it, and to verify microhabitats preferences by species of chewing lice and feather mites. We examined 172 individuals belonging to 38 species of Passeriformes and non-Passeriformes. 12 new geographic records are reported and 11 host-parasite associations not yet known for chewing lice and feather mites species. Significant relationship was found between the abundance of chewing lice and the variables total length ($r = 0.29$, $p < 0.05$) and exposed culmen ($r = 0.38$, $p < 0.05$) of the hosts. A principal component (PC1) accounted for 90.1% of the hosts morphological variation was significantly influential on the abundance of chewing lice ($p < 0.05$), indicating that the morphological characteristics of the hosts may be positively influencing the abundance of these ectoparasites. Significantly higher frequency of individuals with high loads of chewing lice was detected during the dry period ($\chi^2 = 8.5$, $p < 0.05$), corroborating studies that propose that birds of arid environments suffer as much pressure as those of parasitic humid environments. Analyses of null models of co-occurrence and niche overlap showed a high degree of structure in the feather mites and chewing lice assemblies, when compared with other groups, and preferences in the use of microhabitats by taxa identified. These results corroborate ecological theories in host-parasite systems, contribute to the knowledge of ectoparasites associated with neotropical birds, and the need for experimental studies, as well as further deepening the biology of these arthropods.

Key words: hosts; community; structure; feather mites; chewing lice.

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1 - Aspecto geral da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W). Períodos de seca (A) e chuva (B).

Figura 2 – Algumas espécies de aves hospedeiras, residentes na Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte (RN), Brasil. A – *Dacnis cayana*; B – *Picumnus fulvescens*; C – *Turdus leucomelas*; D – *Hylophilus amaurocephalus*; E – *Tolmomyias flaviventris*; F – *Cnemotriccus fuscatus*; G – *Hemitriccus margaritaceiventer*; H – *Basileuterus flaveolus*.

Figura 3 - Frequência absoluta de malófagos, em nível genérico, associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012.

Figura 4 - Retas de regressão entre abundância de malófagos e medidas morfológicas das aves hospedeiras da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012.

Figura 5 - Média de sobreposição no uso de microhabitat observada e simulada de malófagos associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. Foram incluídos quatro microhabitats nas análises: asas, cabeça, dorso e ventre. A seta indica o índice observado, o valor de p é a probabilidade de a média observada ser menor do que aquela esperada ao acaso (5000 simulações).

Figura 6 - Microhabitats habitados pelas espécies de ácaros de pena identificados neste estudo e seus respectivos morfotipos.

Figura 7 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV) da face ventral de uma rêmige de *Turdus amaurochalinus* (Aves, Turdidae). Posição enfileirada dos ácaros da família Proctophyllodidae entre as barbas. Aumento de 500 (a) e 200 (b) μm .

Figura 8 - Face dorsal de uma rêmige de *Tachyphonus rufus* (Aves, Thraupidae) em microscopia eletrônica de varredura, onde é possível visualizar três espécimes de *Trouessartia* sp. (Trouessartiidae) agarrados às bárbulas da pena (a), e imagem de um dos espécimes de *Trouessartia* em microscopia óptica (aumento de 100 μm).

Figura 9 - MEV de uma pena da cabeça de *Turdus amaurochalinus* (Ave, Turdidae) com ácaros do gênero *Trouessartia* (Trouessartiidae) agarrados às barbas da pena, em aumento de 500 (a) e 100 (b) μm .

Figura 10 – Indivíduos do gênero *Allodectes* sp. (Proctophyllodidae) no interior do cálamo de uma espécie de troquilídeo (a) e sobre a raque das rêmiges de *Amazilia fimbriata* (b).

Figura 11 - Dendograma com os principais táxons de ácaros, agrupados de acordo com o uso de microhabitat. Medida de similaridade: correlação; Algoritmo: “paired group”; coeficiente de correlação: 0,98. FV-RMRT: face ventral das rêmiges e retrizes; FD-RMRT: face dorsal das rêmiges e retrizes; CA: penas da cabeça; PL: semiplumas; CL: interior do cálamo.

Figura 12 - Média observada e esperada para os modelos nulos de coocorrência (A) e sobreposição de nicho (B) de ácaros de pena associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. As setas indicam a média observada; o valor de P é a probabilidade de a média observada ser menor que o esperado ao acaso (5000 aleatorizações).

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos com ectoparasitos de aves desenvolvidos no Brasil nas últimas décadas. Autores, ano, ectoparasitos, variáveis ambientais analisadas, ambiente e estado onde o estudo foi desenvolvido.

Tabela 2 - Associações entre malófagos e aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012. NE: número de indivíduos examinados; NP: número de indivíduos parasitados; %: prevalência; M, F, N: machos, fêmeas, ninfas; Razão F/M: razão sexual fêmeas/machos. 1: novo registro para o Brasil; 2: nova associação hospedeira; 3: *stragglng*.

Tabela 3 - Resultados dos modelos nulos de coocorrência de malófagos associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. O conjunto de dados *a* corresponde aos testes em nível de *componente comunitário* (espécies de malófagos associadas a cada espécie hospedeira), e o conjunto *b*, aos modelos em *nível individual* (inclui todos os indivíduos examinados). Para cada conjunto de dados é dado o resultado do modelo - se o índice observado (O) foi maior ou menor do que o simulado (S) - utilizando todos os índices e os algoritmos *ff* e *fe*, o valor do tamanho do efeito padronizado (SES), e o valor da probabilidade de cauda (*p*). Os valores significativos de *p* estão em negrito (5000 aleatorizações).

Tabela 4 - Associações entre ácaros de pena (Acari, Astigmata) e aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012. NE: número de indivíduos examinados; %: Prevalência; a-f: não-Passeriformes; g-p: Passeriformes; 1: Novo registro geográfico para o Brasil; 2: Nova associação com hospedeiro.

Tabela 5 - Frequência absoluta (FA) e prevalência (%) de ácaros de pena (Acari, Astigmata), em nível genérico, associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
OBJETIVOS	19
2.1 – Objetivo geral	19
2.2 – Objetivos específicos	19
MATERIAL E MÉTODOS GERAIS	19
3.1 – Área de estudo	19
3.2 – Captura das aves	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I	
Estrutura da assembleia de malófagos (Insecta, Phthiraptera) associados a aves de um fragmento de mata no Nordeste do Brasil	26
CAPÍTULO II	
Ácaros de pena (Acari, Astigmata) associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Nordeste do Brasil	51
CAPÍTULO III	
Uso de microhábitat e coocorrência de ácaros de pena (Acari, Astigmata) associados a aves no Nordeste do Brasil	65
CONCLUSÕES	81
ANEXOS	82

INTRODUÇÃO GERAL

Um amplo número de ectoparasitos pode ser encontrado em associação com aves em todo o mundo (Arzua & Valim, 2010), dentre os quais malófagos (Phthiraptera), pulgas (Siphonaptera), alguns dípteros (Diptera, Hippoboscidae) e hemípteros (Hemiptera), além de adultos e imaturos de inúmeras espécies de ácaros e carrapatos (Acari, Astigmata e Metastigmata) (Boyde, 1951; Moyer & Clayton, 2004; Clayton *et al.*, 2010). Esses parasitos vivem sobre o corpo das aves, podendo ser obrigatórios permanentes, cujo ciclo de vida se completa sobre o hospedeiro (malófagos e ácaros de pena) (Dabert & Mironov, 1999; Johnson & Clayton, 2003; Arzua & Valim, 2010) ou temporários, que possuem algum estágio de vida livre (carrapatos) (Proctor & Owens, 2000; Arzua & Valim, 2010). Ácaros e piolhos (ectoparasitos permanentes), possuem alta especificidade, ocupando inclusive distintos microhabitats nos seus hospedeiros (Arzua & Valim, 2010; Johnson & Clayton, 2003; Proctor, 2003). Essa especificidade pode se estender à ordem, família, gênero e até espécie hospedeira.

Nessa interação os parasitos podem afetar seus hospedeiros através da ingestão de penas, pele morta, sangue ou secreções, havendo ainda espécies que podem se alimentar de fungos, bactérias e estágios imaturos de ácaros e piolhos (Johnson & Clayton, 2003; Proctor, 2003). Como consequência de altas cargas parasitárias são citadas anemia, danos à pele e inoculação de toxinas (Kanegae, 2003), diminuição do tamanho da ninhada, redução da taxa de desenvolvimento dos filhotes, abandono de ninho pelos pais e diminuição da habilidade para encontrar parceiros, além do aumento da taxa de mortalidade (Marini *et al.*, 1996; Kanegae, 2003; Pascoli, 2005; Enout, 2009).

É importante ressaltar que em alguns estudos, os ácaros de pena são apontados como organismos simbiontes (Blanco *et al.*, 2001). Uma recente pesquisa realizada com mais de 20.000 indivíduos de 83 espécies de aves, foi observado um efeito positivo dos ácaros sobre a condição corporal dos seus hospedeiros, no entanto, o modelo explicou muito pouco dessa relação ($r = 0,066$) (Galván *et al.*, 2012). Com isso, é mais provável que alguns grupos de ácaros mantenham uma associação comensal com seus hospedeiros, como ácaros plumícolas que possuem aparelho bucal adaptado à raspagem, se alimentando em geral do óleo produzido pela glândula uropigeana, caspas e pólen que aderem às penas, não existindo benefício por parte das aves (Proctor, 2003; Galván *et al.*, 2012). Entretanto, outros membros do grupo, se alimentam da medula das penas e pele do hospedeiro, agindo como verdadeiros parasitos

(Proctor & Owens, 2000; Proctor, 2003). Não se pode descartar, é claro, a possibilidade de se tratar de uma relação simbiótica, cabendo esta questão a estudos futuros.

O conhecimento desses grupos no Brasil, apesar da considerável diversidade de aves, ainda é restrito. Isso é devido em parte à falta de atenção dada à sua coleta e estudo, e à falta de especialistas taxônomos (Arzua & Valim, 2010).

Por constituírem comunidades com limites bem definidos e réplicas (indivíduos da mesma espécie hospedeira) facilmente coletadas, os ectoparasitos são altamente manipuláveis no espaço e no tempo (Clayton & Walther, 2001) e vêm se mostrando excelentes modelos no estudo de estruturação comunitária (Gotelli & Rohde, 2002). Nessa relação existe forte influência dos hospedeiros, que não somente provêm hábitat, mas também interagem ativamente com seus parasitos, se defendendo através de reações fisiológicas e comportamentais, que possibilitam uma estreita coevolução entre os dois grupos (Choe & Kim, 1987, 1988; Carrilo *et al.*, 2007). Dessa forma, os modelos utilizando sistemas parasito-hospedeiro vêm crescendo a cada dia e trazem resultados que levantam vigorosas discussões na ecologia.

Entre as características hospedeiras influentes na estrutura de comunidades ectoparasitas, as mais comumente testadas são as *morfológicas* (Morand & Poulin, 1998; Clayton & Walther, 2001; Nunn *et al.*, 2003; Krasnov *et al.*, 2004a; Luque & Poulin, 2008), *ecológicas* (Choe & Kim, 1987; Krasnov *et al.*, 2004b) e *filogenéticas* (Clayton & Walther, 2001; Stanko *et al.*, 2002; Hughes & Page, 2007). Variáveis do hospedeiro, como tamanho corporal e comportamento alimentar, possuem conhecido potencial pra influenciar a diversidade parasita e vêm sendo amplamente estudadas (Clayton & Walther, 2001; Clayton *et al.*, 2010). É sabido também que estas comunidades podem variar em função de fatores abióticos como temperatura e umidade (Moyer *et al.*, 2002; Pascoli, 2005; Carrilo *et al.*, 2007; Luque & Poulin, 2008), além da influência filogenética (Krasnov, 2004b). Por fim, não se descartar a hipótese da composição da fauna parasita ser aleatória em uma espécie hospedeira.

Predições a respeito do papel de fatores ecológicos sobre a riqueza parasitária em diferentes grupos hospedeiros podem ser definidas em duas principais vertentes (Poulin, 2004). De acordo com a teoria da biogeografia de ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), a riqueza de espécies em uma ilha é determinada pelo equilíbrio entre os processos de colonização e extinção, sendo esses processos influenciados por características da ilha, como tamanho ou distância do continente. Nesse contexto, hospedeiros são vistos como “ilhas

móveis”, suportando a dinâmica da comunidade ectoparasita (Choe & Kim, 1988), cujo número de espécies dependerá do tamanho e amplitude geográfica de seu hospedeiro, que determinarão a disponibilidade de recursos e chances de colonização por novas espécies, respectivamente. Vale salientar que enquanto novas ilhas são desprovidas de fauna e flora, novas espécies hospedeiras herdam algumas espécies parasitas de seus ancestrais; assim, hospedeiros aparentados sempre possuem alguma semelhança na sua fauna parasitária (Choe & Kim, 1987; Poulin, 2004).

A outra vertente teórica é usada há pouco tempo para explicar padrões de riqueza em espécies parasitas e utiliza a medida de “invasividade”, entendida como a taxa reprodutiva básica (R_0), cujos valores acima de 1 determinam a capacidade de uma espécie parasita invadir uma população hospedeira e persistir nela (Poulin & Morand, 2000). Segundo a teoria epidemiológica, os hospedeiros tem a carga parasitária aumentada quanto maior a sua densidade populacional, que acarreta maior contato entre os indivíduos e transferência de parasitos de transmissão direta (Poulin, 2004). Essa teoria é suportada por alguns estudos, como observado em primatas, nos quais a prevalência e riqueza de parasitos em uma paisagem altamente fragmentada é mediada primariamente por mudanças na densidade de hospedeiros, suportando o postulado da teoria epidemiológica de correlação positiva entre a prevalência de parasitos de transmissão direta e a densidade populacional do hospedeiro (Mborá e McPeck, 2009).

Alguns estudos têm contribuído para o levantamento da fauna de ácaros e malófagos associados a aves no Brasil (Oniki, 1990, 1999; Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2000; Kanegae *et al.*, 2008; Enout *et al.*, 2012), e estudos de estrutura de comunidades parasitas também têm recebido ampla atenção, testando a influência de variáveis hospedeiras, sobretudo as ecológicas. Correlações ecológicas entre aves e seus ectoparasitos já foram testadas na Mata Atlântica, Cerrado e mata de galeria, a fim de averiguar possíveis relações entre prevalência e variáveis ambientais e ecológicas dos hospedeiros (dieta, ninho, bando misto, período reprodutivo e muda de penas) (Marini *et al.*, 1996; Kanegae, 2003; Pascoli, 2005; Enout, 2009). No nordeste, alguns estudos correlacionaram taxas de prevalência e infestação de ectoparasitos com variáveis ambientais (sazonalidade) e ecológicas do hospedeiro (período reprodutivo e muda de penas) (Lyra-Neves *et al.*, 2000, 2005) (Tabela 1).

Tabela 1 - Estudos com ectoparasitos de aves desenvolvidos no Brasil nas últimas décadas. Autores/ano, ectoparasitos, ambiente e estado onde o estudo foi desenvolvido.

Autor/Ano	Ectoparasitos	Ambiente	Local
Oniki, 1990	Malófagos	Amazonia	AM
Marini <i>et al.</i> , 1996	Malófagos, ácaros de pena e carrapatos	Mata Atlântica	PR
Marini & Couto, 1997	Malófagos, ácaros de pena e carrapatos	Cerrado e Mata de Galeria	MG
Rojas, 1998	Malófagos, ácaros de pena e carrapatos	Cerrado e Mata de Galeria	MG
Oniki, 1999	Malófagos	Cerrado	MT
Roda & Farias, 1999	Ácaros de pena	Mata Atlântica	PE
Roda & Farias, 1999	Malófagos	Mata Atlântica	PE
Lyra-Neves <i>et al.</i> , 2003	Ácaros de pena	Mata Atlântica	PE
Lyra-Neves <i>et al.</i> , 2005	Malófagos	Mata Atlântica	PE
Storni <i>et al.</i> , 2005	Ácaros de pena e carrapatos	Mata Atlântica	RJ
Pascoli, 2005	Malófagos, ácaros de pena e carrapatos	Cerrado e Mata de Galeria	MG
Roda & Farias, 2007	Ácaros de pena	Mata Atlântica	PE
Kanegae <i>et al.</i> , 2008	Ácaros de pena	Cerrado e Mata de Galeria	DF
Enout <i>et al.</i> , 2012	Malófagos e ácaros de pena	Cerrado e Mata de Galeria	TO

É importante ressaltar que muitos estudos que utilizam sistemas parasito-hospedeiro em análises comparativas e correlações ecológicas em larga escala deixam algumas lacunas. As mais comuns são a falta de réplicas das comunidades amostradas e o uso de registros de bancos de dados (Clayton & Walther, 2001; Krasnov *et al.*, 2005; Hughes & Page, 2007; Hopkins & Nunn, 2010). Essas práticas podem acarretar resultados pouco confiáveis, pois os registros de banco de dados provêm resultados obtidos com o uso de diferentes metodologias, que podem variar amplamente na eficácia da amostragem (“amostragem heterogênea ao longo do espaço”) (Hopkins e Nunn, 2010).

A fim de ampliar o conhecimento das espécies de ectoparasitos associados às aves neotropicais e discutir variáveis ambientais e dos hospedeiros influentes na estrutura dessas assembleias, o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a comunidade de

ectoparasitos associados a aves silvestres de um fragmento de Floresta Estacional Decidual do Rio Grande do Norte, buscando identificar os fatores influentes na diversidade de parasitos e discutindo questões chaves na ecologia desse sistema.

OBJETIVOS

Objetivo Geral: Estudar a comunidade de ectoparasitos associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual do Rio Grande do Norte, descrever sua estrutura e analisar a influência de variáveis ambientais e dos hospedeiros sobre as assembleias de malófagos e ácaros de pena.

Objetivos específicos:

- Identificar a fauna de malófagos associada às aves hospedeiras de um fragmento de mata no Rio Grande do Norte e relacionar as associações malófago-ave encontradas;
- Estimar riqueza e abundância de malófagos na comunidade de aves estudada;
- Testar influência de parâmetros morfológicos e ecológicos dos hospedeiros sobre a estrutura da assembleia de malófagos;
- Investigar a influência dos períodos seco e chuvoso sobre a intensidade média de malófagos;
- Avaliar a estrutura da assembleia de malófagos e a sobreposição das espécies no uso de microhábitats, através de modelos nulos de coocorrência e sobreposição de nicho, respectivamente;
- Identificar os ácaros de pena da subordem Astigmata associados às aves estudadas e relacionar as associações ácaro-hospedeiro encontradas;
- Descrever o uso de microhábitats pelas espécies de ácaros identificadas;
- Analisar a existência de padrões não-aleatórios de co-ocorrência e sobreposição de nicho na assembleia ácaros de pena.

MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

Área de estudo

Ectoparasitos foram coletados de aves provenientes da Mata do Olho D'água, Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W, 40 m de altitude média e área de 270 ha). O fragmento é classificado como Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas (segundo IBGE 1992), com temperatura média anual de 26° C e estação seca entre setembro e dezembro e estação chuvosa entre janeiro e agosto (Cestaro & Soares, 2004) (Figura 1). A flora é caracterizada pela predominância de *Leguminosae*, *Myrtaceae* e *Rubiaceae*, com destaque para o gênero *Eugenia*, com alto índice de riqueza, seguido por *Casearia*, *Alibertia*, *Caesalpinia*, *Campomanesia*, *Capparis*, *Mimosa*, *Myrcia*, *Piptadenia* e *Tabebuia* (Souto, 2010).



Figura 1 - Aspecto geral da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W). Períodos de seca (A) e chuva (B).

A área comporta uma rica avifauna (~ 150 spp.) dentre as quais destacam-se em frequência e abundância: *Thamnophilus pelzelni* e *Formicivora grisea* (Thamnophilidae); *Synallaxis scutata* (Furnariidae); *Cnemotriccus fuscatus* (Tyrannidae); *Tolmomyias flaviventris*, *Hemitriccus margaritaceiventer* e *H. striaticolis* (Rhynchocyclidae); *Hylophilus amaurocephalus* e *Vireo olivaceus* (Vireonidae); *Cantorchilus longirostris* (Troglodytidae); *Basileuterus flaveolus* e *B. culicivorus* (Parulidae); *Tachyphonus rufus* (Thraupidae) e *Turdus amaurochalinus* (Turdidae) (Souto, 2010) (Figura 2).



Figura 2 – Algumas espécies de aves hospedeiras, residentes na Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte (RN), Brasil. A – *Dacnis cayana*; B – *Picumnus fulvescens*; C – *Turdus leucomelas*; D – *Hylophilus amaurocephalus*; E – *Tolmomyias flaviventris*; F – *Cnemotriccus fuscatus*; G – *Hemitriccus margaritaceiventer*; H – *Basileuterus flaveolus*.

Captura das aves

As coletas foram realizadas em quatro campanhas, nos meses de outubro e dezembro de 2011, correspondentes ao período de seca, e abril e junho de 2012, período chuvoso. Os exemplares de aves utilizados neste estudo foram capturados para o desenvolvimento do projeto “Coleção Ornitológica da UFRN: uma ferramenta para estudos biogeográficos, taxonômicos, morfológicos e ecológicos das aves do nordeste” e, antes de comporem a Coleção Ornitológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tiveram sua fauna parasitária amostrada. A coleta foi autorizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob licença permanente para coleta de material zoológico MMA-IBAMA-ICMBio 19849-1 concedida ao pesquisador Mauro Pichorim (Código de autenticação: 28111788; Data de emissão: 27/04/2009).

A captura das aves foi realizada com redes de neblina (12 x 3 m, malha 19 mm, 5 bolsas - Ecotone), abertas entre 05 e 15 horas, com intervalos de revisão a cada uma hora. As aves capturadas foram envolvidas em três camadas de papel toalha, acondicionadas individualmente em sacos plásticos e mortas por inalação, com o uso de 5 ml de éter etílico embebidos em algodão, e mantidas sob refrigeração até serem transportadas para o Laboratório de Ornitologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte onde foram congeladas em freezer -20° C.

Em laboratório, uma ave por vez foi descongelada e examinada para a presença de ectoparasitos através dos métodos de *examinação visual post-mortem* e *post-mortem-ruffling*.

As taxas parasitárias foram calculadas segundo Bush *et al.* (1997), sendo:

- Prevalência = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de hospedeiros parasitados}}{\text{n}^\circ \text{ total de hospedeiros examinados}} \times 100$;
- Abundância média = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de parasitos}}{\text{n}^\circ \text{ total hospedeiro examinados}}$;
- Intensidade média de infestação = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de parasitos}}{\text{n}^\circ \text{ total de hospedeiros infestados}}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arzua, M. & M. P., Valim. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo em aves. In: Matter, S. V.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V. & Cândido-jr, J. F. [eds]. 2010. Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, pp. 347-366.

- Blanco, G. & O., Frias. Symbiotic feather mites synchronize dispersal and population growth with host sociality and migratory disposition. *Ecography* 24:113–120., 2001. CrossRef, CSA.
- Boyde, E. M. The External Parasites of Birds: A Review. *The Wilson Bulletin*. 63: 363-369, 1951.
- Bush, A. O.; K. D., Lafferty; J. M., Lotz & A. W., Shostak. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83(4): 575 –583, 1997.
- Carrillo, C. M.; F., Valera; A., Barbosa & E., Moreno. Thriving in an arid environment: High prevalence of avian lice in low humidity conditions. *Ecoscience*, 14 (2): 241-249, 2007.
- Cestaro, L. A. & J. J., Soares. Variações florísticas e estruturais e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta bot. bras.*, 18(2): 203-218, 2004.
- Choe, J. C. & K. C., Kim. Community structure of arthropod ectoparasites on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology*, 65, 2998-3005, 1987.
- Choe, J. C. & K. C., Kim. Microhabitat preference and coexistence of ectoparasitic arthropods on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology*, 66, 987-997, 1988.
- Clayton, D. H. & B. A., Walther. Influence of host ecology and morphology on the diversity of Neotropical bird lice. *OIKOS* 94: 455–467, 2001.
- Clayton, D. H.; J. A. H., Koop; C. W., Harbison; B. R., Moyer & S. E., Bush. How Birds Combat Ectoparasites. *The Open Ornithology Journal*, 3: 41-71, 2010.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. Listas das aves do Brasil. Versão 25/1/2011 Disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/pdf/AvesBrasil2011.pdf> (Acesso em: 20/06/2012).
- Dabert J. & S. V., Mironov. Origin and evolution of feather mites (Astigmata). *Experimental and Applied Acarology* 23: 437-454, 1999.
- Enout, A. M. J. Ecologia comparativa de ectoparasitos em aves silvestres. 2009. 112p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Palmas, TO.
- Flechtmann C. H. W. *Elementos de Acarologia*. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 344p., 1975.
- Galván, I.; E., Aguilera; F., Atiénzar; E., Barba; G., Blanco; J. L., Cantó; V., Cortés; Ó., Frías; I., Kovács; L., Meléndez; A. P., Møller; J. S., Monrós; P. L., Pap; R., Piculo; J. C., Senar; D., Serrano; J. L., Tella; C. I., Vágási; M., Vögeli; R., Jovani. Feather mites (Acari: Astigmata) and body condition of their avian hosts: a large correlative study. *Journal of Avian Biology*, 43: 273–279, 2012. doi: 10.1111/j.1600-048X.2012.05686.x.

- Gotelli, N. J. & K., Rohde. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. *Ecology Letters*, 5: 86–94, 2002.
- Hopkins, M. E. & C. L., Nunn. Gap analysis and the geographical distribution of parasites. In *The biogeography of host-parasite interactions*, ed. S. Morand and B. Krasnov, 129-142, 2010. Oxford: Oxford University Press.
- Hughes, J. & R. D. M., Page. Comparative tests of ectoparasite species richness in seabirds. *BMC Evolutionary Biology*, 7:227, 2007.
- IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. CDDI-IBGE, Rio de Janeiro. (série Manuais Técnicos de Geociências, n. 1).
- Johnson, K. P. & D. H., Clayton. The biology, ecology, and evolution of chewing lice. p 449–476. In: R. D. Price; R. A. Hellenthal; R. L. Palma; K. P. Johnson & D. H. Clayton. (eds.) *The chewing lice: world checklist and biological overview*. Illinois Natural History Survey Special Publication 24. X + 501pp, 2003.
- Kanegae, M. F. Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do distrito federal. 2003. 100p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF.
- Krasnov, B. R.; G. I., Shenbrot; I. S., Khokhlova & A. A., Degen. Flea species richness and parameters of host body, host geography and host ‘milieu’. *Journal of Animal Ecology*, 73: 1121–1128, 2004a.
- Krasnov, B. R.; G. I., Shenbrot; I. S., Khokhlova & R., Poulin. Relationships between parasite abundance and the taxonomic distance among a parasite’s host species: an example with fleas parasitic on small mammals. *International Journal for Parasitology*, 34: 1289–1297, 2004b.
- Krasnov, B. R.; R., Poulin; G. I., Shenbrot; D., Mouillot & I. S., Khokhlova. Host specificity and geographic range in haematophagous Ectoparasites. *OIKOS*, 108: 449-456, 2005.
- Lyra-Neves, R. M.; A. M. I., Farias & W. R. T., Júnior. Ecological relationships between feather mites (Acari) and wild birds of Emberizidae (Aves) in a fragment of Atlantic Forest in Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (3): 481–485, 2003.
- Lyra-Neves, R. M.; A. M. I., Farias & W. R. T., Júnior. Interações entre Phthiraptera (Insecta) e aves (Emberizidae) de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Ornithologia*, 1(1): 43-47, 2005.
- Luque, J. L. & R., Poulin. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, 72:189–204, 2008.
- MacArthur, R. H. & E. O, Wilson. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1967.

- Marini, M. A.; B. L., Reinert; M. R., Bornschein; J. C., Pinto & M. A., Pichorim. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba*, Belo Horizonte, 4:93-102, 1996.
- Marini, M. A. & D., Couto. Correlações ecológicas entre ectoparasitas e aves de florestas de Minas Gerais. In: L. L. Leite & C. H. Saito (eds). (1997). *Contribuição ao conhecimento Ecológico do Cerrado. Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil*, Brasília, Deptº de Ecologia, Universidade de Brasília.
- Mbora, D. N. M. & M., McPeck. Host density and human activities mediate increased parasite prevalence and richness in primates threatened by habitat loss and fragmentation. *The Journal of animal ecology*, 78(1), 210–8, 2009. doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01481.x
- Morand, S. & R., Poulin. Density, body mass and parasite species richness of terrestrial mammals. *Evolutionary Ecology*, 12: 717–727, 1998.
- Moyer, B. R.; D. M., Drown & D. H., Clayton. Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. *OIKOS* 97: 223–228, 2002.
- Moyer, B. R. & D. H., Clayton. Avian defenses against ectoparasites. In: Van Emden, H. F. & M., Rothschild [EDS]. *Insect and Bird Interactions*. Hampshire: Editora Intercept, 243-259, 2004.
- Nunn, C. L.; S., Altizer; K. E., Jones & W., Sechrest. Comparative Tests of Parasite Species Richness in Primates. *The American Naturalist*, vol. 162, no. 5: 597-614, 2003.
- Pascoli, G. V. T. Ectoparasitismo em aves silvestres em um fragmento de mata (Uberlândia, MG). 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG. 66p.
- Poulin, R. & S., Morand. The diversity of parasites. *Quarterly Review of Biology*, 75: 277–293, 2000.
- Poulin, R. Macroecological patterns of species richness in parasite assemblages. *Basic and Applied Ecology*, 5: 423—434, 2004.
- Proctor, H. C. Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior and evolution. *Annu Rev Entomol* 48:185-209, 2003.
- Proctor, H. C. & I., Owens. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution *Trends Ecol Evol* 15:358-364, 2000.
- Roda, S. A. & A. M. I., Farias. Ácaros plumícolas em beija-flores no município de Vicência ,. *Advances*, 8(1), 13–16, 2007.
- Rojas, M. R. R. Correlações ecológicas entre ectoparasitos e aves de floresta e cerrado nas áreas de proteção do Barreiro e Mutuca, Municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, Minas Gerais. 1998. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre, MG.

- Souto, G. H. B. O. Ecologia alimentar de aves insetívoras de um fragmento de mata decídua do extremo norte da mata atlântica. 2010. 89 fls. Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UFRN.
- Stanko, M.; D., Miklisová; J. G., Bellocq & S., Morand. Mammal density and patterns of ectoparasite species richness and abundance. *Oecologia*, 131:289–295, 2002.
- Storni, A.; M. A. S., Alves & M. P., Valim. Ácaros de pena e carrapatos (Acari) associados a *Turdus albicollis* (Aves, Muscicapidae) em uma área de Mata Atlântica da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2), 419–423, 2005.

CAPÍTULO I

Estrutura da assembleia de malófagos (Insecta, Phthiraptera) associada a aves de um fragmento de mata no Nordeste do Brasil

Resumo: O presente trabalho teve como objetivos estudar a assembleia de malófagos associada a aves de um fragmento de mata Estacional Decidual do Rio Grande do Norte (RN), averiguar sua estrutura e a influência de condições ambientais e variações morfológicas dos hospedeiros. Malófagos foram coletados de aves provenientes da Mata do Olho d'água, localizado no município de Macaíba, RN, Brazil. Cada espécime foi cuidadosamente examinado à procura de malófagos, que tiveram também a ocorrência em microhabitats registrada. Entre outubro de 2011 e julho de 2012, foram examinados 172 indivíduos de 38 espécies de aves, que abrigavam 1.427 malófagos pertencentes a nove táxons identificados em nível específico e onze em nível genérico. Destes, seis constituem novos registros para o Brasil e três, novas associações com hospedeiros. Foi detectada relação significativa entre abundância de malófagos e as variáveis comprimento total ($r= 0,29$; $p<0,05$) e cúlmen exposto ($r= 0,38$; $p<0,05$) do hospedeiro. Uma componente principal (CP1) responsável por 90,1% da variação morfológica dos hospedeiros foi significativamente influente sobre a abundância de malófagos, indicando que características morfológicas dos hospedeiros podem estar influenciando positivamente a abundância de malófagos. Frequência significativamente maior de indivíduos com altas cargas de malófagos foi detectada durante o período de seca ($\chi^2= 8,5$; $p<0,05$), corroborando estudos que propõem que aves de ambientes áridos sofrem tanta pressão parasitária quanto aquelas de ambientes úmidos. Padrões significativamente fortes de coocorrência foram detectados apontando tanto agregação quanto segregação de espécies na assembleia; e foi observada baixa sobreposição quanto ao uso de microhabitats, indicando segregação espacial e partição de recursos. Estes resultados ampliam o conhecimento de malófagos associados a aves neotropicais, contribuem na discussão acerca de fatores determinantes na estruturação de assembleias parasitas, e apontam a necessidade de pesquisas que tratem aspectos biológicos das espécies.

Palavras-chave: hospedeiros; associações; estruturação; correlação; microhabitats.

Abstract: The present work aimed to study the assembly of chewing lice associated with birds in a deciduous seasonal forest fragment from Rio Grande do Norte (RN), determine its structure and influence of environmental and morphological host variables. Chewing lice were collected on birds from Mata do Olho D'água, located in the municipality of Macaíba, RN, Brazil. Each specimen was carefully examined looking for chewing lice, which had also the occurrence in microhabitats recorded. Between October 2011 and July 2012, we examined 172 individuals of 38 bird species, which harbored 1.427 chewing lice belonging to nine taxa identified at species level and eleven at the generic level. Of these, six are new records for Brazil and three new host associations. We have detected significant correlation between the abundance of chewing lice and the hosts variables total length ($r = 0.29$, $p < 0.05$) and exposed culmen ($r = 0.38$, $p < 0.05$). A principal component (PC1) accounted for 90.1% of the morphological variation of the hosts was significantly influential on the abundance of chewing lice, indicating that host morphology may be positively influencing the abundance of chewing lice. Significantly higher frequency of individuals with high loads of chewing lice was detected during the drought period ($\chi^2 = 8.5$, $p < 0.05$), corroborating studies that propose that birds of arid environments suffer as much parasitic pressure as those of humid

environments. Co-occurrence patterns were detected pointing both aggregation and segregation of species in the assembly, and there was a low overlap in the use of microhabitats, indicating segregation and resource partitioning. These results extend the knowledge of chewing lice associated with neotropical birds, contribute to the discussion of parasites assemblage rules, and highlight the need for studies addressing biological aspects of the species.

Key words: Hosts; associations; organization; correlation; microhabitats.

INTRODUÇÃO

A Ordem Phthiraptera é composta por ectoparasitos obrigatórios permanentes associados a mamíferos e aves (Johnson & Clayton, 2003). Este último grupo é parasitado por duas subordens de malófagos: Amblycera e Ischnocera (Arzua & Valim, 2010), caracterizados pelo seu aparelho bucal mastigador que utilizam para se alimentar basicamente de penas, plumas e descamações dérmicas do hospedeiro (Johnson & Clayton, 2003). São encontrados em todas as ordens de aves conhecidas atualmente, com as quais geralmente mantém associação específica, se restringindo a uma única espécie ou a grupos com elevado grau de parentesco (Arzua & Valim, 2010). Em um único hospedeiro, é possível encontrar duas ou mais espécies de malófagos pertencentes a diferentes grupos taxonômicos, que coocorrem possivelmente devido à segregação em diferentes partes do corpo da ave, como consequência de adaptações morfológicas e ecológicas destes parasitos (Costa Lima, 1938; Johnson & Clayton, 2003; Arzua & Valim, 2010).

Malófagos podem ser transmitidos através do contato direto entre os hospedeiros tais como, pais e prole, casais ou qualquer outro tipo de comportamento que promova o contato entre dois ou mais indivíduos (Johnson & Clayton, 2003). Quando em número elevado, malófagos podem causar danos à estrutura das penas, reduzindo a taxa de sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos hospedeiros (Clayton, 1990; Clayton *et al.*, 1999), o que levou ao desenvolvimento de diversos mecanismos de defesa pelas aves, dentre os quais a utilização do bico e pés no “preening” e “scratching” anti-parasita, que atuam, sobretudo, no controle da carga parasitária (Clayton *et al.*, 2010).

Ao se tratar de parasitos permanentes, os malófagos vêm se mostrando bons candidatos em análises ecológicas nas quais é testada a influência de variáveis ambientais e hospedeiras sobre a estrutura de comunidades (Clayton & Walther, 2001; Gotelli & Rohde, 2002). Variáveis do hospedeiro, tais como tamanho corporal, características morfológicas úteis em comportamentos de limpeza, além de aspectos ecológicos e comportamentais do hospedeiro, são comumente apontadas como influentes na carga parasitária (Rózsa, 1997; Clayton & Walther, 2001; Nunn *et al.*, 2003). Além destas variáveis, a sensibilidade a condições ambientais acarreta considerável influência de fatores abióticos sobre essas assembleias (Johnson & Clayton, 2003; Carrilo *et al.*, 2007). Pesquisas apontam que a umidade relativa pode exercer um grande efeito sobre a pressão parasitária (Moyer *et al.*, 2002), sendo a abundância e/ou intensidade média de malófagos menores em regiões secas e elevadas em

regiões úmidas; além disso, foi também mostrada experimentalmente a redução na carga de ectoparasitos em função da baixa umidade (Moyer *et al.*, 2002). Em outra mão, estudos apontam que a carga parasitária não necessariamente diminui em condições ambientais áridas, e que, portanto, aves em ambientes secos sofrem tanta pressão parasitária quanto aves de ambientes úmidos (Carrilo *et al.*, 2007).

Em outra linha de pesquisa, a estrutura de comunidades e assembleias de parasitos vem sendo amplamente estudada através de modelos nulos de coocorrência (Morand *et al.*, 1999; Gotelli & Rohde, 2002; Krasnov *et al.*, 2006). Estes estudos testam se as espécies coocorrem mais frequentemente do que esperado ao acaso, a fim de elucidar as forças que atuam na estruturação das assembleias. Além das análises de coocorrência, a sobreposição de nicho entre espécies também vem sendo avaliada através de modelos nulos, visando entender os padrões de uso de nicho e partição de recursos. Em assembleias de ectoparasitos de aves, incluindo malófagos, a preferência por microhábitats e coexistência de espécies nos hospedeiros foram somente avaliadas em nível descritivo (Choe & Kim, 1987, 1988; Lyra-Neves *et al.*, 2005).

No Brasil, o estudo dos malófagos associados a aves vem ganhando atenção nos últimos anos (Oniki, 1990; Marini *et al.*, 1996; Marini & Couto, 1997; Oniki, 1999; Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2000, 2005; Enout, 2009; Enout *et al.*, 2009, 2012). Correlações ecológicas entre prevalência parasitária, variáveis ambientais e ecológicas do hospedeiro foram feitas com comunidades de ectoparasitos (incluindo malófagos) de 53 espécies de aves da Mata Atlântica no Paraná (Marini *et al.*, 1996). Nos ambientes de Cerrado e Mata de Galeria também foram desenvolvidos estudos de correlação entre prevalência, variáveis ambientais (como sazonalidade) e variáveis hospedeiras (como dieta, tipo de ninho, período reprodutivo e de muda de penas, participação em bando misto e grau de dependência de florestas) (Marini *et al.*, 1997; Enout, 2009; Enout *et al.*, 2009). No Nordeste, Lyra-Neves *et al.* (2005) estudaram a influência da sazonalidade, período reprodutivo e taxonomia do hospedeiro sobre as comunidades de malófagos associados a emberizídeos da Mata Atlântica de Pernambuco.

Tendo em vista a inexistência de estudos de malófagos associados a aves no Estado do Rio Grande do Norte, e a escassez de trabalhos no Brasil com metodologias acuradas de quantificação do grupo, que tratem as assembleias de malófagos além do nível descritivo, sobretudo a sua ecologia; o presente trabalho teve como objetivos estudar a assembleia de malófagos associada a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Nordeste do

Brasil, averiguar aspectos de sua estrutura e a influência de variáveis ambientais e morfológicas dos hospedeiros, e testar a existência de padrões não-aleatórios de coocorrência e sobreposição de nicho entre as espécies.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os malófagos foram coletados de aves provenientes da Mata do Olho D'água, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (270 ha, coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W, 40m de altitude média). Trata-se de um fragmento de Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas (segundo classificação do IBGE, 1992), com temperatura média anual de 26° C e estações seca, se estendendo de setembro a dezembro, e chuvosa, de janeiro a agosto (Cestaro & Soares, 2004). As aves foram coletadas com autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob Licença permanente para coleta de material zoológico Número 19849-1 (Código de autenticação: 28111788; Data de emissão: 27/04/2009).

As coletas foram realizadas em quatro campanhas, nos meses de outubro e dezembro de 2011, correspondentes ao período seco, e abril e junho de 2012, período chuvoso. A captura das aves foi feita com redes de neblina (12 x 3 m, malha 19 mm, 5 bolsas - Ecotone), abertas entre 05 e 15 horas, com intervalos de revisão a cada uma hora. As aves capturadas foram envolvidas em papel toalha, acondicionadas individualmente em sacos plásticos, mortas por inalação com éter etílico, e mantidas sob refrigeração até transferência para o Laboratório de Ornitologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, onde foram congeladas em freezer (-20° C).

Em laboratório, uma ave por vez foi descongelada para a coleta de ectoparasitos, feita através de *examinação visual post-mortem*, pela qual foi investigada minuciosamente a presença de malófagos em toda a extensão externa do corpo de cada espécime (cabeça, dorso, ventre, asas e cauda) em uma janela de tempo de 35 minutos; seguida de uma adaptação da técnica *post-mortem-ruffling*, a qual consiste em agitar vigorosamente todas as penas do corpo da ave durante um minuto sobre um anteparo de cor branca, a fim de coletar todos os ectoparasitos restantes (ver Clayton & Walther, 2001). As coletas foram realizadas sob microscópio estereoscópico e lupa de mesa com luminária (aumento de 8x) sobre anteparo de cor branca, que facilitou a visualização e limpeza a cada ciclo de exame. Todos os malófagos foram removidos com pinças e estiletes, transferidos para “ependorfs”

etiquetados, separados por região corporal de ocorrência (microhábitats), e conservados em álcool 70%.

Posteriormente, os malófagos foram enviados ao Departamento de Entomologia do Museu de Zoologia da USP, para montagem em lâmina, identificação e depósito na mesma instituição. Para a nomenclatura das aves foi seguido o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2011). Todas as aves foram taxidermizadas e depositadas na Coleção Ornitológica da UFRN. As taxas de prevalência, abundância e intensidade média foram calculadas de acordo com Bush *et al.* (1997). A prevalência de malófagos foi calculada para espécies hospedeiras com número de indivíduos examinados maior ou igual a cinco. Foram incluídos adultos (machos e fêmeas) e imaturos nos cálculos de abundância e intensidade média de infestação.

A fim de testar a influência da morfologia do hospedeiro sobre a abundância de malófagos, foram utilizadas as medidas de massa (correspondente ao peso da ave em gramas), comprimento total (distância da ponta do bico à ponta da retriz mais longa, com a ave deitada de costas sobre régua), envergadura (distância entre as pontas das asas) e cúlmen exposto (medida da ponta do bico até o início das penas na frente da ave) de cada ave examinada. Somente indivíduos infestados foram incluídos nas análises.

Análises estatísticas

Foi testada a influência de variáveis morfológicas do hospedeiro sobre abundância de malófagos com uso do coeficiente de correlação linear de Pearson (r). A fim de selecionar um componente morfológico mais representativo entre as variáveis morfológicas acima especificadas, foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA). A influência do componente responsável pela maior variação morfológica dos hospedeiros sobre a abundância de malófagos foi testada com uma regressão linear simples. O número de hospedeiros machos e fêmeas foi aproximadamente o mesmo, mantendo as medidas balanceadas.

Foram determinados três níveis de infestação por malófagos: i. baixo – aves com número de malófagos entre 1 e 20; ii. Médio – aves com número de malófagos entre 21 e 49; e, iii. Alto – aves com número de malófagos entre 50 e 145. Variações significativas na frequência de indivíduos com os três níveis de infestação nos períodos de seca e chuva foram testadas através de análises de qui-quadrado (χ^2). Foi considerado um nível de significância de 5% para todas as análises, realizadas com o uso dos softwares Systat v. 13 e PAST v. 1.94b.

A fim de verificar se a assembleia de malófagos estudada é estruturada diferentemente do acaso, foram testadas as hipóteses nulas de coocorrência e sobreposição de nicho. Para os modelos nulos de coocorrência foram construídas matrizes de presença/ausência de espécies de malófagos nos sítios (hospedeiros), sendo calculados quatro índices para cada matriz: o C-score, o número de pares de espécies formando checkerboard (Checkerboard), o número de combinações de espécies (Combo) e a razão da variância (V-ratio). Para o C-score e o Checkerboard, a hipótese de agregação de espécies é aceita quando o índice observado é significativamente menor do que a média de índices simulados, enquanto que Combo e V-ratio indicam padrão de agregação quando o índice observado é significativamente maior que a média de índices simulados. Descrições detalhadas destes índices são encontradas em Gotelli (2000) e Gotelli & Rohde (2002).

Os modelos nulos foram testados em duas matrizes de presença/ausência de malófagos. Uma incluiu todas as espécies hospedeiras estudadas, a fim de testar a coocorrência em nível de *componente comunitário* (espécies de malófagos associadas à cada espécie hospedeira examinada na comunidade); e a outra incluiu todos os indivíduos examinados, a fim de testar a coocorrência de malófagos em *nível individual* (considerando todos os hospedeiros sítios idênticos). Os índices observados foram então comparados com as respectivas médias de índices nulos, gerados a partir de 5000 aleatorizações de cada matriz de dados original, medindo a probabilidade de cauda do índice observado ser maior ou menor do que o esperado ao acaso. A aleatorização das matrizes foi feita com uso dos algoritmos linhas fixas/colunas fixas (*ff*), pelo qual diferenças na frequência de ocorrência e número de espécies parasitas por hospedeiro (espécie ou indivíduo) são preservadas (Connor & Simberloff, 1979); e linhas fixas/colunas equiprováveis (*fe*), que assume equivalência entre os hospedeiros, aleatorizando a ocorrência das espécies parasitas (Gotelli & Rohde, 2002); ambos são algoritmos com boas propriedades estatísticas (Gotelli, 2000). O algoritmo *ff* não pode ser usado para V-ratio, pois este não varia linhas e colunas totais da matriz (Gotelli, 2000). Os sítios vazios, correspondentes às espécies ou indivíduos livres de malófagos, foram incluídos nos modelos, tendo como princípio o efeito conhecido dos algoritmos *ff* e *fe* (Krasnov *et al.*, 2006). Foi calculada a medida do tamanho do efeito padronizado (SES) para cada modelo, que mede o número de desvios padrão do índice observado, acima ou abaixo da média de índices simulados. Essa medida é utilizada para comparar diferentes modelos, e portanto, foi incluída nos resultados a fim de possibilitar futuras análises comparativas.

Para avaliar a sobreposição de nicho na assembleia, a abundância das espécies em cada

microhábitat foi computada, excluindo os espécimes coletados com a técnica *post-mortem-ruffling*. Similarmente aos modelos de coocorrência, o valor observado de sobreposição de nicho foi calculado para a matriz real de abundância, e comparado com o valor médio do modelo nulo gerado a partir de 5000 aleatorizações da matriz de dados original. A sobreposição foi calculada utilizando o índice de Pianka, selecionando as opções “Niche Overlap”, “Niche Breadth: Relaxed” and “Zero States: Retained”. Todas as análises de modelo nulo foram feitas no software Ecosim v. 5.0.

RESULTADOS

Foram examinados 172 indivíduos pertencentes a 38 espécies de aves, distribuídas em 16 famílias de Passeriformes (28) e não-Passeriformes (10). Destas, 17 espécies abrigavam malófagos (doze Passeriformes e cinco não-Passeriformes), correspondendo a 65 indivíduos parasitados (prevalência de 37 %) (Tabela 2). Entre as famílias com mais de cinco indivíduos examinados, a maior prevalência de malófagos foi observada em Turdidae (85%) e Thraupidae (75%). *Tachyphonus rufus* e *Tolmomyias flaviventris*, ambas com mais de dez indivíduos examinados, apresentaram as maiores taxas de prevalência de malófagos (91,7% para ambas) (Tabela 2).

Foi coletado um total de 1.427 malófagos, sendo 304 machos, 344 fêmeas, e 779 ninfas, dos quais foram identificados nove táxons em nível específico e onze em nível genérico, distribuídos nas subordens Amblycera e Ischnocera, famílias Gonioididae, Laemobothriidae, Menoponidae, Philopteridae e Ricinidae (Tabela 2).

Na família Menoponidae, foram identificados em nível específico os táxons *Myrsidea flaviventris* Price, Hellenthal & Dalglish, 2005, *Myrsidea venustae* Price & Dalglish, 2006, *Myrsidea rufi* Price & Dalglish, 2006 e *Menacanthus eurysternus* (Burmeister, 1838); e na família Ricinidae, *Ricinus complicatus* Carriker, 1964 e *Ricinus sucinaceus* (Kellogg, 1896).

A maior riqueza de táxons foi encontrada na família Philopteridae, com *Penenirmus auritus* Carriker, 1956 identificado em nível específico, e os demais em nível de gênero: *Columbicola* Ewing 1929, *Brueelia* Kéler, 1936, *Furnaricola* Carriker, 1944, *Furnariphilus* Price & Clayton, 1995, *Mulcticola* Clay & Meinertzhagen 1938, *Philopterus* Nitzsch, 1818, e *Tyranniphilopterus* Mey, 2004. As famílias Laemobothriidae e Gonioididae tiveram apenas um representante cada, ambos identificados em nível específico, *Laemobothrion maximum* (Scopoli, 1763) e *Physconelloides ceratoceps* Ewing, 1927, respectivamente.

O gênero mais prevalente na comunidade de aves foi *Myrsidea* Waterston, 1915, seguido por *Ricinus* De Geer, 1778 e *Brueelia* Kéler, 1936 (Figura 3).

Tabela 2 - Associações entre malófagos e aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012. NE: número de indivíduos examinados; NP: número de indivíduos parasitados; %: prevalência; M, F, N: machos, fêmeas e ninfas; T: total; AM: abundância média; IM: intensidade média. 1: novo registro para o Brasil; 2: nova associação com hospedeiro; 3: *stragglings*.

Aves	NE	NP	%	Malófagos	Nº de malófagos				AM	IM
					M	F	N	T		
Acciptridae	1	1	-							
<i>Buteo brachyurus</i>	1	1	-	<i>Laemobothrion maximum</i> ^{1 2}	1	0	0	1	1	1
Caprimulgidae	2	2	-							
<i>Hydropsalis albicolis</i>	2	1	-	<i>Mulcticola</i> sp.	2	2	0	4	2	4
Columbidae	1	1	-							
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1	-	<i>Physconelloides ceratoceps</i>	1	4	1	6	6	6
				<i>Columbicola</i> sp.	0	0	1	1	1	1
Picidae	5	5	100							
<i>Picumnus fulvescens</i>	5	5	100	<i>Penenirmus auritus</i> ²	14	5	9	28	5,6	5,6
				<i>Menacanthus</i> sp.	20	14	33	67	13,4	22,3
Trochilidae	8	1	12.5							
<i>Amazilia fimbriata</i>	3	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Anopetia gounellei</i>	2	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Chlorostilbon notatus</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Phaetornis pretrei</i>	1	1	-	<i>Myrsidea</i> sp.	1	0	1	2	2	2
<i>Phaetornis ruber</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Trogonidae	2	0	-							
<i>Trogon curucui</i>	2	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Furnariidae	3	2	-							
<i>Synallaxis frontalis</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Synallaxis scutata</i>	2	2	-	<i>Furnaricola</i> sp.	0	2	4	6	3	6
				<i>Myrsidea</i> sp.	1	3	4	8	4	4
Parulidae	16	6	31.2							
<i>Basileuterus culicivorus</i>	6	0	0.0	-	-	-	-	0	0	0
<i>Basileuterus flaveolus</i>	10	6	60.0	<i>Brueelia</i> sp.	26	56	38	120	12	24
				<i>Myrsidea</i> sp.	3	10	9	22	2,2	5,5
				<i>Ricinus</i> sp.	0	0	2	2	0,2	2
Pipridae	8	4	50							
<i>Neopelma pallescens</i>	8	4	50.0	<i>Myrsidea</i> sp.	7	5	11	23	2,9	5,7
				Philopteridae	0	0	2	2	0,2	2
Rhynchocyclidae	20	13	65.0							
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	4	3	-	<i>Ricinus</i> sp.	0	2	0	2	0,5	1
				<i>Tyranniphilopterus</i> sp.	2	6	1	9	2,2	3
<i>Hemitriccus striaticolis</i>	4	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	12	11	91.7	<i>Myrsidea flaviventris</i> ¹	20	14	69	103	8,6	9,4
				<i>Ricinus</i> sp.	1	3	0	4	0,3	1

Aves	NE	NP	%	Malófagos	Nº de malófagos				AM	IM
					M	F	N	T		
Thamnophilidae	34	1	2.9							
<i>Formicivora grisea</i>	15	0	0.0	-	-	-	-	0	0	0
<i>Taraba major</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	18	1	5.5	-	-	-	-	0	0	0
Thraupidae	16	12	75							
<i>Dacnis cayana</i>	2	1	-	<i>Myrsidea venustae</i> ^{1 2}	0	2	3	5	5	5
<i>Lanio pileatus</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Tachyphonus rufus</i>	12	11	91.7	<i>Myrsidea rufi</i> ¹	100	88	249	437	36,4	39,7
				<i>Philopterus</i> sp.	41	44	167	252	21	36
				<i>Ricinus complicatus</i> ¹	4	5	3	12	0,1	2,4
<i>Tangara cayana</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Troglodytidae	6	0	0							
<i>Cantorchylus longirostris</i>	6	0	0	-	-	-	-	0	0	0
Turdidae	14	9	85.0							
<i>Turdus amaurochalinus</i>	12	9	81.8	<i>Brueelia</i> sp.	31	48	86	142	11,8	28,4
				<i>Menacanthus eurysternus</i>	0	2	4	6	0,5	6
				<i>Myrsidea</i> sp.	16	11	46	73	6,1	9,1
				<i>Furnariphilus</i> sp. ^{1 3}	1	0	0	1	1	1
<i>Turdus leucomelas</i>	2	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Tyrannidae	26	6	26.1							
<i>Camptostoma obsoletum</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Casiornis fuscus</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	11	4	36.4	<i>Ricinus</i> sp.	5	7	11	23	2,1	11,5
				<i>Tyranniphilopterus</i> sp.	1	2	6	9	0,8	3
<i>Elaenia chilensis</i>	7	0	0	-	-	-	-	0	0	0
<i>Elaenia spectabilis</i>	4	1	25.0	<i>Ricinus sucinaceus</i>	0	2	2	4	1	4
				<i>Myrsidea</i> sp.	3	4	3	10	2,5	10
<i>Euscharthmus meloryphus</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Myiopagis viridicata</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Vireonidae	10	2	20.0							
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	6	2	33.3	<i>Myrsidea</i> sp.	2	2	14	18	3	9
<i>Cyclahis gujanensis</i>	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Vireo olivaceo</i>	3	0	-	-	-	-	-	0	0	0
Total	172	66	37		303	343	779	1425	8,2	21,5

A respeito dos estágios de desenvolvimento e razão sexual, foi observado um número de ninfas superior ao de adultos; e fêmeas foram geralmente mais abundantes que machos (Tabela 2).

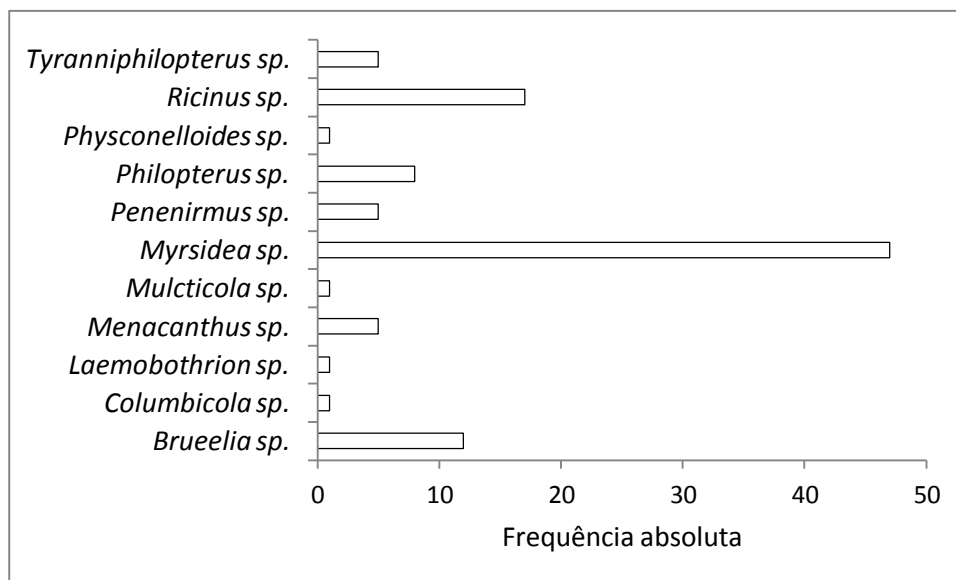


Figura 3 - Frequência absoluta de malófagos, em nível genérico, associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012.

As maiores taxas de abundância (AM) e intensidade média (IM) ocorreram em *Tachyphonus rufus* (AM = 60,5; IM = 66,1), *Turdus amaurochalinus* (AM = 18,4; IM = 24,5), e *Picumnus fulvescens* (AM e IM = 18,6). A riqueza de malófagos variou de 0 a 3 por espécie hospedeira (Média = 1,46; Erro padrão = 0,30). Foram reportadas taxas de abundância e intensidade média de 8,2 e 21,5, respectivamente.

Entre as variáveis morfológicas, somente comprimento total ($r = 0,29$; $p < 0,05$) e cúlmen exposto ($r = 0,38$; $p < 0,05$) do hospedeiro foram significativamente relacionadas à abundância de malófagos, ambas apresentaram relação positiva. As variáveis peso ($r = 0,24$; $p < 0,05$) e envergadura ($r = 0,23$; $p < 0,05$) foram marginalmente relacionadas com a abundância de malófagos.

A partir das medidas morfológicas citadas foi obtida a Componente Principal 1 (CP1), que respondeu por 90,5% da variação morfológica dos indivíduos analisados. A análise de regressão revelou uma influência positiva de 10,1% de CP1 sobre a abundância de malófagos (Abundância = $23,97 + 5,74 \text{ CP1}$; $r^2 = 0,101$; $F_{1,56} = 6,27$; $p < 0,05$).

No período seco foi observado maior número de indivíduos infestados (N = 36) do que no período úmido (N = 22); e, somente no período seco foram capturadas aves com alta carga

parasitária (50-145 malófagos) (n = 8) ($\chi^2 = 8,5$; gl = 56; p < 0,05). As espécies que apresentaram alta carga parasitária no período seco foram: *Tachyphonus rufus*, *Turdus amaurochalinus* e *Basileuterus flaveolus*. Cabe destacar que nenhum indivíduo de *Tachyphonus rufus* capturado no período úmido apresentou carga parasitária superior a cinco malófagos por ave.

Nos modelos nulos de coocorrência foram encontradas diferenças significativas entre as médias reais e simuladas, que variaram de acordo com os algoritmos (*ff* e *fe*) e índices utilizados (C-score, Checkerboard, Combo e V-ratio) (Tabela 3). Em nível de *componente comunitário*, C-score e V-ratio, com o algoritmo *fe*, apontaram uma frequência de coocorrência de espécies menor do que esperado ao acaso. Quando testado em *nível individual*, o C-score, o Combo e o V-ratio, encontraram diferenças significativas de coocorrência de espécies com uso do algoritmo *fe*. Com uso do algoritmo *ff*, somente Checkerboard e Combo expressaram padrões significativos. Em suma, em *nível individual*, o C-score e o V-ratio apontaram frequência de coocorrência de espécies menor do que esperado ao acaso, enquanto o Checkerboard e o Combo indicaram um padrão de coocorrência na assembleia maior do que esperado ao acaso (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados dos modelos nulos de coocorrência de malófagos associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. O conjunto de dados *a* corresponde aos testes em nível de *componente comunitário* (espécies de malófagos associadas a cada espécie hospedeira), e o conjunto *b*, aos modelos em *nível individual* (inclui todos os indivíduos examinados). Para cada conjunto de dados é dado o resultado do modelo - se o índice observado (O) foi maior ou menor do que o simulado (S) - utilizando todos os índices e os algoritmos *ff* e *fe*, o valor do tamanho do efeito padronizado (SES), e o valor da probabilidade de cauda (p). Os valores significativos de *p* estão em negrito (5000 aleatorizações).

	a				b			
	O>S	O<S	p	SES	O>S	O<S	p	SES
C-score								
<i>ff</i>	-	x	0,44	-0,28	x	-	0,17	0,93
<i>fe</i>	-	x	0,01	-2,53	-	x	0,00	-4,25
Checkerboard								
<i>ff</i>	x	-	0,05	1,96	x	-	0,00	4,34
<i>fe</i>	-	x	0,18	-1,06	x	-	0,07	1,60
COMBO								
<i>ff</i>	-	x	0,30	-0,97	-	x	0,00	-3,90
<i>fe</i>	-	x	0,17	-1,37	-	x	0,04	-1,91
V-Ratio								
<i>fe</i>	x	-	0,02	2,45	x	-	0,00	4,51

Nas análises de sobreposição de nicho, somente as espécies de malófagos que foram encontradas em mais de quatro indivíduos hospedeiros foram incluídas. Dessa forma, *Columbicola* sp., *Laemobothrion maximum*, *Mulcticola* sp. e *Physconelloides ceratoceps* foram excluídos destas análises. Para os táxons que restaram, foram identificados quatro microhábitats: asas (AS), onde os indivíduos geralmente estavam enfileirados entre as rêmiges (primárias e secundárias); cabeça (CA), que inclui as penas da região cabeça e pescoço; penas do dorso (DS); e penas do ventre (VT). A sobreposição de nicho foi significativamente menor do que esperado ao acaso (*índice observado* = 0,49; *média de índices simulados* = 0,64; $p < 0,05$), indicando segregação espacial e partição de recursos (Figura 5). Entre os Amblycera, as espécies do gênero *Myrsidea* foram encontradas nos quatro microhábitats, mas prevaleceram em abundância nas asas (45,5% de prevalência) e penas do ventre (26,4%); e os táxons *Menacanthus* e *Ricinus* foram mais abundantes entre as penas do corpo (DS e PB), onde foi registrado 94% e 87% de prevalência, respectivamente. Entre os Ischnocera, espécies dos gêneros *Penenirmus*, *Philopterus* e *Tyranniphlopterus* apresentaram maior abundância na região cabeça-pescoço (CA), com 60, 88,6 e 100% de prevalência, respectivamente; e, espécies do gênero *Brueelia* foram encontradas nos quatro microhábitats, mas com prevalência superficialmente maior nas penas do dorso (33%) e asas (32%).

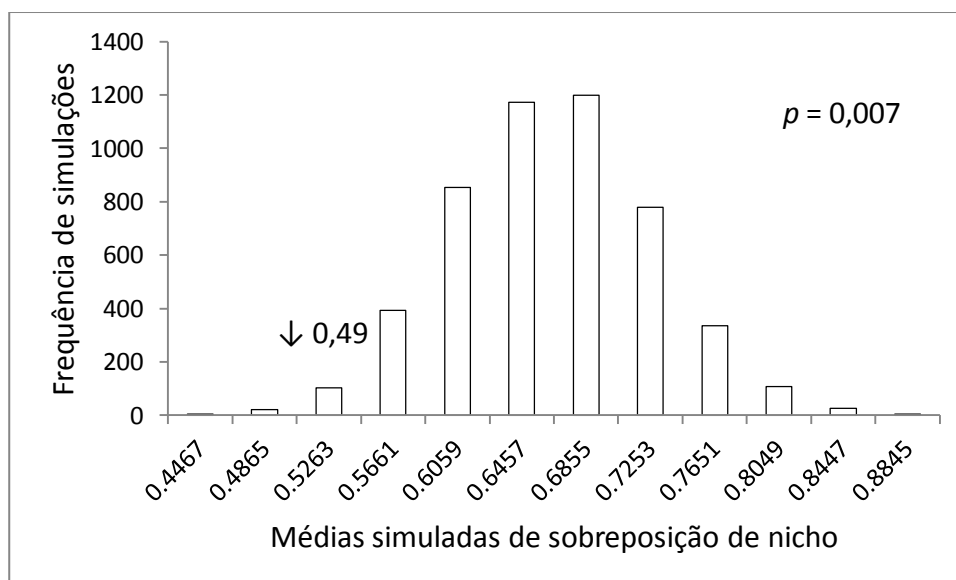


Figura 5 - Média de sobreposição no uso de microhábitats observada e simulada de malófagos associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. Foram incluídos quatro microhábitats nas análises: asas, cabeça, dorso e ventre. A seta indica o índice observado, o valor de p é a probabilidade de a média observada ser menor do que aquela esperada ao acaso (5000 simulações).

DISCUSSÃO

A prevalência de malófagos (37,7%) na comunidade de aves estudada foi relativamente alta quando comparada àquela de estudos similares realizados em fragmentos de mata na região Nordeste do Brasil (Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2005). No Cerrado do Tocantins e Mata Atlântica do Paraná, já foi reportada prevalência de malófagos de 37,4% e 90%, respectivamente (Marini *et al.*, 1996; Enout, 2009). Essa ampla variação nas taxas de prevalência acima citadas, podem ser explicadas por diferenças na biologia das espécies hospedeiras, como períodos de muda e reprodução, condições ambientais, além da biologia dos próprios parasitos (Johnson & Clayton, 2003).

Os resultados deste estudo ampliaram o conhecimento acerca da distribuição e associação entre malófagos e aves, ainda desconhecidos para o Rio Grande do Norte, e até para o Brasil, como é o caso do gênero *Furnariphilus* Price & Clayton, 1995. Este gênero, descrito e registrado até então em furnarídeos do Peru (Price & Clayton, 1995), foi reportado neste estudo como resultado de um possível *stragglings*, expandindo o conhecimento da sua distribuição geográfica. Ao todo, foram reportados seis novos registros geográficos para o Brasil e quatro novas associações com hospedeiros ainda não-conhecidas.

Menacanthus eurysternus, da família Menoponidae, é um malófago generalista, com associação conhecida para mais de 100 espécies de aves Passeriformes e não-Passeriformes (Price, 1975). Neste estudo, foi encontrado em associação com *T. amaurochalinus* e no Brasil já foi reportado em *T. leucomelas* (Enout *et al.*, 2009). As espécies de *Myrsidea* identificadas foram descritas recentemente e tratam-se de novos registros para o Brasil. *Myrsidea rufi* possui como hospedeiro tipo *T. rufus*, e foi registrada pela primeira vez nas ilhas Trindade e Tobago (Price & Dalglish, 2006). *Myrsidea venustae* foi encontrada pela primeira vez na Costa Rica (Price & Dalglish, 2006), e possui como hospedeiro tipo *Dacnis venusta*, tendo mais uma associação reconhecida na mesma família, com *D. cayana*. Por fim, *M. flaviventris*, encontrada pela primeira vez em *T. flaviventris* de Trindade e Peru (Price *et al.*, 2005) foi reportada neste estudo em associação com o mesmo hospedeiro, sendo ampliado o conhecimento da sua distribuição geográfica.

A espécie *Ricinus complicatus* possui como hospedeiro-tipo *T. rufus* (Carriker, 1964) e foi pela primeira vez reportada no Brasil; e *R. sucinaceus*, encontrada em *E. spectabilis*, já foi reportada no país. A associação do gênero com *Cnemotriccus fuscatus*, *Elaenia* sp. e a família Parulidae já foi reportada no país (Oniki, 1999; Enout *et al.*, 2012).

Physconelloides ceratoceps, da família Gonioididae, é conhecida por sua associação com Columbidae (Price *et al.*, 2003). No Brasil foi encontrada em *Leptotila verreauxi*, no Mato Grosso (Oniki, 1999) e Tocantins (Enout *et al.*, 2012). O gênero *Columbicola* Ewing, 1929 também é conhecido por parasitar columbídeos (Adams *et al.*, 2005) e já foi registrado no Tocantins e Mato Grosso associado a *L. verreauxi* (Oniki, 1999; Enout *et al.*, 2012) e no Amazonas, em *Rhamphocelus carbo* (Oniki, 1990); no Nordeste foi reportado nas *Columbina minuta* e *C. talpacoti* (Roda & Farias, 1999). *Penenirmus auritus* é comumente encontrada em associação com espécies de Piciformes, e sua associação com a família Picidae já foi relatada no país (Oniki, 1999), sendo a espécie pela primeira vez reportada em *P. fulvescens*. O gênero *Mulcticola* é conhecido por parasitar aves da família Caprimulgidae, no Brasil foi registrado sobre *Nyctidromus albicollis* (Enout *et al.*, 2012), e neste estudo é relatada a associação com com a mesma espécie (*Hydropsalis albicollis*). *Laemobothrion maximum* é conhecido como parasito de várias espécies de *Buteo*, entretanto *B. braquyurus* não possuía registro para tal associação (Nelson & Price, 1965), sendo este também um novo registro para o território brasileiro.

As taxas de abundância e intensidade média de malófagos são resultantes de coletas de dados quantitativos e que, portanto, podem variar de acordo com a eficácia das metodologias utilizadas por cada pesquisador. Nos estudos realizados no Brasil, os malófagos foram coletados através de *examinação visual* em campo (Marini *et al.*, 1996; Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2005) e método *dust-ruffling* de coleta (Enout, 2009; Enout *et al.*, 2009, 2012), sendo somente o último, um preditor satisfatório de dados quantitativos de malófagos (Clayton & Drawn, 2002). Quanto a coleta de dados categóricos, como prevalência parasitária, a *examinação visual* em campo é suficiente (Arzua & Valim, 2010). Dessa forma, comparações entre os resultados dos estudos realizados no país não são adequadas, visto que em grande parte deles, foi utilizado como método de coleta somente a *examinação visual em campo* (ex. Marini *et al.*, 1997; Marini & Couto, 1997; Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2000). Nos estudos realizados no Tocantins e Minas Gerais (Enout, 2009; Enout *et al.*, 2009, 2012), entretanto, foi utilizado o método *dust-ruffling* de coleta, que é um preditor eficaz da abundância total de malófagos (Clayton & Drown, 2002).

No presente estudo, a intensidade média de malófagos foi de 21,5, enquanto que no Tocantins foi reportada uma taxa de 18,7 malófagos/ave infestada. Essa diferença é provavelmente devida a efeitos amostrais, no que diz respeito ao número de hospedeiros examinados e diversidade de aves. É importante destacar que as baixas taxas parasitárias

encontradas na família *Thamnophilidae*, não são devidas a efeitos amostrais, visto que foi examinado um número considerável de hospedeiros. No Tocantins, somente um indivíduo de *Thamnophilus punctatus* abrigava 32 malófagos (Enout *et al.*, 2012). Tais diferenças devem ser melhor investigadas a fim de entender os fatores determinantes dessa variação.

Muitos estudos comparativos analisam os sistemas parasito-hospedeiro de forma limitada, realizando busca de resultados em banco de dados, geralmente alcançados com o uso de metodologias distintas e, às vezes, pouco eficazes (Clayton & Walther, 2001); isso torna as análises enviesadas e dificulta a comparação com outras pesquisas. Embora malófagos sejam de fácil visualização em campo, quantificar a comunidade abrigada em uma ave é tarefa difícil de cumprir no hospedeiro vivo, sendo a riqueza e a abundância muitas vezes subestimadas. Assim, tendo em vista a necessidade de quantificação, a metodologia de coleta se mostrou adequada e eficaz neste estudo. *Examinação visual* e *post-mortem-ruffling* são acurados preditores da abundância total de piolhos (Clayton & Moore, 1997). Portanto, o baixo número de espécies de malófagos por hospedeiro não foi devido a uma amostragem ineficaz, mas pode ser considerado satisfatório por se tratar de aves de pequenos porte, dispondo de menos recursos, e abrigando um número menor de espécies (Poulin, 2004).

Quanto à relação entre variáveis morfológicas do hospedeiro e abundância de malófagos, sabe-se que hospedeiros maiores dispõem de maior superfície, mais recursos e refúgios para a comunidade parasita que ele abriga (Clayton & Walther, 2001); com isso, é esperado que a diversidade de malófagos seja influenciada pelo tamanho corporal do hospedeiro (Rózsa, 1997; Clayton & Walther, 2001; Jonhson & Clayton, 2003; Hughes & Page, 2007). As medida de comprimento total e peso são bons representantes da área corporal dos hospederos, e foram positivamente relacionados à abundância de malófagos neste estudo; embora não tenham sido relações tão expressivas, já foram relatadas em outros estudos (Rózsa, 1997; Morand *et al.*, 1999; Clayton & Walther, 2001; Hughes & Page, 2007). Ao que tudo indica, outros fatores além da área corporal estão influenciando a carga parasitária dos hospedeiros.

A relação entre tamanho do bico e abundância de malófagos já foi sugerida em outros estudos devido o seu importante papel no comportamento de limpeza das aves (Hughes & Page, 2007). É provável que outras características morfológicas do bico influenciem no comportamento de limpeza, como o tamanho da saliência da maxila sobre a mandíbula, proposta por Clayton & Walther (2001) como característica importante no controle de malófagos.

A Componente Principal 1 (CP1) explicou mais de 90% das variações no conjunto de medidas tomadas, e sua relação direta com a abundância de malófagos, indica que, existiu influência positiva das características morfológicas das aves hospedeiras sobre a abundância de malófagos, corroborando estudos que discutem que hospedeiros maiores, assim como aqueles que possuem bicos maiores (proporcionalmente ao seu tamanho corporal) abrigam maior carga parasitária (Rózsa, 1997; Morand *et al.*, 1999; Clayton & Walther, 2001; Hughes & Page, 2007).

Embora a influência das variáveis morfológicas sobre a abundância de malófagos tenha sido sutil, os resultados comprovam a influência de fatores relacionados à morfologia dos hospedeiros sobre a comunidade de parasitos. É importante ressaltar que, apesar do efeito amostral ter sido controlado, as correlações entre riqueza e abundância de malófagos e as variáveis morfológicas dos hospedeiros podem ter se mostrado aumentadas em função da ausência de controle filogenético (Poulin, 1998).

Apesar da variação pluviométrica na região durante o período de amostragem deste estudo (cerca de 2200 mm em 2011 e 1200 mm em 2012), as variações de umidade e temperatura na área de estudo foram suficientes para apontar alterações significativas na carga parasitária das aves, efeitos ambientais já discutidos em outros trabalhos (Moyer *et al.*, 2002; Johnson & Clayton, 2003; Carrilo *et al.*, 2007). Estes resultados corroboram estudos anteriores, apontando que a carga parasitária não necessariamente diminui em condições ambientais áridas, e que portanto, aves em ambientes secos sofrem tanta pressão parasitária quanto aves de ambientes úmidos (Lyra-Neves *et al.*, 2005; Carrilo *et al.*, 2007). É importante destacar que estudos experimentais com o devido controle da carga parasitária e condições ambientais, podem responder melhor estas questões. Moyer *et al.* (2002) realizaram experimentos nesse sentido, com duas espécies de aves, em regiões geográficas distintas (uma úmida e uma seca) e compararam a diferença de abundância de malófagos, discutindo que aves de regiões áridas apresentam menos malófagos do que àquelas de regiões mais úmidas. Eles também conduziram experimentos laboratoriais, impondo diferentes intensidades de umidade e concluíram que baixa umidade ambiental conduziu à reduzida abundância de malófagos. No mesmo sentido, Carrilo *et al.* (2007) conduziram um estudo em diferentes localidades, com uma espécie de tentilhão, analisando a variação de prevalência e intensidade de infestação de duas espécies de malófagos. Ambos os estudos trouxeram significativas contribuições, embora possa ser interessante uma abordagem que agrupe as duas propostas: um experimento que considere as características biológicas de cada espécie.

Os resultados dos modelos nulos de coocorrência apontaram um padrão agregado de coocorrência de espécies em alguns casos, e segregado em outros. O C-score, que é o índice com melhores propriedades estatísticas entre os quatro (Gotelli, 2000) demonstrou que, tanto em nível de componente comunitário quanto em nível individual, a frequência de coocorrência de espécies de malófagos é menor do que esperado ao acaso, apontando um padrão de coocorrência agregado de espécies. Utilizando igualmente o C-score, estudos de estrutura de comunidades de organismos de vida livre mostraram fortes desvios positivos caracterizando matrizes de aves (SES = 3,65) e mamíferos (SES = 3,10), mas fracos desvios para comunidades de répteis e anfíbios (SES = 1,29) (Gotelli & McCabe, 2002). Quando comparado com estas comunidades, a média do SES calculado neste estudo usando o C-score (nível individual e nível de componente comunitário), é consideravelmente alta (SES = -3,38). Em comunidades parasitas de peixe (Gotelli & Rohde, 2002) e assembleias de pulgas associadas a mamíferos (Krasnov *et al.*, 2006), o valor médio de SES encontrado com o C-score está muito abaixo do desvio encontrado neste estudo, sugerindo que o grau de estrutura da assembleia de malófagos foi mais forte do que nas comunidades parasitas citadas (SES = 0,35 e -1,76, respectivamente).

Apesar de alguns modelos terem demonstrado padrões não-aleatórios, ou segregado, de coocorrência de espécies, a hipótese nula de agregação foi aceita para metade dos modelos com desvio significativo. Com isso, ainda não se pode descartar a teoria de que comunidades ou assembleias de ectoparasitos são desestruturadas, ou ausentes de processos ecológicos determinando sua estrutura (Gotelli & Rohde, 2002; Krasnov *et al.*, 2006).

Os resultados do modelo nulo de sobreposição de nicho apontaram baixa sobreposição quanto ao uso de microhábitats pelas espécies, o que indica segregação espacial e partição de recursos (Gotelli & Graves, 1996). A preferência de microhábitats pelos táxons estudados corrobora estudos anteriores de malófagos associados a emberizídeos (Lyra-Neves *et al.*, 2005) e ectoparasitos de aves marinhas (Choe & Kim, 1988). Considerando o padrão de coocorrência apontado pelo C-score, pelo qual as espécies de malófagos coocorrem menos frequentemente do que esperado ao acaso é possível que existam interações positivas influenciando a estrutura da assembleia (Krasnov *et al.*, 2006); essa hipótese é confirmada pela baixa sobreposição quanto ao uso de microhábitats, que diminuir as chances de interações negativas devido a segregação espacial das espécies e partição de recursos na assembleia (Gotelli & Graves, 1996; Gotelli & Rohde, 2002).

A ampla distribuição das ágeis espécies do gênero *Myrsidea* que caminham rapidamente

ao longo do das penas e pele de seus hospedeiros já é conhecida; assim como o hábito dos grandes Amblycera dos gêneros *Menacanthus* e *Ricinus* que se deslocam lentamente entre as penas do corpo de seus hospedeiros (Johnson & Clayton, 2003; Lyra-Neves *et al.*, 2005). A preferência dos táxons da subordem Ischnocera, *Penenirmus*, *Philopterus* e *Tyranniphilopterus*, também concorda com estudos anteriores, que retratam a ocorrência desses lentos malófagos na região cabeça-pescoço, possivelmente a fim de fugir do “preening” e “scratching” anti-parasita (Johnson & Clayton, 2003). Entretanto, quanto ao gênero *Brueelia*, não foi possível definir ao certo onde as espécies ocorrem, preferencialmente. Johnson & Clayton (2003) discutem que alguns Ischnocera, com corpo alongado, se escondem entre as barbas das rêmiges e retrizes; e que outros lentos Ischnocera pode ser encontrados nas plumas inferiores da região do dorso e ventre. *Brueelia* sp. foi reportado tanto entre as penas das asas, quanto nas penas do dorso. Estes achados são contrários àqueles reportados para malófagos associados a emberizídeos em Pernambuco, onde foi reportada uma maior ocorrência da família Philopteridae no corpo e Menoponidae na região cabeça-pescoço (Lyra-Neves *et al.*, 2005).

Em conclusão, este foi o primeiro levantamento de malófagos associados a aves no extremo nordeste do Brasil, contribuindo para o conhecimento de amplitude geográfica e associações com hospedeiros de diversos táxons. Além disso, foi a primeira análise comparativa utilizando o sistema malófago-ave no Brasil, mostrando que a abundância destes parasitos está relacionada e varia em função de características morfológicas dos hospedeiros. Entretanto, se faz necessário o controle da filogenia nessas análises, a fim de aumentar o poder de inferência e possibilitar a comparação com estudos que utilizem outros sistemas. Além da morfologia, influência de variações nas condições ambientais sobre a carga parasitária de malófagos foram também detectadas. As análises de estrutura da assembleia de malófagos, com uso de modelos nulos, renderam bons resultados, quando comparadas à estudos com outros sistemas de interação; e a preferência de microhábitat pelas espécies foi eficientemente estudada e estatisticamente comprovada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R. J., Price, R. D., & Clayton, D. H. Taxonomic revision of Old World members of the feather louse genus *Columbicola* (Phthiraptera: Ischnocera), including descriptions of eight new species. *Journal of Natural History*, 39(41), 3545–3618, 2005. doi:10.1080/00222930500393368.

- Arzua, M. & M. P., Valim. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo em aves. In: Matter, S. V.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V. & Cândido-jr, J. F. [eds]. 2010. Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, pp. 347-366.
- Bush, A. O.; K. D., Lafferty; J. M., Lotz; A. W., Shostak. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83(4): 575–583, 1997.
- Carrillo, C. M.; F., Valera; A., Barbosa & E., Moreno. Thriving in an arid environment: High prevalence of avian lice in low humidity conditions. *Ecoscience* 14 (2): 241-249, 2007.
- Carriker, M. A., Jr. Especies nuevas y poco conocidas de Mallophaga (Insecta) de Aves Venezolanas (Parte III). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 24:40-83, 1964.
- Cestaro, L. A. & J. J., Soares. Variações florísticas e estruturais e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta bot. bras.* 18(2): 203-218, 2004.
- Choe, J. C. & K. C., Kim. Community structure of arthropod ectoparasites on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology* 65, 2998-3005, 1987.
- Choe, J. C. & K. C., Kim. Microhabitat preference and coexistence of ectoparasitic arthropods on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology* 66, 987-997, 1988.
- Clayton, D. H. Mate choice in experimentally parasitized rock doves: lousy males lose. *Am. Zool.* 30: 251–262, 1990.
- Clayton, D. H. 1991. Coevolution of avian grooming and ectoparasite avoidance. In: Loye, J. E. and Zuk, M. (eds), Bird-parasite interactions: ecology, evolution, and behaviour. Oxford Univ. Press, pp. 258–289.
- Clayton, D. H. & Moore, J. Host-parasite evolution: general principles and avian models. – Oxford Univ. Press., 1997.
- Clayton, D. H.; Lee, P. L. M.; Tompkins, D. M. & Brodie III, E. D. Reciprocal natural selection on host-parasite phenotypes. *Am. Nat.* 154: 261-270, 1999.
- Clayton, D. H. & B. A., Walther. Influence of host ecology and morphology on the diversity of Neotropical bird lice. *Oikos* 94: 455–467, 2001.
- Clayton, D. H. & Drown, D. M. Critical evaluation of five methods for quantifying chewing lice (Insecta: Phthiraptera). *J. Parasitol.* 87(6): 1291–1300, 2001.
- Clayton, D. H.; J. A. H., Koop; C. W., Harbison; B. R., Moyer & S. E., Bush. How Birds Combat Ectoparasites. *The Open Ornithology Journal* 3: 41-71, 2010.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. Listas das aves do Brasil. Versão 25/1/2011 Disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/pdf/AvesBrasil2011.pdf> (Acesso em: 20/06/2012).

- Connor, E. F., Simberloff, D. The Assembly of Species Communities: Chance or Competition? *Ecology* 60 (6): 1132-1140, 1979.
- Costa Lima, A. D. 1938. Insetos do Brasil. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1: 351-378.
- Emerson, K. C. & Robert, E. Elbel. Two new species of *Mulcticola* (Phloptoridae: Mallophaga). *The Canadian Entomologist* 89 (09): 420-423, 1957.
- Enout, A. M. J. Ecologia comparativa de ectoparasitos em aves silvestres. 2009. 112p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Tropical). Universidade Federal de Ouro Preto, Palmas, TO.
- Enout, A. M. J., Lobato, D. N., Azevedo, C. S. De, & Antonini, Y. Parasitismo por malófagos (Insecta) e ácaros (Acari) em *Turdus leucomelas* (Aves) nas estações reprodutiva e de muda de penas no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. *Zoologia (Curitiba, Impresso)* 26(3), 534–540, 2009. Doi:10.1590/S1984-46702009000300017.
- Enout, A. M. J.; Lobato, D. N. C.; Diniz, F. C. & Antonine Y. Chewing lice (Insecta, Phthiraptera) and feather mites (Acari, Astigmata) associated with birds of the Cerrado in Central Brazil. *Parasitol Res* 111:1731-1742, 2012.
- Ezenwa, V. O.; S. A. Price; S. Altizer, *et al.* Host traits and parasite species richness in even and odd-toed hoofed mammals, artiodactyla and perissodactyla. *Oikos* 115(3): 526-536, 2006.
- González-Acuña, D.; Corvalan, F.; Barrientos, C.; Doussang, D.; Mathieu, C.; Nilsson, L.; Casanueva, M. E.; Palma, R. L. Community structure of lice (Insecta: Phthiraptera) from two sympatric gull species: kelp gull (*Larus dominicanus*) and Franklin's Gull (*Larus pipixcan*) in Talcahuano, Chile. *Neotrop. Entomol* 40(3):300-304, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300002>
- Gotelli, N. J. & G. R., Graves. Null models in ecology. Smithsonian Institution Press, Washington, D C, 1996.
- Gotelli, N. J. Null Model Analysis of Species Co-Occurrence Patterns. *Ecology* 81(9), 2606-2621, 2000. Doi:10.2307/177478.
- Gotelli, N. J. & K., Rohde. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. *Ecology Letters* 5: 86–94, 2002.
- Hopkins, M. E. & C. L., Nunn. Gap analysis and the geographical distribution of parasites. In *The biogeography of host-parasite interactions*, ed. S. Morand and B. Krasnov, 129-142, 2010. Oxford: Oxford University Press.
- Hughes, J. & R. D. M., Page. Comparative tests of ectoparasite species richness in seabirds. *BMC Evolutionary Biology* 7:227, 2007.

- IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. CDDI-IBGE, Rio de Janeiro. (série Manuais Técnicos de Geociências, n. 1).
- Johnson, K. P. & D. H., Clayton. The biology, ecology, and evolution of chewing lice. p 449–476. In: R. D. Price; R. A. Hellenthal; R. L. Palma; K. P. Johnson & D. H. Clayton. (eds.) The chewing lice: world checklist and biological overview. *Illinois Natural History Survey Special Publication* 24. X + 501pp, 2003.
- Krasnov, B. R.; G. I., Shenbrot; I. S., Khokhlova & A. A., Degen. Flea species richness and parameters of host body, host geography and host ‘milieu’. *Journal of Animal Ecology* 73: 1121–1128, 2004a.
- Krasnov, B. R.; G. I., Shenbrot; I. S., Khokhlova & R., Poulin. Relationships between parasite abundance and the taxonomic distance among a parasite’s host species: an example with fleas parasitic on small mammals. *International Journal for Parasitology* 34: 1289–1297, 2004b.
- Krasnov, B. R.; R., Poulin; G. I., Shenbrot; D., Mouillot & I. S., Khokhlova. Host specificity and geographic range in haematophagous Ectoparasites. *Oikos* 108: 449-456, 2005.
- Krasnov, B. R., Stanko, M., & Morand, S. Are ectoparasite communities structured? Species co-occurrence, temporal variation and null models. *The Journal of animal ecology* 75(6), 1330–1339, 2006. Doi:10.1111/j.1365-2656.2006.01156.x
- Krasnov, B. R.; D. Mouillot; G. I. Shenbrot; I. S. Khokhlova & R. Poulin. Deconstructing spatial patterns inspecies composition of ectoparasite communities: the relative contribution of host composition, environmental variables and geography. *Global Ecology and Biogeography*, 19: 515–526, 2010.
- Luque, J. L. & R., Poulin. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, 72:189–204, 2008.
- Lyra-Neves, R. M., Farias, A. M. I., Júnior, W. R. T., Botelho, M. C. N., Lima, M. C. A. Ectoparasitismo em aves silvestres (Passeriformes- Emberizidae) de Mata Atlântica, Igarassu, Pernambuco. *Melopsittacus*, 3(2):64-71, 2000.
- Lyra-Neves, R. M.; A. M. I., Farias & W. R. T., Júnior. Interações entre Phthiraptera (Insecta) e aves (Emberizidae) de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Ornithologia*, 1(1): 43-47, 2005.
- Marini, M. A.; B. L., Reinert; M. R., Bornschein; J. C., Pinto & M. A., Pichorim. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba*, 4:93-102, 1996.
- Marini, M. A. & D., Couto. Correlações ecológicas entre ectoparasitas e aves de florestas de Minas Gerais. In: L. L. Leite & C. H. Saito (eds). 1997. Contribuição ao conhecimento Ecológico do Cerrado. Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil, Brasília, Deptº de Ecologia, Universidade de Brasília.

- Morand, S. & R., Poulin. Density, body mass and parasite species richness of terrestrial mammals. *Evolutionary Ecology*, 12: 717–727, 1998.
- Morand, S., Poulin, Royal., Rohde, K. & Hayward, C. Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fish. *International Journal for Parasitology*, 29, 663– 672, 1999.
- Moyer, B. R.; D. M., Drown & D. H., Clayton. Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. *Oikos* 97: 223–228, 2002.
- Nelson, R. C. & Price, R. D. The Laemobothrion (Mallophaga: Laemobothriidae) of the Falconiformes. *J. Med. Ent.* 2(3): 249-257, 1965.
- Nunn, C. L.; S., Altizer; K. E., Jones & W., Sechrest. Comparative Tests of Parasite Species Richness in Primates. *The American Naturalist*, 162 (5): 597-614, 2003.
- Oniki, Y. Survey of lice (Mallophaga) and some remarks on their life cycles on birds at Balbina, Amazonas, Brasil. *Revista Bras. Biol.*, 50: 615-617, 1990.
- Oniki, Y. Avian parasites and notes on habits of lice from Mato Grosso, Brazil. *Iheringia Sér Zoologia* 86:183–190, 1999.
- Poulin, R. Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities. Chapman & Hall, 1998.
- Poulin, R. Macroecological patterns of species richness in parasite assemblages. *Basic and Applied Ecology*, 5: 423-434, 2004.
- Price, R. D. The Menacanthus eurytarnus complex (Mallophaga: Menoponidae) of the Passeriformes and Piciformes (Aves). *Ann Entomol Soc Am*, 68(4): 617-622, 1975.
- Price, R. D.; Clayton, D. H. A new genus and three new species of chewing lice (Phthiraptera: Philopteridae) from Peruvian ovenbirds (Passeriformes: Furnariidae). *Proc. Entomol. Soc. Washington*, 97: 839-844, 1995.
- Price, R. D., Hellenthal, R. A., Palma, R. L., Johnson, K. P., Clayton D. H. The chewing lice: world checklist and biological overview. *Ill Nat Hist Surv Spec Publ* 24:501p, 2003.
- Price, R. D., Hellenthal, R. A., & Dalglish, R. C. The genus Myrsidea Waterston (Phthiraptera: Menoponidae) from tyrant-flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae), with descriptions of 13 new species. *Zootaxa*, 20: 1–20, 2005.
- Price, R. D., & Dalglish, R. C. Myrsidea Waterston (Phthiraptera: Menoponidae) from tanagers (Passeriformes: Thraupidae), with descriptions of 18 new species. *Zootaxa*, 25: 1–25, 2006.
- Roda, S. A., & Farias, Â. M. I. Aves silvestres infestadas por Phthiraptera (Insecta) na Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(3): 871–878, 1999. Doi:10.1590/S0101-81751999000300024.

- Ròzsa, L. Patterns in the abundance of avian lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera). *J. Avian Biol*, 28: 249–254, 1997.
- Sousa, W. P. Patterns and processes in communities of helminth parasites. *Trends Ecol. Evol*, 9: 52–57, 1994.
- Stanko, M.; D. Miklisová, J. G. B & S. Morand. Mammal density and patterns of ectoparasite species richness and abundance. *Oecologia*, 131:289–295, 2002.

CAPÍTULO II

Ácaros de pena (Acari, Astigmata) associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidua no Nordeste do Brasil

Resumo - O presente estudo reporta as associações entre ácaros de pena da subordem Astigmata e aves silvestres de um fragmento de Floresta Estacional Decidua localizado no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil. Os ácaros foram coletados através de exame visual de aves recentemente mortas. Foram examinados 172 indivíduos pertencentes a 38 espécies de aves sob microscópio estereoscópico, entre Outubro de 2011 e Julho de 2012. A prevalência de ácaros na comunidade foi de 80,8%, representando 139 indivíduos infestados, distribuídos em 30 espécies e 15 famílias de aves. Onze táxons foram identificados em nível específico, 20 em nível genérico e seis em nível de subfamília, distribuídos nas famílias, Analgidae, Falculiferidae, Gabuciniidae, Proctophyllodidae, Psoroptoididae, Pteronyssidae, Trouessartiidae e Xolalgidae. São registrados pela primeira vez no Brasil: *Allodectes amaziliae* Park & Atyeo, *Calcealges trinidadensis* Orwig, *Nycteridocaulus bilobatus* Atyeo e *Nycteridocaulus foliatus* Atyeo, além das espécies dos gêneros *Xolalgoides* Gaud e *Paragabucinia* Gaud & Atyeo. Associações ainda não conhecidas foram registradas para oito táxons identificados em nível específico. Estes resultados suportam estimativas de diversidade de ácaros de pena no país e apontam a importância de estudos de levantamento, taxonomia e sistemática para a expansão do conhecimento dos ácaros de pena na região Neotropical.

Palavras-chave: associações; hospedeiros; ectosimbiontes; prevalência.

Abstract - The present study reports the association between feather mites of the suborder Astigmata and wild birds from a deciduous seasonal forest fragment in the municipality of Macaíba, Rio Grande do Norte (RN), Brazil. The feather mites were collected by the visual examination from freshly killed birds. We examined 172 individuals from 38 bird species, under a stereomicroscope, between October 2011 and July 2012. The feather mites prevalence in the community was 80.8%, representing 139 individuals, distributed in 30 species and 15 families of birds. Eleven taxa were identified at the species level, 20 at the genus level and six at the subfamily level, distributed in the families Analgidae, Falculiferidae, Gabuciniidae, Proctophyllodidae, Psoroptoididae, Pteronyssidae, Trouessartiidae and Xolalgidae. Are recorded for the first time in Brazil: *Allodectes amaziliae* Park & Atyeo, *Calcealges trinidadensis* Orwig, *Nycteridocaulus bilobatus* Atyeo and *Nycteridocaulus foliatus* Atyeo, besides the species of the genera *Xolalgoides* Gaud and *Paragabucinia* Gaud & Atyeo. New bird-mite associations were registered for eight taxa identified at the species level. These findings support the estimated diversity of feather mites in the country and point to the importance of developing more studies in order to expand the knowledge on feather mites in the Neotropical region.

Key words: hosts; associations; ectosymbionts; prevalence.

INTRODUÇÃO

Os ácaros-de-pena (Astigmata: Analgoidea e Pterolichoidea) ocorrem em associação com diversas Ordens de aves em todo o mundo e destacam-se em diversidade, habitando pele (dermícolas), superfície das penas (plumícolas) e interior do cálamo (siringícolas) (Proctor, 2003; Arzua & Valim, 2010). Muitas espécies apresentam alta especificidade hospedeira resultante, dentre outros motivos, das adaptações morfológicas e fisiológicas dos ácaros à estrutura das penas e devido ao mecanismo de transmissão, que se dá entre pais e prole, entre casais, ou através de qualquer comportamento que promova o contato entre hospedeiros (Proctor & Owens, 2000; Proctor 2003). Assim, cada grupo de aves possui uma distinta acarofauna em algum nível taxonômico (Gaud & Atyeo, 1976, 1996).

No Brasil, país que abriga uma das mais ricas avifaunas do mundo, o conhecimento das espécies de ácaros de pena é inversamente proporcional à diversidade hospedeira (Valim *et al.*, 2011). Atualmente, diversos estudos de taxonomia e sistemática vêm sendo desenvolvidos, contribuindo para o conhecimento do grupo no país (ex. Hernandez & Valim, 2005, 2006; Valim & Hernandez, 2006, 2008, 2010; Hernandez *et al.*, 2007; Mironov *et al.*, 2008; Valim *et al.*, 2011). Entre os principais trabalhos voltados para a identificação e levantamento de ácaros de pena no Brasil estão Kanegae *et al.* (2008), no Distrito Federal, e Enout *et al.* (2012) no Tocantins. No Nordeste, alguns estudos foram realizados na Mata Atlântica de Pernambuco visando o conhecimento da fauna de ácaros associada a aves Passeriformes (Roda & Farias, 1999) e à família Emberizidae (Lyra-Neves *et al.*, 2003).

Tendo em vista o restrito conhecimento dos ácaros de pena associados à avifauna brasileira, sobretudo na região Nordeste, este trabalho tem por objetivo identificar os táxons de ácaros da subordem Astigmata associados a aves de um fragmento de Mata Estacional Decidual do Rio Grande do Norte e relacionar as associações ácaro-hospedeiro encontradas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ácaros foram coletados em aves recentemente mortas provenientes da Mata do Olho D'água, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (270 ha, coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W, 40m de altitude média). A coleta das aves foi autorizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob Licença permanente para coleta de material zoológico número 19849-1 (código de autenticação: 28111788; data de emissão: 27/04/2009).

Foi investigada a presença de ácaros em toda a extensão externa do corpo de cada espécime (cabeça, dorso, ventre, asas e cauda) e retiradas amostras, conservadas em álcool 70% para posterior montagem e identificação dos espécimes. Todo o procedimento foi realizado sob microscópio estereoscópico em anteparo de cor branca, para facilitar a visualização e limpeza a cada examinação.

Posteriormente, ácaros da subordem Astigmata foram montados entre lâmina e lamínula em meio de Hoyer (Flechtmann, 1975) e identificados por taxônomo especialista da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Para a nomenclatura das aves foi seguido o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2011). Todas as aves foram taxidermizadas e depositadas na Coleção Ornitológica da UFRN. Os ácaros de pena foram depositados na Coleção de ácaros do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. As taxas de prevalência foram calculadas segundo Bush *et al.* (1997).

RESULTADOS

Foram examinadas 172 aves pertencentes a 38 espécies (28 Passeriformes e 10 não-Passeriformes) (Tabela 4). A prevalência de ácaros de pena foi de 80,8%, correspondendo a 139 indivíduos infestados distribuídos em 30 espécies e 15 famílias de aves hospedeiras. Entre as famílias com mais de quinze indivíduos examinados, Parulidae e Rhynchocyclidae tiveram todos os indivíduos infestados (prevalência de 100%); em Thraupidae, a prevalência de ácaros de pena foi de 93,7%; e na família Thamnophilidae, 61,7% de prevalência (Tabela 4).

Foram identificados 11 táxons em nível específico, 20 em nível genérico e seis em nível de subfamília distribuídos nas superfamílias Analgoidea (Analgidae, Proctophylloidea, Psoroptoididae, Pteronyssidae, Xolalgidae e Trouessartiidae) e Pterolichoidea (Faculiferidae e Gabuciniidae). Pelo menos um novo gênero da subfamília Pterodectinae (Proctophylloidea) foi encontrado, em *Hemitriccus margaritaceiventer* e *H. striaticollis*. Dentre os ácaros não identificados em nível específico, a maioria ainda não é descrito, merecendo destaque os gêneros *Amerodectes* Valim & Hernandez e *Trouessartia* Canestrini, encontradas em treze hospedeiros, nos quais são estimadas quatorze e dez novas espécies, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Associações entre ácaros de pena (Acari, Astigmata) e aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012. NE: número de indivíduos examinados; %: Prevalência; a-f: não-Passeriformes; g-p: Passeriformes; 1: Novo registro geográfico para o Brasil; 2: Nova associação com hospedeiro.

Aves	NE	%		Ácaros
Acciptridae ^a	1	0		
<i>Buteo brachyurus</i>	1	0	-	-
Caprimulgidae ^b	2	100		
<i>Hydropsalis albicolis</i>	2	100	Gabuciniidae	<i>Paragabucinia</i> sp. ¹
Columbidae ^c	1	100		
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	100	Falculiferidae	<i>Falculifer leptotilae</i> ²
Picidae ^d	5	100		
<i>Picumnus fulvescens</i>	5	100	Analgidae	<i>Analges</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Picalgoides</i> sp. ²
			Pteronyssidae	<i>Ramphastobius scutatus</i> ²
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Trochilidae ^e	8	75		
<i>Amazilia fimbriata</i>	3	100	Analgidae	Protalginae
			Proctophyllodidae	<i>Xynonodectes</i> sp.
				<i>Allodectes amaziliae</i> ¹
				<i>Trochilodectes mucronatus</i> ²
				<i>Toxerodectes</i> sp.
<i>Anopetia gounellei</i>	2	100	Proctophyllodidae	<i>Allodectes</i> sp.
<i>Chlorostilbon notatus</i>	1	100	Analgidae	Protalginae
			Proctophyllodidae	<i>Trochilodectes</i> sp.
				<i>Xynonodectes</i> sp.
				<i>Allodectes</i> sp.
				<i>Toxerodectes</i> sp.
<i>Phaetornis pretrei</i>	1	0	-	-
<i>Phaetornis ruber</i>	1	0	-	-
Trogonidae ^f	2	50		
<i>Trogon curucui</i>	2	50	Proctophyllodidae	Proctophyllodinae
Furnariidae ^g	3	100		
<i>Synallaxis frontalis</i>	1	100	Proctophyllodidae	<i>Tyrannidectes</i> sp.
<i>Synallaxis scutata</i>	2	100	Proctophyllodidae	<i>Tyrannidectes</i> sp.
			Proctophyllodidae	<i>Nycteridocaulus</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
			Xolalgidae	Ingrassiinae
Parulidae ^h	16	100		
<i>Basileuterus culicivorus</i>	6	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.

Aves	NE	%		Ácaros
<i>Basileuterus flaveolus</i>	10	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp. <i>Nycteridocaulus</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
			Xolalgidae	<i>Xolalgoides</i> sp. ¹
Pipridae ⁱ	8	100		
<i>Neopelma pallescens</i>	8	100	Proctophyllodidae	<i>Diproctophyllodes dielytra</i> ² <i>Mimicalges</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Rhynchocyclidae ^j	20	100		
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	4	100	Proctophyllodidae	<i>Novo gênero</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
<i>Hemitriccus striaticollis</i>	4	100	Proctophyllodidae	<i>Novo gênero</i> sp.
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	12	100	Proctophyllodidae	<i>Tyranniphylloides</i> sp. ² <i>Nycteridocaulus pectinatus</i>
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Thamnophilidae ^k	34	61,7		
<i>Formicivora grisea</i>	15	80	Proctophyllodidae	<i>Nanopterodectes</i> sp. Proctophyllodinae
			Trouessartiidae	<i>Calcealges trinidadensis</i> ^{1 2}
<i>Taraba major</i>	1	0	-	-
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	18	50	Proctophyllodidae	<i>Nanopterodectes formicivora</i> ²
Thraupidae ^l	16	93,7		
<i>Dacnis cayana</i>	2	100	Analgidae	<i>Analges</i> sp.
			Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp. <i>Proctophyllodes</i> sp.
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
<i>Lanio pileatus</i>	1	0	-	-
<i>Tachyphonus rufus</i>	12	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
<i>Tangara cayana</i>	1	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
Troglodytidae ^m	6	100		
<i>Cantorchylus longirostris</i>	6	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Turdidae ⁿ	14	78,5		
<i>Turdus amaurochalinus</i>	12	75	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes turdinus</i> ² <i>Proctophyllodes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.

Aves	NE	%		Ácaros
<i>Turdus leucomelas</i>	2	100	Proctophyllodidae	
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Tyrannidae ^o	26	76,9		
<i>Camptostoma obsoletum</i>	1	100	Proctophyllodidae	Proctophyllodinae
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
<i>Casiornis fuscus</i>	1	0	-	-
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	11	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
				<i>Nycteridocaulus bilobatus</i> ^{1 2}
			Psoroptoididae	<i>Mesalgoides</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
			Xolalgidae	Ingrassiinae
<i>Elaenia chilensis</i>	7	42,8	Proctophyllodidae	<i>Anisophyllodes candango</i> ²
				<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
<i>Elaenia spectabilis</i>	4	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
<i>Euscharthmus meloryphus</i>	1	0	-	-
<i>Myiopagis viridicata</i>	1	100	Proctophyllodidae	<i>Nycteridocaulus foliatus</i> ^{1 2}
				<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
Vireonidae ^p	10	40		
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	6	50	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
			Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i> sp.
			Xolalgidae	<i>Xolalgoides</i> sp. ¹
<i>Cyclahis gujanensis</i>	1	100	Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i> sp.
<i>Vireo olivaceus</i>	3	0	-	-
Total	172	80,8		

A família de ácaros mais prevalente na comunidade de aves foi Proctophyllodidae (71,5%), com 13 táxons identificados em associação com 26 espécies hospedeiras; seguida de Trouessartiidae, que apresentou 45,9% de prevalência, com dois táxons identificados em nível de gênero, e somente um em nível específico, distribuídos em 17 espécies hospedeiras; e a família Psoroptoididae (16,2%), representada por espécies dos gêneros *Mesalgoides* Gaud & Atyeo e *Picalgoides* Černý, encontradas em associação com sete espécies de aves. As demais famílias apresentaram prevalência inferior a 5%.

As espécies do gênero *Trouessartia* foram as mais prevalentes, mantendo associação com 72 aves (prevalência de 41,9%); seguidas das espécies do gênero *Amerodectes*, reportadas em 65 aves (prevalência de 37,8%), *Nycteridocaulus* Atyeo e *Mesalgoides*,

encontradas em associação com 30 e 23 indivíduos, prevalências de 17,4% e 13,4%, respectivamente. Os demais táxons apresentaram prevalência inferior a 10% (Tabela 5).

Tabela 5 - Frequência absoluta (FA) e prevalência (%) de ácaros de pena (Acari, Astigmata), em nível genérico, associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, examinadas entre outubro de 2011 e julho de 2012.

		Gêneros	FA	%
ANALGOIDEA	Analgidae	<i>Analges</i>	2	1.2
		Proctophyllodidae	<i>Amerodectes</i>	65
	<i>Allodectes</i>		4	2.3
	<i>Anisophyllodes</i>		2	1.2
	<i>Diproctophyllodes</i>		8	4.7
	<i>Mimicalges</i>		6	3.5
	<i>Nanopteropectes</i>		17	9.9
	<i>Nycteridocaulus</i>		30	17.4
	<i>Proctophyllodes</i>		2	1.2
	<i>Toxeropectes</i>		3	1.7
	<i>Trochilodectes</i>		3	1.7
	<i>Tyrannidectes</i>		3	1.7
	<i>Tyranniphylloides</i>		6	3.5
	<i>Xynonodectes</i>		3	1.7
	Psoroptoididae		<i>Mesalgoides</i>	23
		<i>Picalgoides</i>	5	2.9
Pteronyssidae	<i>Ramphastobius</i>	5	2.9	
Xolalgidae	<i>Xolalgoides</i>	4	2.3	
Trouessartiidae	<i>Trouessartia</i>	72	41.9	
	<i>Calcealges</i>	7	4.1	
PTEROLICHOIDEA	Faculiferidae	<i>Faculifer</i>	1	0.6
	Gabuciniidae	<i>Paragabucinia</i>	2	1.2

São registrados pela primeira vez no Brasil os táxons *A. amaziliae*, *C. trinidadensis*, *N. bilobatus* e *N. foliatus*, além das espécies dos gêneros *Xolalgoides* e *Paragabucinia*. Associações ainda não conhecidas entre ácaros de pena e aves foram registradas para oito táxons identificados em nível específico (Tabela 4).

A família Proctophyllodidae foi encontrada em associação com todas as aves Passeriformes examinadas, além das não-Passeriformes Trochilidae e Trogonidae. Na subfamília Pterodectinae foram identificadas 11 espécies (quatro em nível específico e sete em nível genérico), dentre as quais algumas em associações ainda não conhecidas, como encontrado para *Amerodectes turdinus* Berla, em *Turdus amaurochalinus*. Na subfamília Proctophyllodinae, foram identificados nove táxons (seis em nível específico e três em nível

genérico), entre os quais *Anisophyllodes candango* Hernandez, Valim & Mironov, *Diproctophyllodes dielytra* (Trouessart) e cerca de cinco espécies do gênero *Nycteridocaulus*. Na família Trouessartiidae foi possível identificar somente um táxon em nível específico, *C. trinidadensis* associado a *Thamnophilus pelzelni*; as demais espécies foram todas identificadas em nível de gênero (*Trouessartia*).

Na família Psoroptoididae, o gênero *Mesalgoides* apresentou relação com seis espécies hospedeiras, e o gênero *Picalgoides* foi encontrado em associação monoxena com *P. fulvescens*. Cinco famílias tiveram apenas um representante (Tabela 4). o gênero *Analges* Nitzsch, da família Analgidae foi encontrado em associação com duas espécies de aves (*Dacnis cayana* e *Picumnus fulvescens*). Pertencente à família Gabuciniidae, um táxon do gênero *Paragabucinia* manteve associação com *Hydropsalis albicollis*; *Falculifer leptotilae* Gaud & Barre, da família Falculiferidae, foi reportado em *Leptotila verreauxi*; e *Rhamphastobius scutatus* Hernandez, da família Pteronyssidae, associado à *Picumnus fulvescens*. A família Xolalgidae teve como representantes as subfamílias Ingrassiinae (espécies não identificadas) em *Cnemotriccus fuscatus* e *Synallaxis scutata*, e Xolalginae, com uma espécie do gênero *Xolalgoides* associada a *Basileuterus flaveolus* e *Hylophylus amaurocephalus* (Tabela 4).

DISCUSSÃO

As elevadas taxas de prevalência da família Proctophyllodidae são reportadas com frequência em estudos de levantamento de ácaros de pena. Em Passeriformes da zona da mata norte de Pernambuco foi observada alta prevalência dessa família, com o gênero *Amerodectes* (como *Pterodectes s.l.*) como o mais comum na face ventral das rêmiges e retrizes (Roda & Farias, 1999). *Amerodectes* sp. também apresentou a maior prevalência (88,04%), seguido de *Trouessartia* sp. (45,65%), em aves da Mata Atlântica do mesmo estado (Lyra-Neves *et al.*, 2003). No Cerrado do Tocantins, a prevalência da família Proctophyllodidae foi de 43,6% (Enout *et al.*, 2012), e no Cerrado do Distrito Federal, a prevalência dos gêneros *Pterodectes* e *Trouessartia* foi superior a 19 e 15 %, respectivamente (Kanegae *et al.*, 2008). As altas taxas de prevalência da família Proctophyllodidae são devidas à grande diversidade de espécies associadas a Passeriformes e troquilídeos (Valim & Hernandez, 2010; Enout *et al.*, 2012), assim como à ecologia dos seus representantes, os quais geralmente vivem nas porções ventral e dorsal das rêmiges e retrizes, microhabitats amplos e de fácil amostragem (Proctor, 2003).

Na subfamília Pterodectinae, *A. turdinus*, que possui como hospedeiro tipo *Turdus rufiventris*, já foi registrado em *Turdus albicollis* e *Turdus leucomelas* no Tocantins (Enout *et al.*, 2012), e teve neste estudo mais um hospedeiro da família Turdidae reconhecido, *Turdus amaurochalinus*. O gênero recentemente descrito, *Nanopterodectes* Mironov, foi reportado no Rio Grande do Norte em *Formicivora grisea*, e a espécie *Nanopterodectes formicivorae* (Mironov), até então registrada no Mato Grosso do Sul em *Formicivora rufa* (hospedeiro tipo) e em *Thamnophilus punctatus* no Tocantins (Enout *et al.*, 2012), teve sua relação ampliada a *T. pelzelni*. O gênero *Tyrannidectes* Mironov, conhecido no Brasil por sua associação com as famílias Tyrannidae e Turdidae (Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e Brasília), foi registrado neste estudo sobre *Synallaxis frontalis* e *Synallaxis scutata*, tendo sua associação ampliada para a família Furnariidae.

As espécies dos gêneros *Allodectes* Gaud & Berla, *Toxerodectes* Park & Atyeo, *Trochilodectes* Park & Atyeo e *Xynonodectes* Park & Atyeo são todas encontradas em associação com troquilídeos (Valim *et al.*, 2011). Neste estudo foram reportadas em *Amazilia fimbriata*, *Anopetia gounellei* e *Chlorostilbon notatus*, associações até então não conhecidas (Valim *et al.*, 2011). *A. amaziliae* e *Trochilodectes mucronatus* Park & Atyeo foram os únicos táxons identificados em nível específico, ambos associados a *A. fimbriata*, sendo a última espécie conhecida no Brasil por sua associação com *Eupetomena macroura* (Valim *et al.*, 2011).

A subfamília Proctophyllodinae foi representada neste estudo por um número considerável de espécies. *A. candango*, que possui como hospedeiro tipo *Elaenia chiriquensis* (Hernandes *et al.*, 2007), associação também reportada no Distrito Federal (Kanegae *et al.*, 2008), foi registrado pela primeira vez em *E. chilensis*, confirmando sua relação com a subfamília Elaeniinae. Uma espécie do gênero *Mimicalges* Atyeo & Gaud, encontrada em associação com aves da família Pipridae (Valim *et al.*, 2011) foi neste estudo reportada em *Neopelma pallescens*. *D. dielytra* é citada para *Pipra rubrocapilla* em Pernambuco (Valim *et al.*, 2011) e para *Manacus manacus*, *Pipra fasciicauda* e *Antilophia galeata* no Tocantins (Enout *et al.*, 2012), sendo o gênero citado também para *A. galeata* no Distrito Federal (Kanegae *et al.*, 2003). Essa espécie foi encontrada em *N. pallescens*, ampliando o conhecimento da sua relação com a família Pripridae. Espécies do gênero *Proctophyllodes* Robin são conhecidas por sua associação com cerca de 20 famílias de Passeriformes em todo o mundo. Neste estudo, foi pela primeira vez reportada a ocorrência deste táxon em associação com *T. amaurochalinus*; e *Dacnis cayana*, associação já registrada em

Pernambuco (Lyra-Neves *et al.*, 2003). Uma espécie do gênero *Tyranniphillodes* Hernandez, Valim & Mironov foi reportada pela primeira vez em associação com *Tolmomyias flaviventris* neste estudo, sendo sua associação conhecida para *Pitangus sulphuratus* (hospedeiro-tipo) e *Tolmomyias sulfulrescens*, no Tocantins (Valim *et al.*, 2011; Enout *et al.*, 2012).

Táxons do gênero *Nycteridocaulus* foram hospedados por cinco espécies de aves, pertencentes a quatro famílias no Rio Grande do Norte. Dentre as sete espécies do gênero descritas, três ocorreram no Estado: *Nycteridocaulus pectinatus* Atyeo em *Tolmomyias flaviventris*, que confirma a associação reportada pela primeira vez em Trindade (Atyeo, 1966); *N. bilobatus* em *Cnemotriccus fuscatus*, e *N. foliatus*, associado a *Myiopagis viridicata*, sendo os dois últimos hospedeiros reportados pela primeira vez em tais associações. Espécies deste gênero estiveram também associadas a *B. flaveolus* e *S. scutata*, já reportados como hospedeiros de *Nycteridocaulus tyranni* Atyeo no Distrito Federal (Kanegae *et al.*, 2008); e no Tocantins, táxons do mesmo gênero foram reportados em *B. flaveolus* e *Myiobius atricaudus* (Enout *et al.*, 2012). *N. bilobatus* e *N. foliatus* são reportadas pela primeira vez no Brasil.

A família Trouessartiidae se mostrou amplamente associada às espécies de aves estudadas. As espécies do gênero *Calcealgus* mantêm associação com sete famílias Passeriformes, dentre elas, Thamnophilidae e Parulidae, recentemente citadas no Distrito Federal (Kanegae *et al.*, 2008). Em Trindade, *Myrmotherula axillaris* foi reportada como único hospedeiro de *C. trinidadensis*, espécie encontrada neste estudo em associação com *F. grisea*, constituindo associação inédita e primeiro registro da espécie no Brasil (Valim *et al.*, 2011). Apesar da vasta ocorrência de espécies de *Trouessartia* e da associação com cerca de dez famílias de Passeriformes já documentadas no país, a ocorrência nas famílias Picidae, Rhynchocyclidae e Vireonidae ampliam o conhecimento dos seus grupos hospedeiros.

Mesalgoides sp., da família Psoroptoididae, tem neste estudo associação estendida a quatro famílias de aves (Parulidae, Tyrannidae, Pipridae e Furnariidae), já havendo registros para Emberizidae, Coerebidae e Thraupidae na região Nordeste do país (Roda & Farias 1999, Lyra-Neves *et al.*, 2003). Além dele, *Picalgoides* sp., comumente reportado em associação com Apodiformes, Piciformes e alguns Passeriformes (Gaud & Atyeo, 1996), foi encontrado em *P. fulvescens*, constituindo nova associação com este hospedeiro. Na família Analgidae, espécies do gênero *Analges* já foram registradas em espécies de Thraupidae (Lyra-Neves *et al.*, 2003; Kanegae *et al.*, 2008), mas sua associação com *D. cayana* e com a família Picidae é pela primeira vez reportada. Além do táxon citado, a subfamília Protalginae foi encontrada

em associação com os Trochilidae *A. fimbriata* e *C. notatus*, não citados como hospedeiros por Valim *et al.* (2011).

Na família Xolalgidae, espécies do gênero *Xolalgoides* estiveram associadas com *B. flaveolus* e *H. amaurocephalus*, sendo este o primeiro registro de ocorrência do gênero no Brasil. A subfamília Ingrassiinae foi registrada sobre Psittacidae no Pará (Pérez, 1996) e em e Picidae no Espírito Santo (Gaud & Berla, 1964). A relação com as famílias Tyrannidae e Furnariidae ainda não havia sido registrada. No país havia apenas um representante da subfamília Xolalginae, *Tucanalges podagrosus* Gaud & Atyeo, associado a *Pteroglossus viridis* (Ramphastidae) (Valim *et al.*, 2011).

No Brasil, são conhecidos três gêneros da família Pteronyssidae associados às famílias Picidae e Ramphastidae. O gênero *Pterotrogus* Gaud foi registrado em espécies de Piciformes e Apodiformes no Distrito Federal, Amazonas e Rio Grande do Sul e *Pteronyssoides* Hull reportado sobre *Stelgidopteryx ruficolis* (Hirundinidae) em Pernambuco e Tocantins (Roda & Farias, 1999; Enout *et al.*, 2012). *Ramphastobius* sp. foi registrado somente em espécies de Ramphastidae no Paraná e Amazonas (Valim *et al.*, 2011); e a espécie recentemente descrita, *R. scutatus*, registrada em *Picumnus cirratus* (hospedeiro-tipo), é pela primeira reportada em associação com *P. fulvescens*.

A família Gabuciniidae é representada no Brasil por duas espécies: *Piciformobia guirae* Alzuet, Cicchino & Abrahamovich, encontrada em *Guira guira* (Cuculidae) no estado de São Paulo; e *Tocolichus allepimerus* Gaud and Atyeo, que tem como hospedeiro tipo *Selenidera maculirostris* (Ramphastidae), reportada em Santa Catarina (Valim *et al.*, 2011). A família não tem sido registrada em estudos recentes de ácaros de pena no Brasil, sendo citada pela última vez em por Alzuet *et al.* (1988). Trata-se da primeira ocorrência do táxon no país, e uma nova espécie de *Paragabucinia* associada a *H. albicolis* (Caprimulgidae).

Falculifer leptotilae, único representante da família Falculiferidae, foi recentemente reportado em *Leptotila rufaxilla* no Tocantins (Enout *et al.*, 2012) e neste estudo foi encontrada em associação a *L. verreauxi*, confirmando sua relação com a família Columbidae no país.

Há alguns anos no Brasil, os poucos estudos acerca dos artrópodos associados às aves foram conduzidos em nível de família ou gênero (ex. Marini *et al.*, 1996; Roda & Farias, 1999; Lyra-Neves *et al.*, 2003; Roda & Farias, 2007). A falta de pesquisas que tratem as relações específicas aponta pouca atenção na coleta de amostras para estudos taxonômicos, assim como a carência de especialistas (Arzua & Valim, 2010). No entanto, recentes esforços

taxonômicos têm contribuído para o conhecimento específico do grupo (ex. Hernandez & Valim, 2005, 2006; Hernandez *et al.*, 2007; Mironov *et al.*, 2008; Valim & Hernandez, 2008, 2010).

A riqueza de espécies de ácaros de pena no Brasil é estimada ser pelo menos cinco vezes maior que a conhecida atualmente (Valim *et al.*, 2011). O alto número de novos registros geográficos, assim como as associações ácaro-hospedeiro ainda não conhecidas e reportadas neste estudo, suportam estas estimativas e apontam a importância e necessidade do desenvolvimento de estudos para a expansão do conhecimento dos ácaros plumícolas na região neotropical.

REFERÊNCIAS

- Alzuet, A. B.; Cicchino, A. C. & Abrahamovich, A. H. Consideraciones taxonómicas y relaciones hospedatorias de los géneros *Coraciacarus* Dubinin 1956, *Piciformobia* Gaud y *Atyeo* 1975 y *Capitolichus* Gaud y *Atyeo* 1975 (Acari, Astigmata, Gabuciniidae), con descripción de tres nuevas especies. *Rev Asoc Cienc Nat Litoral* 19(1): 49-67, 1988.
- Arzua, M.; Valim, M. P. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo em aves, p.347-366. In: Matter SV, Straube FC, Accordi I, Piacentini V, Cândido-jr JF (eds) *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Rio de Janeiro, Technical Books, 506p, 2010.
- Atyeo, W. T. A new genus and six new species of feather mites primarily from Tyranni (Acarina: Proctophyllodidae). *J Kans Entomol Soc* 39(3): 481-492, 1966.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M. & Shostak, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83(4): 575-583, 1997.
- Cestaro, L. A. & Soares, J. J. Variações florísticas e estruturais e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Bot Bras* 18(2): 203-218, 2004.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Listas das aves do Brasil [online]. 2011 [citado 2012 Dez 13]. Disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/pdf/AvesBrasil2011.pdf>.
- Enout, A. M. J.; Lobato, D. N. C.; Diniz, F. C. & Antonine, Y. Chewing lice (Insecta, Phthiraptera) and feather mites (Acari, Astigmata) associated with birds of the Cerrado in Central Brazil. *Parasitol Res* 111: 1731-1742, 2012.
- Flechtmann, C. H. W. *Elementos de Acarologia*. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 344p, 1975.
- Gaud, J. & Atyeo, W. T. Discordances entre les aires de répartition géographique des parasites et celles de leurs hôtes. *Acarologia* 18: 329-344, 1976.

- Gaud, J. & Atyeo, W. T. Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): the supraspecific taxa (Part. I). *Ann Mus R Afr Cent Sci Zool* 277: 1-187, 1996.
- Gaud, J. & Berla, H. F. *Fainalges trichocheylus* n.g, n.sp. curieux représentant de la famille des Analgidae. *Acarologia* 6(4): 690-693, 1964.
- Hernandes, F. A. & Valim, M. P. A new species of *Pterodectes* Robin, 1877 (Proctophyllodidae: Pterodectinae) from the palebreastedth rush, *Turdus leucomelas* (Passeriformes: Turdidae). *Zootaxa* 1081: 61-68, 2005.
- Hernandes, F. A. & Valim, M. P. Two new species of the feather mite subfamily Pterodectinae (Acari: Astigmata: Proctophyllodidae) from Brazil. *Zootaxa* 1235: 49-61, 2006.
- Hernandes, F. A.; Valim, M. P. & Mironov, S. V. Two new genera and five new species of the feather mite subfamily Proctophyllodinae (Astigmata: Proctophyllodidae) from subsoscine birds in Brazil. *J Nat Hist* 41: 2653-2681, 2007.
- Kanegae, M. F.; Valim, M. P.; Fonseca, M. A.; Marini, M. A. & Serra Freire, M. N. Ácaros plumícolas (Acari: Astigmata) em aves do Cerrado do Distrito Federal, Brasil. *Biota Neotrop* 8(1): 31-39, 2008.
- Lyra-Neves, R. M.; Farias, A. M. I.; Telino Júnior, W. R. Ecological relationships between feather mites (Acari) and wild birds of Emberizidae (Aves) in a fragment of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Rev Bras Zool* 20(3): 481-485, 2003.
- Marini, M. A.; Reinert, B. L.; Bornschein, M. R.; Pinto, J. C. & Pichorim, M. A. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba* 4: 93-102, 1996.
- Mironov, S. V.; Literak, I. & Čapek, M. New feather mites of the subfamily Pterodectinae (Acari: Astigmata: Proctophyllodidae) from passerines (Aves: Passeriformes) in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Zootaxa* 1947: 1-38, 2008.
- Orwig, K. R. The genera and Species of the Feather Mite Subfamily Trouessartinae except *Trouessartia* (Acarina: Proctophyllodidae). *Bull Univ Nebr State Mus* 8(1): 1-187, 1968.
- Pérez, T. M. Redescription of *Fainalges annulifer* (Trouessart, 1899) with descriptions of ontogenetic series. *Acarologia* 37(2): 127-131, 1996.
- Proctor, H. C. Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior and evolution. *Annu Rev Entomol* 48: 185-209, 2003.
- Proctor, H. & Owens, I. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends Ecol Evol* 15: 358-364, 2000.
- Roda, S. A. & Farias, A. M. I. Ácaros plumícolas em aves Passeriformes da Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Zool* 16(3): 879-886, 1999.

- Roda, S. A. & Farias, A. M. I. Ácaros plumícolas em beija-flores no município de Vicência. *Advances* 8(1): 13-16, 2007.
- Valim, M. P. & Hernandez, F. A. Redescriptions of four species of the feather mite genus *Pterodectes* Robin, 1877 (Acari: Proctophyllodidae: Pterodectinae) described by Herbert F. Berla. *Acarina* 14: 41-55, 2006.
- Valim, M. P. & Hernandez, F. A. Redescriptions of five species of the feather mite genus *Pterodectes* Robin, 1877 (Acari: Proctophyllodidae: Pterodectinae) with the proposal of a new genus and a new species. *Acarina* 16(2): 131-157, 2008.
- Valim, M. P. & Hernandez, F. A. A systematic review of feather mites of the *Pterodectes* generic complex (Acari: Proctophyllodidae: Pterodectinae) with redescriptions of species described by Vladimír Černý. *Acarina* 18(1): 3-35, 2010.
- Valim, M. P.; Hernandez, F. A. & Proctor, H. C. Feather mites of Brazil (Acari: Astigmata: Analgoidea and Pterolichoidea). *Int J Acaro* 13(4): 293-324, 2011.

CAPÍTULO III

Uso de microhábitat e coocorrência de ácaros de pena (Acari, Astigmata) associados a aves no Nordeste do Brasil

Resumo: O presente estudo descreve os microhábitats utilizados pela assembleia de ácaros de pena associados a aves de um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Norte (RN), Brasil, e testa a existência de padrões não-aleatórios na estrutura da assembleia usando modelos nulos de coocorrência e sobreposição de nicho. 172 aves provenientes da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, foram cuidadosamente examinadas para a presença de ácaros em toda a extensão externa do corpo de cada espécime. Cinco microhábitats foram identificados, dos quais a face ventral das rêmiges e retrizes abrigou a maior diversidade de espécies. Nas penas da cabeça e interior do cálamo somente espécies dos gêneros *Calcealges* Gaud e *Allodectes* Gaud & Berla foram encontradas, respectivamente. Na face dorsal das rêmiges e retrizes, o gênero *Trouessartia* Canestrini ocorreu prevalentemente; e nas semiplumas do corpo, cerca de sete táxons foram reportados. Nos modelos nulos, usando o índice C-score e o algoritmo fixo-fixo, foi observada uma frequência de coocorrência de espécies maior do que esperado ao acaso; e, com uso do índice de Pianka, no modelo de sobreposição de nicho, houve baixa sobreposição quanto ao uso de microhábitats. Estes resultados apontam a existência de interações negativas, segregação espacial e partição de recursos determinando a estrutura da assembleia de ácaros de pena, e tornam evidente a necessidade de maior aprofundamento na ecologia dos astigmatídios, a fim de discutir questões acerca de processos interativos e evolutivos destes ectosimbiontes e seus hospedeiros.

Palavras-chave: hospedeiros; ectosimbiontes; adaptações; especialização.

Abstract: The present study describes the microhabitats used by feather mites associated with birds of a deciduous seasonal forest fragment in the state of Rio Grande do Norte (RN), and tests the existence of non-random patterns in the structure of feather mites assembly using null models of co-occurrence and niche overlap. 172 birds from Mata do Olho D'água, Macaíba, Rio Grande do Norte (RN), were carefully examined for the presence of mites on the whole external length of the body of each specimen. Five microhabitats were identified, and the greatest diversity of species found on the ventral surface of remiges and rectrices. On the feathers located on the head and on the interior of the quill, only species of the *Calcealges* Gaud and *Allodectes* Gaud & Berla genres were found, respectively. On the dorsal surface of the remiges and rectrices, the *Trouessartia* Canestrini genus was fully prevalent; and on the downy feathers near the hosts body surface seven taxa were reported. In the null model, using the C-score index and fixed-fixed algorithm, we observed a frequency of species co-occurrence larger than expected by chance; and, using the Pianka index, in the niche overlap model, there was little overlap regarding the use of microhabitats. These results indicate the existence of negative interactions, spatial segregation and resource partitioning determining the structure of the assembly of feather mites, and make evident the need for deeper understanding of the astigmatid ecology, to discuss questions about interactive processes and evolutionary these ectosimbiontes and their hosts.

Key-words: hosts; ectosymbionts; adaptations; specialization.

INTRODUÇÃO

Os ácaros de pena (Astigmata: Analgoidea e Pterolichoidea) ocorrem em associação com diversos grupos de aves e destacam-se em diversidade, habitando pele (dermícolos), superfície das penas (plumícolos) e interior do cálamo (siringícolos) (Proctor, 2003). Possuem estrita relação com seus hospedeiros, com os quais muitas vezes mantêm relação específica (Gaud & Atyeo, 1976, 1996). As aves, por sua vez, são comumente encontradas hospedando mais de uma espécie de ácaro, inclusive espécies com elevado grau de parentesco, podendo uma única ave abrigar distintas espécies que ocupam a face ventral e dorsal das rêmiges e retrizes, plumas do ventre e dorso, além das rêmiges primárias e secundárias e suas porções basal, medial e apical (Gaud & Atyeo, 1996; Proctor, 2003).

Em teoria, a coexistência de várias espécies de ácaros de pena em uma única ave é, sobretudo, devida ao alto grau de especialização em distintos microhábitats nos seus hospedeiros (Gaud & Atyeo, 1996; Dabert & Mironov, 1999). A natureza exata dessa especialização em microhábitats pode ser explicada pela heterogeneidade ambiental, um importante elemento favorecedor da coexistência de espécies, pela qual as espécies desenvolvem adaptações que permitem habitar regiões distintas do hospedeiro, intoleradas por outras espécies, antes mesmo que ocorra exclusão competitiva (Mestre *et al.*, 2011). Entretanto, é também plausível a hipótese de simples preferência por regiões corporais específicas, em vez de forças ecológicas (Choe & Kim, 1988). No sistema ácaro-ave, apesar de ser observada, de fato, uma marcada preferência por microhábitats específicos, o assunto nunca foi além do estudo descritivo (Choe & Kim, 1988; Gaud & Atyeo, 1996).

Dentre os microhábitats mais favoráveis ao estabelecimento e permanência do grupo, o sulco entre as penas, na face ventral das rêmiges e retrizes, as semiplumas ao longo do corpo e o interior do cálamo se mostram os mais adequados à sobrevivência dos ácaros de pena, por conferir maior proteção contra correntes de ar, fricção entre as penas, raios solares e *preening* anti-parasita (Choe & Kim, 1991; Dabert & Mironov, 1999). Por outro lado, esses artrópodos desenvolveram várias adaptações morfológicas que permitiram a sua permanência em ambientes hostis, como a face dorsal das penas de voo (Choe & Kim, 1988; 1991). Entre estas adaptações estão: ampla esclerotização das placas dorsais, corpos achatados e pernas fortemente inseridas nas laterais do corpo (Dabert & Mironov, 1999; Proctor, 2003). Assim,

para cada um dos microhábitats mais amplos é possível identificar tendências morfológicas básicas nos ácaros de pena (Dabert & Mironov, 1999).

Apesar de se tratar de um grupo altamente diverso, a biologia básica da maioria dos Astigmata é pouco conhecida devido à escassez de estudos aprofundados, tornando as conclusões a respeito de questões ecológicas e evolutivas muitas vezes confusas (Proctor & Owens, 2000). Gaud & Atyeo (1996) ressaltam que além da amostragem de ácaros de pena visando estudos de taxonomia e sistemática, informações acerca dos microhábitats ocupados pelas espécies são necessárias para ampliar o conhecimento da ecologia e estrutura dessas assembleias.

Para testar a estrutura de comunidades ou assembleias de artrópodos associados a hospedeiros vertebrados, inúmeros estudos têm utilizado modelos nulos, que comparam a média real da comunidade com uma média simulada, gerada a partir de aleatorizações de uma matriz original de presença/ausência de espécies parasitas nos seus hospedeiros. Estes estudos, em geral, tem revelado resultados que variam desde comunidades estruturadas diferentemente do acaso (González & Poulin, 2005) àquelas aleatoriamente estruturadas (Gotelli & Rohde, 2002). A questão comumente feita é se a frequência de coocorrência de espécies em uma comunidade real é diferente daquela em uma comunidade aleatoriamente estruturada. Caso a média de coocorrência real das espécies seja menor do que esperado ao acaso, a hipótese nula é aceita, sendo a comunidade estruturada agregadamente. Ao contrário, se a média de coocorrência real for maior do que esperado ao acaso, pode-se inferir que a assembleia é estruturada em um padrão segregado, havendo forças ecológicas como competição interespecífica, preferências de hábitat, temporalidade, dentre outras, atuando sobre as espécies (Krasnov *et al.*, 2006). Outra abordagem trata a sobreposição de nicho das espécies, também através de modelos nulos, avaliando o padrão de sobreposição no uso de determinado recurso na assembleia. Se a sobreposição de nicho for significativamente menor do que o esperado ao acaso, pode-se inferir a existência de segregação espacial e partição de recursos, se for maior do que esperado ao acaso, ou existem interações negativas entre as espécies, ou a grande disponibilidade de recursos impossibilita competição interespecífica, muito menos exclusão competitiva (Gotelli & Graves, 1996). Esses padrões até então não foram testados em assembleias de ácaros de pena, especificamente.

Dubinín (1951), Peterson (1975) e Choe & Kim (1991) proveram estudos específicos acerca da distribuição de ácaros de pena em penas individuais, alguns focando somente aves não-Passeriformes (Choe & Kim, 1988, 1991). Trabalhos que explorem os microhábitats

utilizados por toda uma assembleia de ácaros são escassos. Com isso, este estudo teve como objetivos descrever os microhábitats utilizados por ácaros de pena associados a aves de um fragmento de floresta Estacional Decidual do Nordeste do Brasil, relacionando a eles as espécies identificadas; e, testar a existência de padrões de coocorrência e sobreposição e nicho quanto ao uso de microhábitats, discutindo possíveis processos ecológicos que conduziram à especialização.

MATERIAL E MÉTODOS

Ácaros de pena foram coletados em aves provenientes da Mata do Olho D'água, localizada no município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil (270 ha, coordenadas centrais 5°53'S e 35°23'W, 40m de altitude média). A coleta das aves foi autorizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob Licença permanente para coleta de material zoológico número 19849-1 (código de autenticação: 28111788; data de emissão: 27/04/2009).

Foram examinadas 172 aves, distribuídas em 38 espécies de Passeriformes (28) e não-Passeriformes (10), entre novembro de 2011 e julho de 2012. A coleta dos ácaros foi feita através de *examinação visual*, pela qual foi investigada a presença de ácaros em toda a extensão externa do corpo das aves (cabeça, dorso, ventre, asas e cauda), a fim de registrar a frequência de ocorrência em cada região corporal. As coletas foram realizadas sob microscópio estereoscópico, sobre anteparo de cor branca, que facilitou a visualização e limpeza a cada exame. Amostras de ácaros foram retiradas com pinças e estiletos ou pela remoção de fragmentos de pena, transferidas para “ependorfs” etiquetados, e conservadas em álcool 70%.

Posteriormente, ácaros de pena foram montados entre lâmina e lamínula em meio de Hoyer (Flechtmann, 1975) e identificados por taxônomo especialista do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, onde os exemplares foram também depositados.

Análises estatísticas

Para melhor visualizar a similaridade dos ácaros quanto ao uso de microhábitats foi utilizado o método de agrupamento, sendo selecionada a *correlação* como medida de similaridade e o algoritmo *paired group*. Pra isso, foi construída uma matriz com táxons de

ácaros em linhas, e microhábitats em colunas, com dados de frequência de ocorrência em cada um dos microhábitats identificados. As ocorrências esporádicas fora do microhábitat original também foram incluídas.

Modelos nulos foram usados para construir hipóteses nulas, simulando a organização da assembleia na ausência de interações ecológicas (Gotelli & Graves, 1996). A fim de testar se o índice de coocorrência real de ácaros de pena é significativamente maior do que a média de índices gerados ao acaso, foi construída uma matriz de presença/ausência (0/1), com os principais táxons de ácaros identificados em linhas, e espécies hospedeiras em colunas, aleatorizada 5000 vezes. Foi adotado o índice C-score, proposto por Gotelli & Rohde (2002), e o algoritmo *fixo-fixo* (*ff*), que preserva diferenças quanto ao número de espécies abrigado por cada hospedeiro (Gotelli, 2000). Descrições detalhadas dos índices e algoritmos são encontradas em Gotelli (2000) e Gotelli e Rohde (2002). No modelo nulo é calculado o índice médio observado para a matriz de dados real, que é então comparado com a média de índices nulos gerados a partir das aleatorizações da matriz original.

Similarmente, para testar se o uso de microhábitat entre todos os pares de espécies de ácaros é menor do que esperado ao acaso, foi construída uma matriz com os principais táxons de ácaros em linhas e microhábitats em colunas. As entradas nessa matriz corresponderam à frequência de ocorrência dos táxons em cada microhábitat.

As análises de modelo nulo foram feitas no Software Ecosim 7.72 (Gotelli & Entsminger 2006). Na análise de sobreposição de nicho foram selecionadas as seguintes opções: índice de Pianka, “Niche Breadth: Relaxed” e “Zero States: Retained”. Foi considerado um nível de significância de 0,05 % para rejeitar a hipótese nula.

RESULTADOS

Foram identificados cinco microhábitats utilizados pela comunidade de ácaros de pena conforme descritos abaixo (Figura 6).

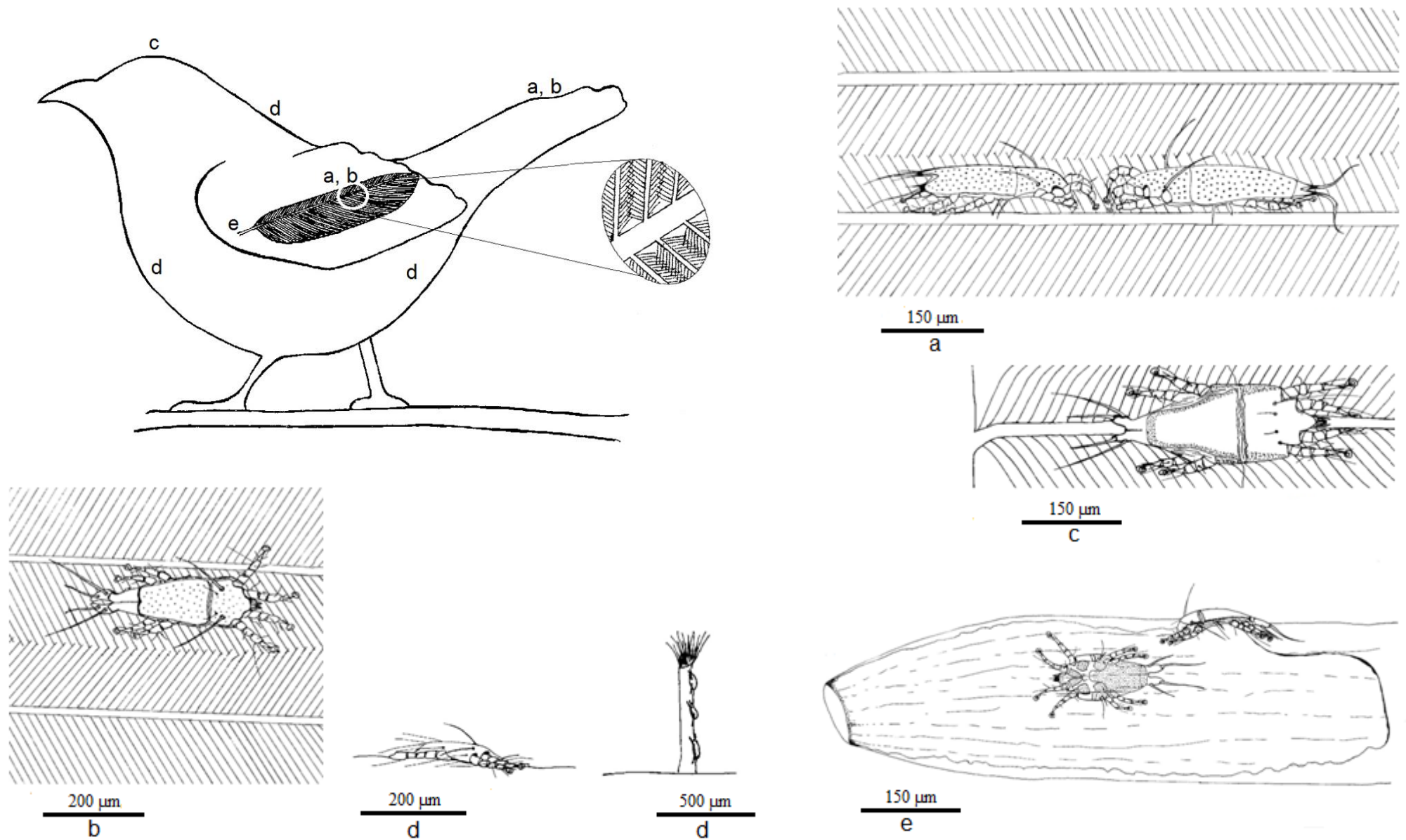


Figura 6 - Microhábitats habitados pelas espécies de ácaros de pena associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, e seus respectivos morfotipos.

A - Face ventral das rêmiges e retrizes (FV-RMRT) - A face ventral das penas de voo (rêmiges) e cauda (retrizes) foi comumente ocupada pelas mesmas espécies, e por isso, foram agrupados em um único microhabitat. Trata-se de um microhabitat bastante amplo e favorável à permanência dos ácaros, por garantir proteção contra correntes de vento e outros transtornos ambientais. Os indivíduos ficam enfileirados nas fendas formadas entre as barbas adjacentes das penas de voo (Figura 7).

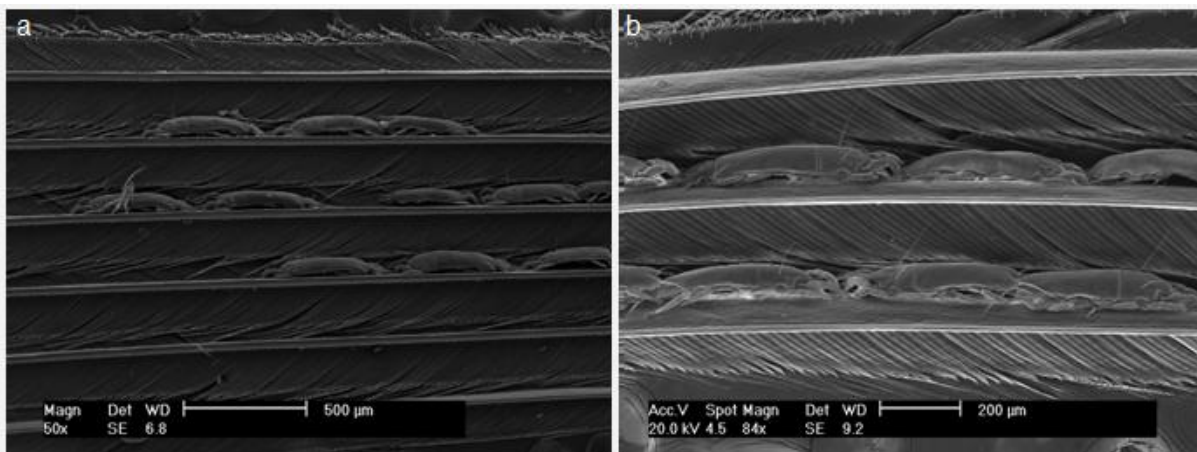


Figura 7 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV) da face ventral de uma rêmige de *Turdus amaurochalinus* (Aves, Turdidae). Posição enfileirada dos ácaros da família Proctophyllodidae entre as barbas. Aumento de 500 (a) e 200 (b) µm.

Neste microhabitat foram encontradas espécies dos gêneros *Amerodectes* Valim & Hernandez, *Nanopterodectes* Mironov, *Nycteridocaulus* Atyeo, *Proctophyllodes* Robin, *Toxerodectes* Park & Atyeo, *Trochilodectes* Park & Atyeo, *Tyrannidectes* Mironov e *Xynonodectes* Park & Atyeo, além das espécies *Anisophyllodes candango* Hernandez, Valim & Mironov e *Diproctophyllodes dielytra* (Trouessart), todas pertencentes à família Proctophyllodidae. *Ramphastobius scutatus* Hernandez (Pteronyssidae), *Paragabucinia* Gaud & Atyeo (Gabuciniidae) e *Falculifer leptotilae* Gaud & Barre (Falculiferidae) foram também reportados na FV-RMRT.

A coocorrência de espécies da mesma família de ácaros de pena foi registrada em sete hospedeiros. Em *Basileuterus flaveolus*, for encontrada nas rêmiges primárias uma espécie de *Amerodectes* no vexilo interno, e uma de *Nycteridocaulus* no vexilo externo. Em *Cnemotriccus fuscatus*, duas espécies de *Amerodectes* ocorreram conjuntamente com *Nycteridocaulus bilobatus* Atyeo. *Dacnis cayana* e *Turdus amaurochalinus* abrigavam espécies de *Amerodectes* e *Proctophyllodes*, sendo duas espécies de *Amerodectes* e uma de *Proctophyllodes* em *D. cayana*; e *Amerodectes turdinu* Berla e *Proctophyllodes* sp., em *T.*

amaurochalinus. Em *Elaenia chilensis* foi encontrada uma espécie de *Amerodectes*, além de *Anisophyllodes candango*; em *Myiopagis viridicata*, uma espécie de *Amerodectes* e uma de *Nycteridocaulus*; e em *Synallaxis scutata*, *Tyrannidectes* sp. e *Nycteridocaulus* sp. Em *Neopelma pallescens*, machos e imaturos de *Diproctophyllodes dielytra* foram comumente encontrados rente à raque, nas fendas entre a base das barbas, e as fêmeas, na porção medial da face ventral das rêmiges e retrizes. *Neopelma pallescens* também abrigava uma espécie de *Mimicalges* sp. na FV-RMRT. Machos de ambos os táxons foram esporadicamente reportados nas semiplumas do dorso e ventre de seus hospedeiros.

Os troquilídeos *Amazilia fimbriata* e *Chlorostilbon notatus* abrigaram espécies de *Toxerodectes*, *Trochilodectes* e *Xynonodectes*, todas pertencentes à subfamília Pterodectinae e coocorrendo na face ventral das rêmiges e retrizes.

B - Face dorsal das rêmiges e retrizes (FD-RMRT) - Inclui a face dorsal das penas das asas (rêmiges) e cauda (retrizes) por serem comumente ocupadas pelas mesmas espécies. É um dos microhábitat mais hostis na ave, onde somente espécies de ácaros morfologicamente bem adaptadas são capazes de se estabelecer e permanecer frente às elevadas correntes de vento produzidas durante o voo (Figura 8).

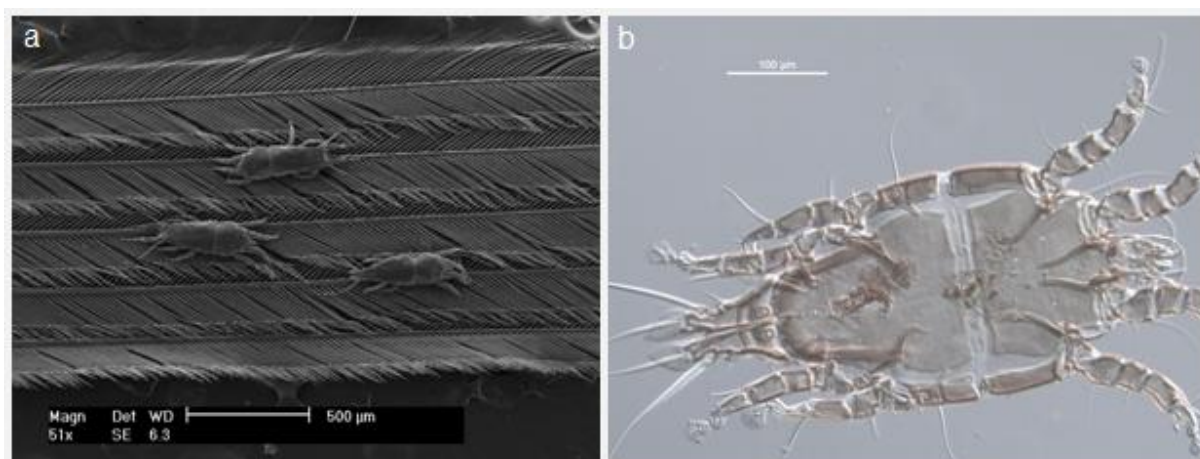


Figura 8 - Face dorsal de uma rêmige de *Tachyphonus rufus* (Aves, Thraupidae) em microscopia eletrônica de varredura, onde é possível visualizar três espécimes de *Trouessartia* sp. (Trouessartidae) agarrados às bárbulas da pena (a), e um espécime de *Trouessartia* em microscopia óptica (aumento de 100 µm).

Na FD-RMRT foram registradas todas as espécies do gênero *Trouessartia* Canestrini que ocuparam, sobretudo, as rêmiges secundárias, mas também foram encontrados nas rêmiges primárias, além das grandes coberteiras.

C - Penas da cabeça (CA) - As penas da cabeça são menos rígidas que as penas de voo e dispõem de um ambiente diferente, e menos hostil que a face dorsal das rêmiges e retrizes, devido a ausência de preening (Figura 9).

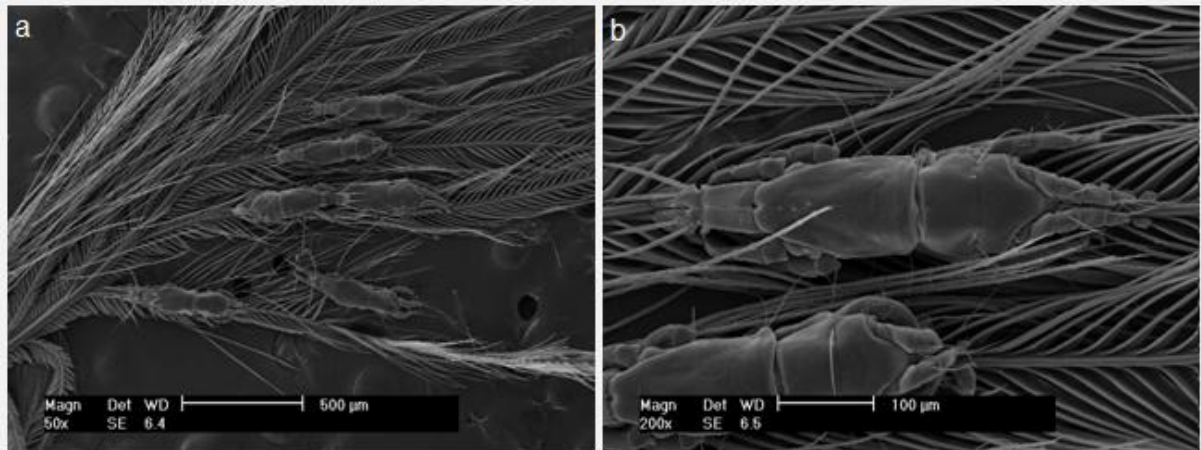


Figura 9 - MEV de uma pena da cabeça de *Turdus amaurochalinus* (Ave, Turdidae) com ácaros do gênero *Trouessartia* (Trouessartiidae) agarrados às barbas da pena, em aumento de 500 (a) e 100 (b) µm.

Habitando as penas superficiais da cabeça, tanto na face dorsal quanto ventral, foi registrada *Calcealges trinidadensis* Orwig, além de imaturos de *Trouessartia* sp., e mais raramente adultos do mesmo gênero.

D - Semiplumas (PL) - Engloba todas as plumas rentes à pele, onde o fluxo de ar é mínimo, ao longo do corpo da ave, sobretudo dorso, ventre e cabeça. Os ácaros que ocupam esse microhabitat se estendem também à superfície da pele dos seus hospedeiros.

Nas semiplumas foram registrados adultos e imaturos dos gêneros *Mesalgoides* Gaud & Atyeo e *Picalgoides* Černý, que se espalhavam desde o entorno da glândula uropigeana até a região próxima ao pescoço, no dorso e ventre das aves. Nesse microhabitat foram também registradas duas espécies do gênero *Analges* Nitzsch, associadas a hospedeiros distintos, assim como as espécies da família Xolalgidae, subfamílias Xolalginae e Ingrassiinae. Além destes, machos dos gêneros *Mimicalges* e *Diproctophyllodes*, associados a uma espécie de Pipridae, foram encontrados esporadicamente nesse microhabitat.

D - Interior do cálamo (CL) - Corresponde ao interior do eixo central das penas (raque) de voo (rêmiges), cauda (retrizes) e grandes coberteiras. Nesse microhábitat os ácaros ficam completamente protegidos do fluxo de ar, da fricção entre as penas e demais distúrbios sofridos em outras partes do corpo da ave (Figura 10a).

Espécies do gênero *Allodectes* Gaud & Berla foram os únicos táxons registrados no interior do cálamo, especificamente em associação com troquilídeos, nos quais é comum a ocorrência.

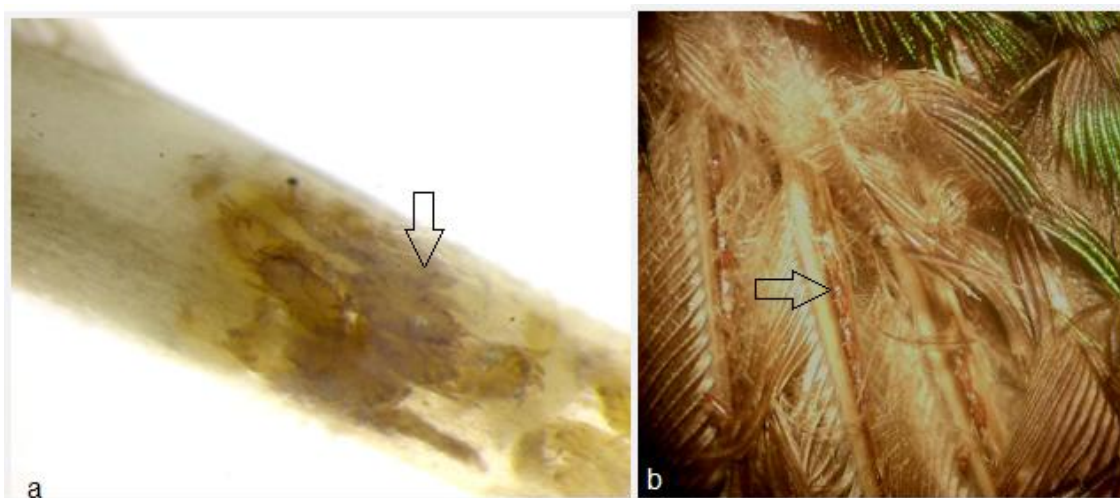


Figura 10 – Indivíduos do gênero *Allodectes* sp. (Proctophyllodidae) no interior do cálamo de *Thalurania glaucopis* (Aves, Trochilidae) (a) e sobre a raque das rêmiges de *Amazilia fimbriata* (Aves, Trochilidae) (b).

Cabe relatar ainda a ocorrência esporádica fora do microhábitat natural, que é comum para alguns táxons. Em *P. fulvescens* e *C. longirostris* foi observada a ocorrência de imaturos e, mais raramente, adultos do gênero *Trouessartia* nas penas superficiais do dorso e ventre; e espécimes do gênero *Allodectes* foram comumente encontrados enfileirados sobre a raque das rêmiges e retrizes dos troquilídeos (Figura 10b). Imagens dos principais táxons identificados neste estudo podem ser consultadas no ANEXO A desta dissertação.

A análise de Cluster agrupou os ácaros de acordo com a similaridade no uso de microhábitats (Figura 11). Todos os táxons da família Proctophyllodidae ficaram agrupados, por habitar a face ventral das rêmiges e retrizes, exceto *Mimicalges* sp. e *Diproctophylloides dielytra*, que se distanciaram um pouco devido a ocorrência esporádica de machos nas semiplumas do dorso e ventre. *Allodectes* sp. se distanciou consideravelmente dos demais Proctophyllodidae, devido a sua especialização ao interior do cálamo (Figura 10a e 11). Os táxons Ingrassiinae e *Xolalgoides* sp. (Xolalgidae), *Analges* sp. (Analgidae), *Mesalgoides* sp.

e *Picalgoides* sp. (Psoroptoididae), foram reunidos devido a sua vasta ocorrência nas semiplumas do corpo. A família Trouessartiidae, foi o grupo menos similar aos demais, representada pelo gênero *Trouessartia*, que ocupa a face dorsal das rêmiges e retrizes, em uma extremidade e o gênero *Calcealges*, que habita as penas da cabeça, na extremidade oposta (Figura 11).

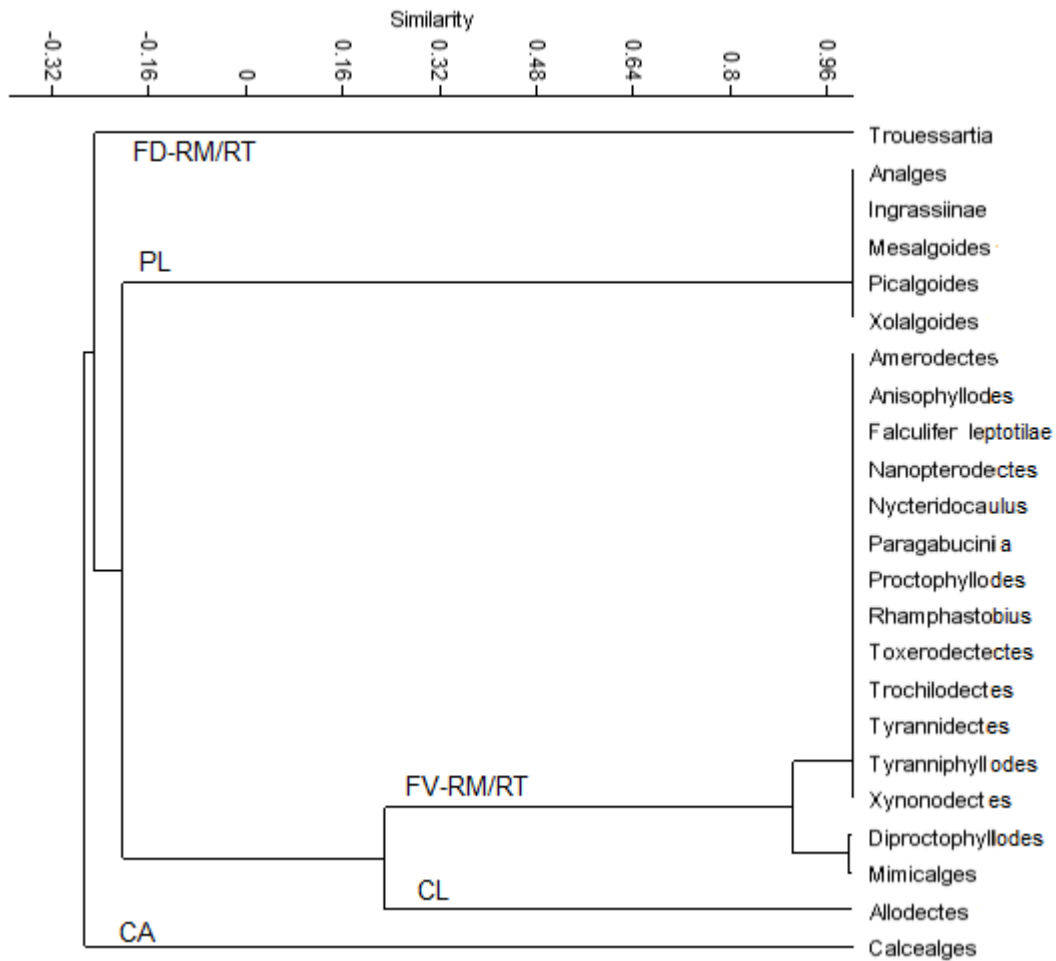


Figura 11 - Dendrograma com os principais táxons de ácaros associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, agrupados de acordo com o uso de microhabitat. Medida de similaridade: correlação; Algoritmo: "paired group"; coeficiente de correlação: 0,98. FV-RMRT: face ventral das rêmiges e retrizes; FD-RMRT: face dorsal das rêmiges e retrizes; CA: penas da cabeça; PL: semiplumas rentes à superfície do corpo da ave; CL: interior do cálamo.

No modelo nulo de coocorrência, o índice observado foi significativamente maior do que a média de índices gerados ao acaso (*índice médio observado* = 4,88; *média de índices simulados* = 4,62; $p = 0,02$), apontando que a coocorrência dos principais táxons de ácaros de pena associados às aves hospedeiras estudadas se dá diferentemente do acaso, ou de forma

segregada (Figura 12a). Enquanto que, no modelo nulo de sobreposição quanto ao uso de microhabitats, o índice observado foi significativamente menor do que a média de índices simulados (*índice observado* = 0.48; *média de índices simulados* = 0.53; $p = 0,02$), indicando se tratar de uma assembleia estruturada, na qual existe baixa sobreposição e, portanto, possível segregação espacial e partição de recursos (Figura 12b).

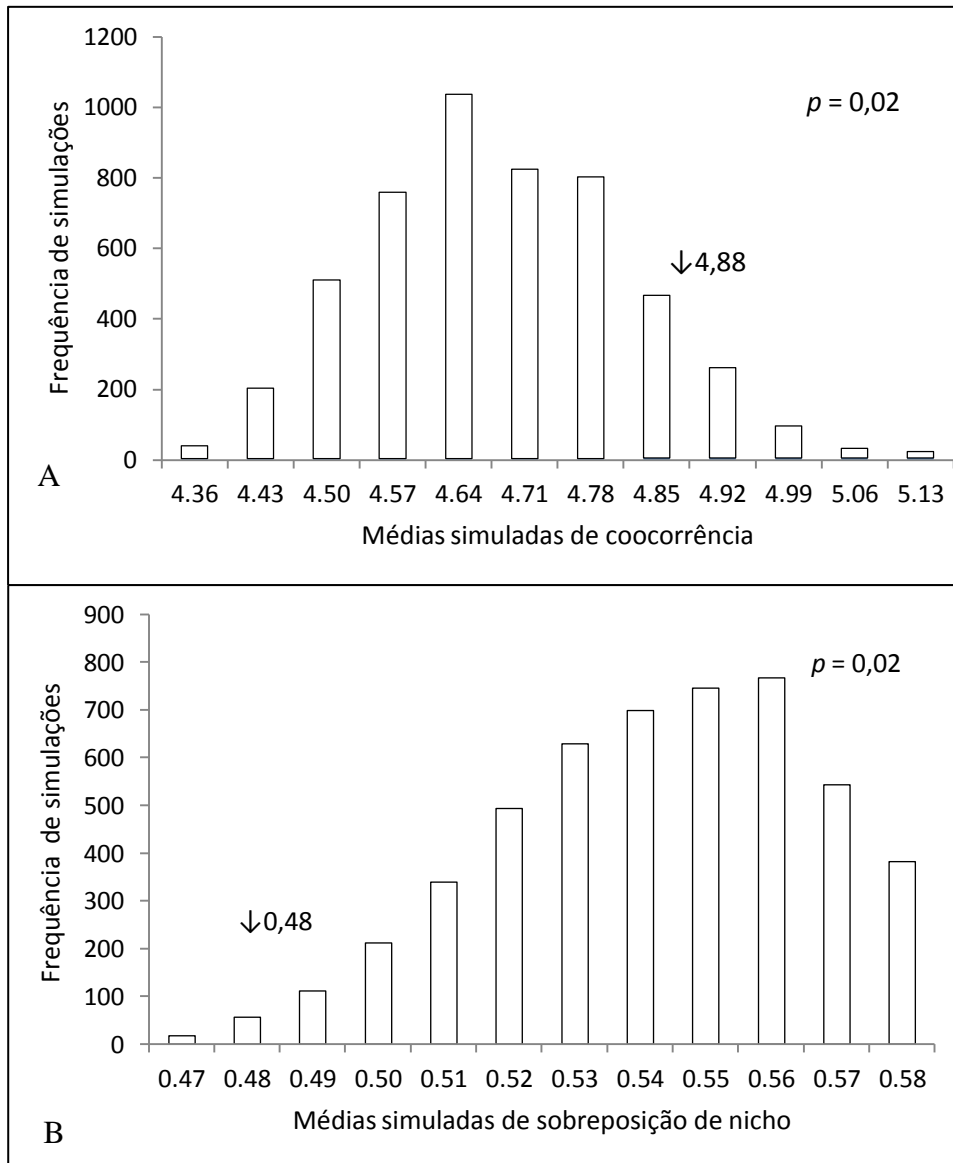


Figura 12 - Média observada e esperada para os modelos nulos de coocorrência (A) e sobreposição de nicho (B) de ácaros de pena associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. As setas indicam a média observada; o valor de p é a probabilidade de a média observada ser menor que o esperado ao acaso (5000 aleatorizações).

DISCUSSÃO

O uso de microhábitats por ácaros de pena foi evidente neste estudo, corroborando alguns trabalhos teóricos que discutem aspectos ecológicos dos astigmatídeos (Gaud & Atyeo, 1996; Dabert & Mironov, 1999; Proctor, 2003). A família Proctophyllodidae (subfamílias Proctophyllodinae e Pterodectinae) ocupou amplamente a face ventral das grandes penas das asas e cauda (rêmiges e retrizes) de aves Passeriformes e não-Passeriformes, e somente *Allodectes* sp. da mesma família, foi reportado em microhábitat diferente (interior do cálamo). A ampla ocupação da face ventral das penas de voo por grande parte dos táxons identificados se dá devido à proteção conferida às espécies que a ele se adaptaram, além da amplitude de área de recursos disponível (Choe & Kim, 1991; Dabert & Mironov, 1999; Proctor, 2003). A ocorrência do gênero *Allodectes* no interior do cálamo também já é conhecida, e possível devido a sua elevada especialização morfológica, que inclui corpo alongado e estreito, pernas mais ventralmente posicionadas do que as dos outros Proctophyllodidae, e pernas III e IV distantes uma da outra (Gaud & Atyeo, 1996; Proctor, 2003). O encontro de espécies desse gênero sobre a raque é comum, e essa ocorrência ocasional fora do seu microhábitat já foi reportada (Gaud & Atyeo, 1996).

Os Trouessartiidae desenvolveram diversas adaptações morfológicas durante seu processo evolutivo, que conduziram à elevada especificidade amplamente conhecida do grupo, encontrado na face dorsal das rêmiges e retrizes, com algumas exceções, como espécies do gênero *Calcealgas* (Mironov, 1987; Dabert & Mironov, 1999; Proctor, 2003). O gênero *Calcealgas* ocorreu estritamente nas penas superficiais da cabeça, não havendo ainda registros do uso de microhábitats pelo táxon. Quanto aos demais registros dos Trouessartiidae, ínstares da mesma espécie podem ser encontrados fora do microhábitat natural (Pérez, 1992), e isso explica a ocorrência de imaturos do gênero *Trouessartia* nas penas da cabeça em *P. fulvescens* e *C. longistrostris*.

Diferentes grupos de ácaros de pena foram encontrados nas semiplumas ao longo do corpo das aves hospedeiras. Os Xolalgidae (*Xolalgoides* sp. e Ingrassiinae), Analgidae (*Analgas* sp.) e Psoroptoididae (*Mesalgoides* sp. e *Picalgoides* sp.) possuem ampla adaptação já conhecida a esse microhábitat (Dabert & Mironov, 1999; Gaud & Atyeo, 1996). Além deles, indivíduos machos dos gêneros *Diproctophyllodes* e *Mimicalgas* foram também registrados nas semiplumas do corpo, apesar de pertencentes à família Proctophyllodidae, cujas espécies são vastamente adaptadas à face ventral das grandes penas de voo. Este achado é aceitável, tendo em vista a morfologia diferenciada dessas espécies, que parece ser

favorável à sua permanência no microhabitat e condizente com o padrão morfológico de outras espécies adaptadas às semiplumas. Entre as principais adaptações, não exibem forte esclerotização, possuem longas setas idiossomais e possuem o quarto par de pernas hiperatrofiado (Dabert & Mironov, 1999; Proctor, 2003). Portanto, cabe reportar o encontro dos táxons *Mimicalges* sp. e *Diproctophyllodes dielytra* no referido microhabitat, sendo importante destacar que as fêmeas de ambos foram comumente encontradas na face ventral das rêmiges e retrizes.

A coocorrência de congêneres em uma única ave hospedeira, reportada em *C. fuscatus* e *D. cayana*, que abrigavam duas espécies de *Amerodectes*, é diferente do esperado para a família Proctophyllodidae, para a qual não é comum a coocorrência de espécies do mesmo gênero em um único hospedeiro (Gaud & Atyeo, 1996).

As análises de modelo nulo apontaram um padrão de coocorrência de ácaros de pena maior do que esperado ao acaso, com isso, é provável que existam interações positivas determinando uma estrutura agregada na assembleia (Krasnov *et al.*, 2006). Complementarmente, na análise de sobreposição de nicho foi observado um índice de sobreposição significativamente menor do que esperado ao acaso, que aponta elevada segregação espacial e partição de recursos na assembleia (Gotelli & Graves, 1996). Dessa forma, é possível concluir que a ausência de competição aparente seja devida ao uso diferenciado de microhabitats pelas espécies, que possibilita a coocorrência. É importante destacar, que apesar de ser provável que processos competitivos no passado tenham conduzido à especialização em microhabitats, também é plausível a hipótese de simples preferência por regiões corporais específicas, em vez de competição (Choe & Kim, 1988). De qualquer forma, a alta especificidade aos microhabitats pode ser apontada como processo ecológico que favoreceu uma diminuída competitividade entre as espécies, possibilitando a coexistência de até cinco táxons de ácaros de pena, como reportado, em um único hospedeiro.

Os resultados encontrados neste estudo apontam a necessidade de um maior aprofundamento na biologia dos Astigmata, a fim de facilitar a discussão de questões que tratem de processos interativos e evolutivos destes ectosimbiontes e seus hospedeiros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Choe, J. C. & Kim, K. C. Community structure of arthropod ectoparasites on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 2998-3005, 1988.

- Choe, J. C. & Kim, K. C. Microhabitat selection and adaptation of feather mites (Acari: Analgoidea) on murre and kittiwakes. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 817-821, 1991.
- Dabert, J. & Mironov, S. V. Origin and evolution of feather mites (Astigmata). *Experimental and Applied Acarology* 23: 437–454, 1999.
- Dubinin, V. B. Feather mites (Analgesoidea). Arachnida. Part I. Introduction to the study. [In Russian.] *Fauna SSSR*, 6: 1–363, 1951.
- Gaud, J. & Atyeo, W. T. Discordances entre les aires de répartition géographique des parasites et celles de leurs hôtes. *Acarologia*, 18:329-344, 1976.
- Gaud, J. & Atyeo, W. T. Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): the supraspecific taxa (Part. I). *Ann Mus R Afr Cent Sci Zool* 277:1-187, 1996.
- González, M. T. & Poulin, Royal. Spatial and temporal predictability of the parasite community structure of a benthic marine fish along its distributional range. *International Journal for Parasitology*, 35, 1369–1377, 2005.
- Gotelli, N. J. & Graves, G. R. *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1996.
- Gotelli, N. J. Null Model Analysis of Species Co-Occurrence Patterns. *Ecology*, 81(9), 2606-2621, 2000. doi:10.2307/177478.
- Gotelli, N. J. & Rohde, K. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. *Ecology Letters*, 5(1), 86–94, 2002. doi:10.1046/j.1461-0248.2002.00288.x.
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G.L. *EcoSim: null models software for ecology*. 2006. Version Acquired Intelligence Inc. and Kesey-Bear. Jericho, VT05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm>.
- Krasnov, B. R.; Stanko, M. & Morand, S. Are ectoparasite communities structured? Species co-occurrence, temporal variation and null models. *The Journal of animal ecology*, 75(6), 1330–9, 2006. doi:10.1111/j.1365-2656.2006.01156.x.
- Mestre, A.; Mesquita-Joanes, F.; Proctor, H. & Monrós, J. S. Different scales of spatial segregation of two species of feather mites on the wings of a passerine bird. *The Journal of parasitology*, 97(2), 237–44, 2011. doi:10.1645/GE-2585.1.
- Pérez, T. M. Feather mites (Acarina, Xolalgidae) in the uropygial gland tuft of *Aratinga holochlora* (Sclater) (Aves. Psittacidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 135: 87-90, 1992.
- Peterson, P. C. An analysis of host-parasite associations among feather mites (Acari: Analgoidea). *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.* 9: 237-242, 1975.

Proctor, H. & Owens, I. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in ecology & evolution*, 15(9), 358–364, 2000. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10931667>.

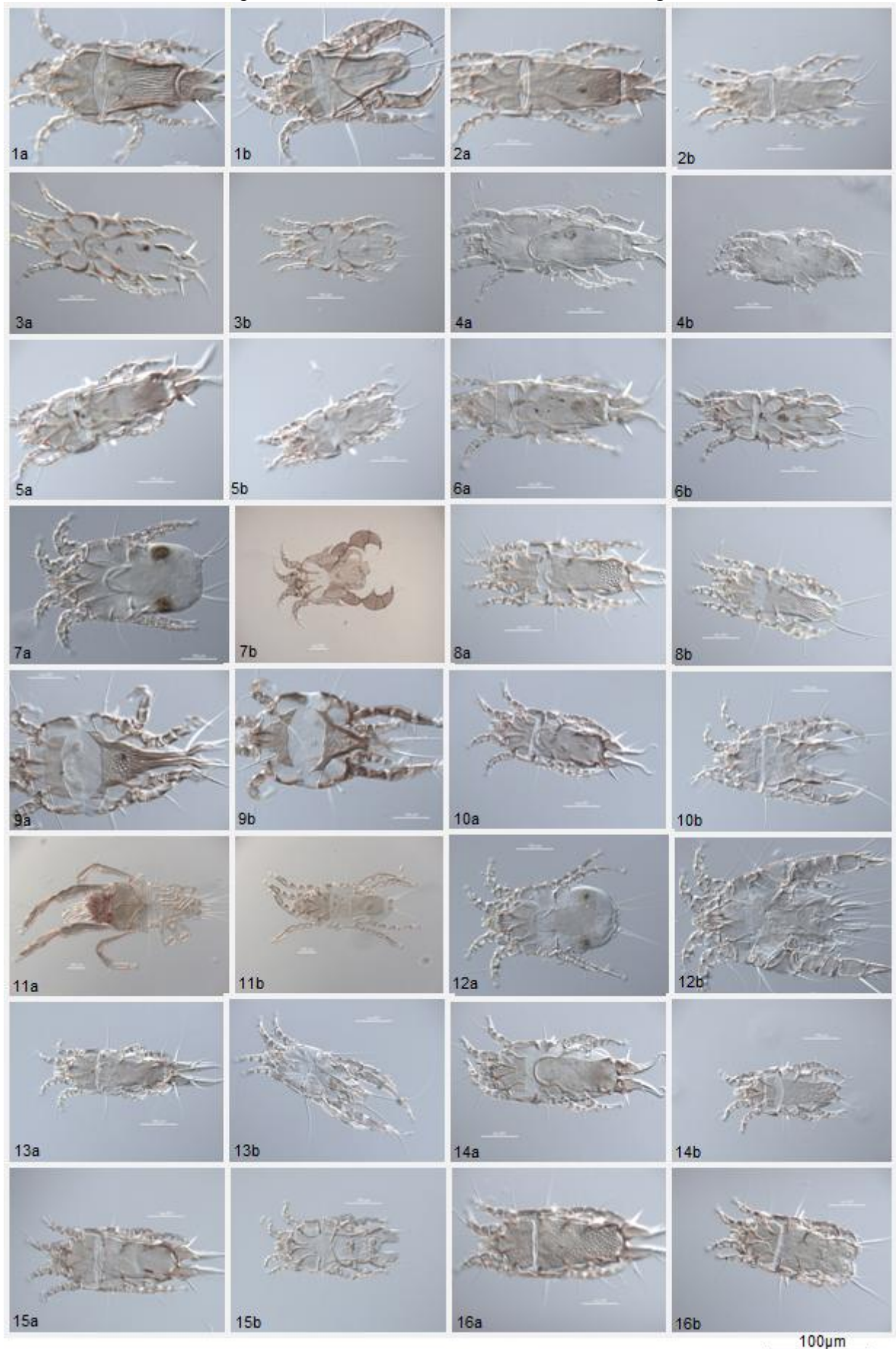
Proctor, H. C. Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior and evolution. *Annu Rev Entomol*, 48:185-209, 2003.

Oconnor, B. M. Evolucionary ecology of astigmatid mites, 385–409, 1982.

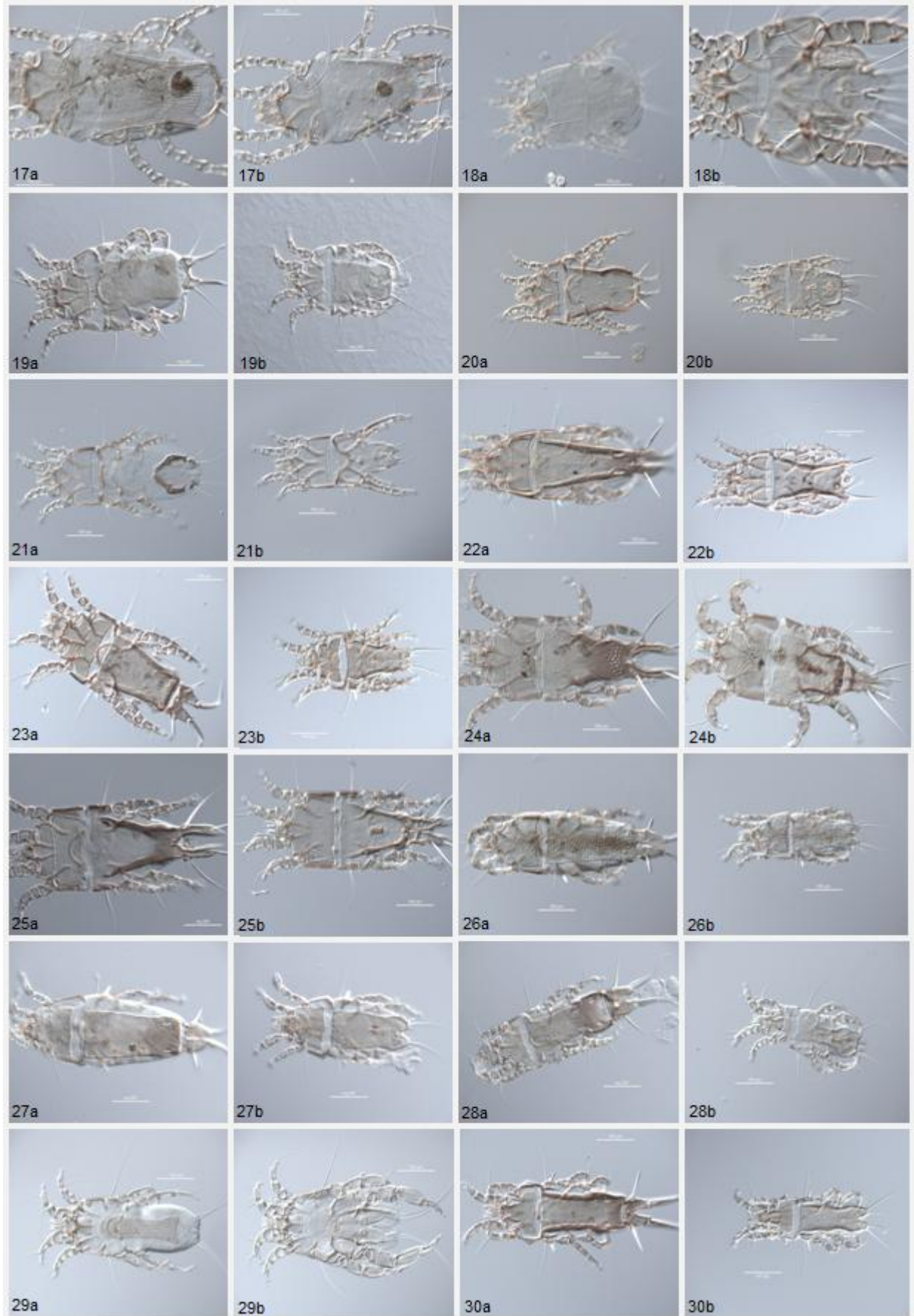
6 - CONCLUSÕES

- Espécies de aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN, Brasil, são associadas a vários táxons de malófagos e ácaros de pena, muitos dos quais ainda não tinham reportadas associações com os hospedeiros examinados, nem ocorrências geográficas para a região, servindo como estimativa do desconhecimento dos dois grupos no país;
- Várias espécies ainda não conhecidas para a ciência foram encontradas em associação com aves de um pequeno fragmento de mata no Nordeste do Brasil, destacando a potencial riqueza de espécies de ácaros e malófagos estimada para aves neotropicais;
- A assembleia de malófagos estudada sofre influência de variáveis morfológicas dos hospedeiros, e a carga parasitária varia em função de condições ambientais, tais como variações pluviométricas. Estes resultados corroboram achados similares em outros estudos, e apontam a necessidade de estudos mais aprofundados, que tratem a assembleia de malófagos associados a aves de diferentes ambientes e através de manipulações experimentais;
- Ambas as assembleias, de ácaros de pena e malófagos, apresentam alto grau de estrutura, revelando que existem processos ecológicos atuando sobre a riqueza, abundância e coocorrência de espécies. Estes resultados, ainda não são conclusivos a respeito destes grupos, sendo necessários estudos com metodologias similares para que possam ser feitas análises comparativas mais precisas;
- Existe alto grau de preferência no uso de microhábitats pelos táxons de ácaros e malófagos associados às aves estudadas, resultados estatisticamente comprovados que contribuem para afirmar o conhecimento teórico-descritivo e estimular iniciativas que tratem a biologia de ambos os grupos.

ANEXO A – Ácaros de pena associadas a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN.



ANEXO A – Continuação.



100 μ m

ANEXO A – Ácaros de pena (Acari, Astigmata) associados a aves da Mata do Olho D'água, Macaíba, RN. Os números correspondem ao táxon, e as letras indicam fêmeas (a) e machos (b). 1 - *Allodectes* sp. (Hospedeiro: *A. fimbriata*); 2, 3, 4, 5 e 6 - *Amerodectes* sp. (Hospedeiros: *E. chilensis*, *D. cayana*, *H. amaurocephalus*, *M. viridicata* e *T. cayana*, respectivamente); 7 - *Analges* sp. (Hospedeiro: *P. fulvescens*); 8 - *Anysophyllodes cadango* (Hospedeiro: *N. pallescens*); 9 - *Calcealges* sp. (Hospedeiro: *F. grisea*); 10 - *Diproctophyllodes dielytra* (Hospedeiro: *N. pallescens*); 11 - *Falculifer laeptotilae* (Hospedeiro: *L. verreauxi*); 12 *Mesalgoides* sp. (*N. pallescens*); 13 - *Mimicalges* sp. (*N. pallescens*); 14 - *Nanopterodectes* sp. (Hospedeiro: *T. pelzelni*); 15 - *Nycteridocaulus bilobatus* (Hospedeiro: *C. fuscatus*); 16 - *Nycteridocaulus pectinatus* (Hospedeiro: *T. flaviventris*); 17 - *Paragabucinia* sp. (Hospedeiro: *H. albicollis*); 18 - *Picalgoides* sp. (Hospedeiro: *P. fulvescens*); 19 e 20 - *Proctophyllodes* sp. (Hospedeiros: *T. amaurochalinus* e *D. cayana*, respectivamente); 21 - *Ramphastobius* sp. (Hospedeiro: *P. fulvescens*); 22 - *Toxerodectes* sp. (Hospedeiro: *A. fimbriata*); 23 - *Trochilodectes* sp. (Hospedeiro: *A. fimbriata*); 24 e 25 - *Trouessartia* sp. (Hospedeiros: *C. fuscatus* e *P. fulvescens*, respectivamente); 26 e 27 - *Tyrannidectes* sp. (Hospedeiros: *S. scutata* e *S. frontalis*, respectivamente); 28 - *Tyranniphylloides* sp. (Hospedeiro: *T. flaviventris*); 29 - *Xolalgoides* sp. (Hospedeiro: *S. scutata*); 30 - *Xynonodectes* sp. (Hospedeiro: *A. fimbriata*).

ANEXO B - Nota de pesquisa aceita na Rev Bras Parasit Vet em 21/fev/2013.

FIRST RECORD OF *Microlynchia pusilla* (DIPTERA: HIPPOBOSCIDAE) IN
NORTHEASTERN BRAZIL

PRIMEIRO REGISTRO DE *Microlynchia pusilla* (DIPTERA: HIPPOBOSCIDAE) NO
NORDESTE DO BRASIL

Honara Morgana da Silva^{1*}

Mauro Pichorim¹

¹ Laboratório de Ornitologia, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN 59072-970, Brasil.

Abstract: The present paper reports the occurrence of *Microlynchia pusilla* in the state of Rio Grande do Norte (RN) on *Leptotila verreauxi approximans* from a deciduous forest fragment located in the municipality of Macaíba. A specimen of *L. v. approximans* was collected in June 2012, wrapped in paper towels and kept under refrigeration in a plastic bag for later analysis of parasite fauna, taxidermy, and eventual storage in the Ornithological Collection of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). During the search for ectoparasites, a specimen of *M. pusilla* was found among feathers of the ventral region; it was collected and stored in the Entomological Collection ‘Adalberto Antônio Varela-Freire’ of the same university. This report extends the knowledge about geographical distribution and confirms the association of *M. pusilla* with hosts Columbiformes, contributing to the knowledge of the family Hippoboscidae in the country.

Keywords: ectoparasites; Rio Grande do Norte; louse flies; *Leptotila verreauxi approximans*

Resumo: Este trabalho registra a ocorrência de *Microlynchia pusilla* no estado do Rio Grande do Norte em *Leptotila verreauxi approximans* oriunda de um fragmento de floresta estacional decidual localizado no município de Macaíba. Um espécime de *L. v. approximans* foi coletado em junho de 2012, envolvido em papel toalha e conservado sob refrigeração em saco

* Corresponding author: Honara Morgana da Silva

Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Natal, RN 59072-970, Brasil.

e-mail: honaramorgana@gmail.com

plástico para posterior análise da fauna parasitária, taxidermia e depósito na Coleção Ornitológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Durante a busca por ectoparasitos foi encontrado um espécime de *M. pusilla* nas penas da região ventral, o qual foi coletado e depositado na Coleção Entomológica Adalberto Antônio Varela-Freire da mesma universidade. Este relato amplia o conhecimento sobre a distribuição geográfica de *M. pusilla* e confirma sua associação com hospedeiros Columbiformes, contribuindo para o conhecimento da família Hippoboscidae no país.

Palavras-chave: ectoparasitos; Rio Grande do Norte; hipoboscídeos; *Leptotila verreauxi approximans*.

Hippoboscidae are hematophagous flies, ectoparasites of birds and mammals (WOOD, 2009). They present wide geographical distribution, being more diverse in the tropics and subtropics (SCUDDER; CANNINGS, 2006), and comprise about 200 described species, distributed in 21 genera and three subfamilies (GRACIOLLI; CARVALHO, 2003). In Brazil, studies on Hippoboscidae began when LUTZ et al. (1915) catalogued and provided an identification key to 15 species found until then, followed by BEQUAERT (1954, 1955, 1957) and MAA (1969), who added information about the family within the national territory. Currently, there are 26 known species parasitizing birds (ARZUA; VALIM, 2010); however, there are still significant gaps in geography and host association to be filled in the country (GRACIOLLI; CARVALHO, 2003). The genus *Microlynchia* Lutz, Neiva & Costa-Lima, 1915 comprises four species, *M. galapagoensis* Bequaert, 1955 is endemic in the Galapagos Islands and the other species are restricted to the Americas (MAA, 1969). *Microlynchia pusilla* (Speiser, 1902) is the species with the widest distribution, reaching the U.S., Mexico, Costa Rica, the Antilles, Colombia, Venezuela, Brazil, Peru, Paraguay, and Chile (MAA, 1969). It has low degree of host specificity, since it has been recorded parasitizing about ten families of birds: Accipitridae, Caprimulgidae, Columbidae, Cuculidae, Fringillidae, Icteridae, Momotidae, Muscicapidae, and Tinamidae families (MAA, 1969). MAA (1969) mentions the association of *M. pusilla* with the genus *Leptotila* Swainson, 1837, but does not report any specific relation. Nevertheless, *Leptotila verreauxi decipiens* (Salvadori, 1871) was recorded as host of *M. pusilla* in Peru (BEQUAERT, 1955). In Brazil, this fly was recorded in Mato Grosso, Rio de Janeiro, Minas Gerais, and Espírito Santo states parasitizing Columbiformes (LUTZ et al., 1915; MAA, 1969; ARZUA; VALIM, 2010). Among these, LUTZ et al. (1915) reports

having found it on doves and pigeons, but the species were not named. According to BEQUAERT (1955), *M. pusilla* was found on *Columbina* sp. and *Columba livia* Gmelin, 1789 in Rio de Janeiro, and on *Crypturellus* sp. in Mato Grosso; the author mentions *Columbina talpacoti* (Temminck, 1811) and *Columbina passerina* (Linnaeus, 1758) as its hosts. In 2004, VALIM et al. recorded the species on *Columbina talpacoti* in Rio de Janeiro, corroborating those findings. Therefore, it may be concluded that in Brazil, so far, *M. pusilla* has been found parasitizing birds of the order Columbiformes exclusively. During an ample survey of birds ectoparasites in northeastern Brazil developed by the Laboratory of Ornithology of UFRN, a specimen of *Leptotila verreauxi approximans* Cory, 1917 (adult female) was collected on June 10, 2012 in the woods surrounding the Agricultural School of Jundiá, municipality of Macaíba, RN (forest fragment of about 270 ha, center coordinates 5°53'S and 35°23'W, about 40 m above sea level). The bird was captured with Ecotone mist nets (12x3 m, mesh 19mm), killed by thoracic compression, wrapped in paper towels and kept refrigerated in a plastic bag for later analysis of parasite fauna, taxidermy, and held in the Ornithological Collection of the Federal University of Rio Grande do Norte (COUFRN-654). The collection was authorized by the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), under permanent license for collection of zoological material number 19849-1 (authentication code: 28111788; issuance date: 27/04/2009). Before taxidermy, a careful examination of the bird was performed in search of ectoparasites. A female specimen of louse fly was found in the plumage of the chest and belly, collected and preserved in alcohol 70%. The Hippoboscidae was identified in stereomicroscope with the aid of the taxonomic keys by BEQUAERT (1933, 1955) and WOOD (2009), and held in the Entomological Collection 'Adalberto Antônio Varela-Freire' at UFRN (MAN-0590). It is important to point out that even though only a single specimen was found, this is the first record of *Microlychnia pusilla* in northeastern Brazil. Furthermore, although this species commonly infests birds of the order Columbiformes, there is no record of the specific association with *Leptotila verreauxi* in the country. Such reports contribute to the knowledge of geography and association of parasites with their host species, aiding studies of ecological interaction and coevolution.

Acknowledgments: To the staff of the Laboratory of Ornithology of UFRN, especially Matheus Meira, Tonny Marques, Guilherme Toledo, Phoeve Macário, Priscila Sabino, Victor Fernandes, Thanyria Câmara, Damião Valdenor de Oliveira, Elaine Bandeira, and Ismael

Queiroz for their essential support in field work during collection. We thank Professor Dr. Gustavo Graciolli for the information about the distribution of the Hippoboscidae family in Brazil.

ARZUA, M.; VALIM, M. P. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo de ectoparasitos em aves. In: [Matter S. V.](#); [Piacentini, V. Q.](#); [Straube, F. C.](#); [Cândido, J. F. Jr.](#), [Accordi, I. A.](#) *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*, Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 347-366.

BEQUAERT, J. C. The Hippoboscidae or louse-flies (Diptera) of mammals and birds. Part II. Taxonomy, Evolution and Revision of American Genera and Species. *Entomol. Am.* 1955; 35: 233–416.

GRACIOLLI, G.; CARVALHO, C. J. B. Hippoboscidae (Diptera, Hippoboscoidea) no estado do Paraná, Brasil: chaves de identificação, hospedeiros e distribuição geográfica. *Rev. Bras. Zool.* 2003; 20 (4): 667–674. <http://dx.doi.org/10.1590/S010181752003000400019>.

MAA, T. C. A revised checklist and concise host index of Hippoboscidae (Diptera). *Pac. Insects Monogr.* 1969; 20: 261–299.

LUTZ, A.; NEIVA, A.; COSTA-LIMA, A. Sobre "Pupipara" ou "Hippoboscidae" de aves brasileiras. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 1915; 7: 1–29.

SCUDDER, G. G. E.; CANNINGS, R. A. *The diptera families of British Columbia*. 2006. Available from: http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/fia/2006/fsp_y062001b.pdf.

VALIM, M. P.; SERRA-FREIRE, R. T.; FONSECA, M. A.; SERRA-FREIRE, N. M. Níveis de enzootia por ectoparasitos em amostras de rolinha [*Columbina talpacoti* (Temminck, 1810)] no Rio de Janeiro, Brasil. *Entomol. vectores* 2004; 11(4): 589–598.

WOOD, D. M. Hippoboscidae (Louse-Flies). In: Brown, B.V., Borkent, A. Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E., and Zumbado, M.A. *Manual of Central American Diptera*. 1 ed., Ottawa: NRC Research Press; 2009. p. 1241–1248.