



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ECOLOGIA DE MOSCAS ECTOPARASITAS (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) DE  
MORCEGOS (Mammalia, Chiroptera) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

DANIEL DE FIGUEIREDO RAMALHO

BRASÍLIA, DF  
2015

ECOLOGIA DE MOSCAS ECTOPARASITAS (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) DE  
MORCEGOS (Mammalia, Chiroptera) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

DANIEL DE FIGUEIREDO RAMALHO

Orientadora: Prof. Dr. Ludmilla M. S. Aguiar

Dissertação apresentada ao programa de Pós-  
Graduação em Ecologia do Instituto de  
Ciências Biológicas da Universidade de Brasília  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Ecologia

DANIEL DE FIGUEIREDO RAMALHO

ECOLOGIA DE MOSCAS ECTOPARASITAS (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) DE  
MORCEGOS (Mammalia, Chiroptera) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

Data da defesa: 23/02/2015

Nota: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii  
Embrapa – Universidade de Brasília  
(Presidente)

---

Prof. Dr. Gustavo Gracioli  
Departamento de Zoologia – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
(1º Titular)

---

Prof. Dr. Ludmilla M. S. Aguiar  
Departamento de Zoologia – Universidade de Brasília  
(2ª Titular)

---

Prof. Dr. Paulo César Motta  
Departamento de Zoologia – Universidade de Brasília  
(Suplente)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão desse trabalho.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ludmilla M. S. Aguiar, pela orientação e paciência, por ter aceitado me orientar quando cheguei de Recife. Agradeço por me mostrar alternativas quando precisei mudar o projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e a todos que fazem parte do programa, à Universidade de Brasília e ao Departamento de Zoologia.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado que possibilitou a minha estadia em Brasília e no mestrado.

À administração das Unidades de Conservação nas quais o estudo foi realizado.

A toda a equipe do Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos, que me deram ânimo para ir trabalhar nos dias em que eu precisava estar na universidade. Principalmente a Renato, Thales e Thiago, que realizaram as coletas antes mesmo que eu chegasse no laboratório e a Débora e Elba pelas conversas durante o trabalho.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Gustavo Graciolli, Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii e Prof. Dr. Paulo César Motta, por aceitarem o convite e pela participação, sugestões e correções. Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Gustavo Graciolli, por me ajudar na identificação das moscas e por ter me acolhido em seu laboratório para que eu pudesse confirmar as identificações.

A Leo, Dani e Dessa, pela ajuda na estatística e no projeto do doutorado.

A Mari e Pará, por me acompanharem nos lanches quando eu ficava até mais tarde na UnB.

A toda a minha família e amigos, de Brasília e de Recife, que me apoiaram todos os dias, estando comigo em todas as dificuldades e estresses durante o mestrado.

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>1</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>3</b>
<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>5</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I - Relações parasito-hospedeiro, taxas de parasitismo e infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos no Cerrado do Brasil central</b> .....	<b>12</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>14</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
<i>Área de estudo</i> .....	17
<i>Coleta de ectoparasitos</i> .....	17
<i>Análises estatísticas</i> .....	18
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
<i>Relação parasito-hospedeiro e taxas de infestação</i> .....	18
<i>Infracomunidades</i> .....	19
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
<i>Relação parasito-hospedeiro e taxas de infestação</i> .....	20
<i>Infracomunidades</i> .....	22
<i>Novos registros</i> .....	25
<b>CAPÍTULO II - Efeito de diluição e a relação entre alteração de habitat e infestação de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em uma savana neotropical</b> .....	<b>35</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>36</b>
<b>ABSTRACT</b> <i>Faça revisão do ingles Daniel</i> ... ..	<b>37</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
<i>Área de estudo</i> .....	40
<i>Coleta de dados</i> .....	41
<i>Análise dos dados</i> .....	41
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO III - A influência do sexo e idade dos morcegos neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae) na infestação por moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae)</b> .....	<b>52</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>53</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>53</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>56</b>

<i>Área de estudo</i> .....	56
<i>Coleta de dados</i> .....	57
<i>Análises estatísticas</i> .....	58
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>58</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I - Relações parasito-hospedeiro, taxas de parasitismo e infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos no Cerrado do Brasil central

**Figura 1.1.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília, AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado, e ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas.....**32**

**Figura 1.2.** Número de indivíduos de mosca por morcego em indivíduos registrados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF.....**32**

**Figura 1.3.** Frequência dos tipos de infracomunidades de Streblidae observadas em morcegos registrados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF.....**33**

**Figura 1.4.** Regressão linear simples entre valores de Riqueza de Hospedeiros e Riqueza de Ectoparasitos em cada ponto de coleta do presente estudo. ( $F = 147,6057$ ;  $R^2 = 0,8644$ ;  $p < 0,0001$ ).....**34**

### CAPÍTULO II - Efeito de diluição e a relação entre alteração de habitat e infestação de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em uma savana neotropical

**Figura 2.1.** Influência do número de hospedeiros nos valores de prevalência, como resultado do Efeito de Diluição. (Adaptado de Roche e Teyssèdre 2011).....**49**

Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília (Dentro [1] e **Figura 2.2.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília (Dentro [1] e Fora [2]), ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas (Dentro [3] e Fora [4]), e AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado (Dentro [5] e Fora [6]).....**49**

**Figura 2.3.** Total de indivíduos de morcegos capturados entre 04/12 e 08/13 dentro (área preservada) e fora (área alterada) de Unidades de Conservação no Distrito Federal, Brasil.....**50**

**Figura 2.4.** Valores de Intensidade Média de Infestação em sítios localizados em área não alterada (Dentro da área protegida) e em área alterada (Fora da área protegida) em áreas de Cerrado do Brasil central, com capturas realizadas entre abril/12 e agosto/13, para as associações entre (A) *Artibeus planirostris* e *Megistopoda aranea*, (B) *Artibeus lituratus* e *Paratrichobius longicrus*, (C) *Carollia perspicillata* e *Trichobius joblingi*, e (D) *Platyrrhinus lineatus* e *Trichobius angulatus*.....**50**

**Figura 2.4.** Valores de Intensidade Média de Infestação em sítios localizados em área não alterada (Dentro da área protegida) e em área alterada (Fora da área protegida) em áreas de Cerrado do Brasil central para as associações entre (A) *Artibeus planirostris* e *Megistopoda aranea*, (B) *Artibeus lituratus* e *Paratrichobius longicrus*, (C) *Carollia perspicillata* e *Trichobius joblingi*, e (D) *Platyrrhinus lineatus* e *Trichobius angulatus*.....**50**

**Figura 2.5.** Quantidade de indivíduos de *Carollia perspicillata* e *Artibeus lituratus* infestados (I) respectivamente por *Trichobius joblingi* e *Paratrichobius longicrus* e não infestados (NI) em áreas localizadas dentro (D) e fora (F) de Unidades de Conservação do Distrito Federal, Brasil, capturados entre 04/12 e 08/13.....**51**

**CAPÍTULO III - A influência do sexo e idade dos morcegos neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae) na infestação por moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae)**

**Figura 3.1.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília, AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado, e ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas.....**66**

**Figura 3.2.** Valores de Intensidade Média de Infestação de *Megistopoda aranea* entre os sexos (A) e entre classes etárias (B) de *Artibeus planirostris* capturados em áreas de Cerrado do Brasil central, entre abril/12 e agosto/13.....**66**



## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I - **Relações parasito-hospedeiro, taxas de parasitismo e infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos no Cerrado do Brasil central**

**Tabela 1.1.** Número total (N) e de indivíduos parasitados (Np) de morcegos e moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre abril/12 e agosto/13, com os respectivos valores de prevalência (P) e intensidade média de infestação (IM). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).....**26**

**Tabela 1.2.** Infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos registradas entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF, com o número absoluto de ocorrência (N) e os valores abundância relativa (AR).....**29**

### CAPÍTULO II - **Efeito de diluição e a relação entre alteração de habitat e infestação de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em uma savana neotropical**

**Tabela 2.1.** Espécies de morcegos e de moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre 04/12 e 08/13, com os respectivos número total de morcegos (Nt), número de morcegos infestados (Ni), porcentagem de morcegos infestados (Pi), número total de ectoparasitas (N) e abundância relativa de ectoparasitas em cada espécie de morcego (AR). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).....**46**

**Tabela 2.2** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações hospedeiro-parasita estudadas entre 04/12 e 08/13, dentro e fora de Unidades de Conservação do Distrito Federal, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p).....**47**

**Tabela 2.3.** Parâmetros estimados para o modelo de influência da degradação do habitat usando modelo linear generalizado (GLM), para morcegos e seus ectoparasitas capturados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Cerrado de Brasília, DF.....**48**

### CAPÍTULO III - **A influência do sexo e idade dos morcegos neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae) na infestação por moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae)**

**Tabela 3.1.** Espécies de morcegos e de moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre 04/12 e 08/13, com os respectivos número total de morcegos (Nt), número de

morcegos infestados (Ni), porcentagem de morcegos infestados (Pi), número total de ectoparasitas (N) e abundância relativa de ectoparasitas em cada espécie de morcego (AR). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).....62

**Tabela 3.2.** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações parasito-hospedeiro estudadas em áreas Distrito Federal, entre abril/12 e agosto/13, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p) em relação ao sexo.....63

**Tabela 3.3.** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações parasito-hospedeiro estudadas em áreas Distrito Federal, entre abril/12 e agosto/13, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p) em relação e à idade.....64

**Tabela 3.4.** Parâmetros estimados para o modelo de influência do sexo, da idade e da interação entre os fatores usando modelo linear generalizado (GLM) para morcegos e seus ectoparasitas capturados entre abril/12 e agosto/13 em Brasília, DF.....65

## RESUMO GERAL

O conhecimento sobre Streblidae e Nycteribiidae e suas relações com os hospedeiros, bem como de que forma se estruturam as infracomunidades, é importante por estar relacionado à ecologia dos morcegos. Apesar do aumento recente de estudos, poucos procuram entender que fatores influenciam nos padrões de parasitismo em diferentes locais ou em uma mesma espécie. O presente estudo descreve a comunidade de moscas ectoparasitas, seus hospedeiros e as taxas de parasitismo, bem como a estruturação das infracomunidades em áreas de Cerrado no Distrito Federal, Brasil. Além disso, verifiquei as relações entre as taxas parasitárias e a alteração do habitat, e a variação intraespecífica nessas taxas, avaliando de que forma o sexo e a idade influenciam no parasitismo. As coletas de ectoparasitas foram realizadas em três áreas protegidas de Brasília em 96 sessões de capturas de morcegos. Para avaliar a formação de infracomunidades, foi realizado um teste de qui-quadrado entre infracomunidades com espécies do mesmo gênero ou de gêneros diferentes. Para avaliar a relação com a degradação, com o sexo e com a idade, as análises foram feitas por meio de testes de Qui-quadrado para a prevalência, e por GLM para a intensidade de infestação para seis associações parasito-hospedeiro, sendo cada um dos fatores de influência as variáveis dependentes em cada teste. Foram coletados 2.242 morcegos pertencentes a 36 espécies, dos quais 774 indivíduos de 24 espécies estavam infestados. Identifiquei 30 espécies de Streblidae e oito de Nycteribiidae, sendo essa riqueza bastante elevada em relação a outros estudos similares, porém realizados em outras localidades. Possivelmente essa diferença seja por influência do número de hospedeiros registrados e pelos fatores como clima e vegetação. Em Streblidae, as infracomunidades compostas por espécies de gêneros diferentes foram encontradas com maior frequência do que o esperado ao acaso, sugerindo que essas associações são resultantes de similaridade limitante. Em relação ao tipo de habitat, observei que as taxas de infestação e de prevalência são menores em áreas alteradas, provavelmente por causa do efeito de diluição, uma vez que esses locais apresentaram maiores abundâncias de morcegos. Além do tipo de habitat, o sexo também se mostrou um importante fator de influência, uma vez que as fêmeas foram mais parasitadas que os machos, provavelmente pela redução da atividade de autolimpeza e pela formação de colônias-berçário durante a reprodução, que facilita a propagação de ectoparasitas. Aparentemente, a idade não é um fator

importante para a variação intraespecífica no parasitismo. No entanto, coletas em abrigos podem melhor elucidar a relação entre idade e as taxas parasitárias, uma vez que os jovens permanecem mais tempo no abrigo. No presente estudo, é feito o primeiro registro no Brasil da espécie *Trichobius johnsonae*, e de 11 novas espécies para o Distrito Federal, aumentando a riqueza do estado para 56 espécies, demonstrando a necessidade de mais estudos em território nacional, onde há regiões com pouco ou nenhum estudo.

**Palavras-chave:** Filtro ambiental, Parasitismo, Similaridade limitante, Variação intraespecífica.

## GENERAL ABSTRACT

Understanding the relationship of Streblidae and Nycteribiidae with their hosts, as well as how infracommunities are structured, is important because it is related to the ecology of bats. Despite the increasing number of new studies, few seek to understand which factors influence parasitism patterns in different kind of habitat or within a species. This study aims to describe bat flies community, their hosts and parasitism rates, as well as verify how infracommunities are structured in Cerrado areas in Distrito Federal, Brazil. In addition, I assess the relation between parasitic rates and habitat degradation, and the intraspecific variation in parasitism, describing the influence of age and sex. I collected bat flies in three protected areas of Brasilia. To assess infracommunities structure, I performed chi-square test between infracommunities with closely related X unrelated species. To evaluate the relation between degradation, sex, and age, and the prevalence I performed a chi-square test. To assess the relation between same factors and intensity of infestation, I conducted a GLM to six host-parasite associations. I collected 2,242 bats belonging to 36 species, of which 774 individuals of 24 species were infested with 30 species of Streblidae and eight Nycteribiidae. The richness registered herein is high compared to other similar studies, conducted in other regions, probably due to the number of hosts registered, and to extrinsic factors, such as climate and vegetation structure. In Streblidae, infracommunities with species of different genera were found more frequently than expected by chance, suggesting that these associations are the result of limiting similarity. In regard to habitat type, I found that the infestation and prevalence rates are lower in disturbed areas, probably due to the 'dilution effect', since these areas had greater bat abundance and richness. Besides habitat type, gender was also a major factor influencing parasitism, since females were more parasitized than males, probably due to the reduction of autogrooming activity, and due to the formation nursery colonies during reproduction, which favours ectoparasite transmission. Apparently, age has no influence in parasitism. However, since youngers stay longer inside the roosts, capture of individuals within these places can help to understand the relation between age and parasitism. In this study, I report the first record of *Trichobius johnsonae* in Brazil, and 11 new species in Distrito Federal, which reinforce the need for further studies in the country, as there are regions with little or no study.

**Keywords:** Environmental filtering, Limiting similarity, Intraspecific variation, Parasitism.

## INTRODUÇÃO GERAL

A ordem Chiroptera é uma das mais diversas ordens de mamíferos do mundo, representando cerca de 30% das espécies desta classe na América do Sul (López-González 2004) e 25% no Brasil, onde são registradas 178 espécies (Nogueira et al. 2014). Os morcegos são os únicos mamíferos com capacidade verdadeira de voo o que permite que explorem nichos exclusivos dentro da classe (Thewissen e Babcock 1992).

Assim como grande parte das espécies de mamíferos, os morcegos apresentam-se parasitados por espécies de ectoparasitas que possuem elevados níveis de especialização e parasitam geralmente uma espécie ou gênero (Wenzel et al. 1966). Dentre os mamíferos, são os morcegos que apresentam o maior número de ordens e famílias de artrópodes ectoparasitas exclusivos (Wenzel et al. 1966), representados principalmente por ácaros e insetos.

Quatro ordens e seis famílias representam os insetos ectoparasitas de morcegos: Siphonaptera (família Ischnopsyllidae), Dermaptera (família Arixeniidae), Hemiptera (famílias Cimicidae e Polyctenidae), e Diptera (famílias Streblidae e Nycteribiidae) (Marshall 1982). Alguns autores sugerem que outras três famílias de Diptera estão envolvidas no ectoparasitismo de morcegos (Chiropteromyzidae, Mormotomyiidae, Mystacinobiidae), no entanto, Marshall (1982) considera que essas espécies são comensais, e não parasitas.

Mundialmente, são reconhecidas cerca de 220 espécies de Streblidae (Dick 2006) e 290 espécies de Nycteribiidae (Graciolli et al. 2007), os principais ectoparasitas de morcegos nos neotrópicos. Estas famílias são representadas por indivíduos que atingem até cerca de 5mm, sendo os adultos hematófagos obrigatórios (Marshall 1982). Uma característica comum às duas famílias é a viviparidade adenotrófica, em que o desenvolvimento larval se dá dentro da câmara genital da fêmea, com o empupamento ocorrendo logo após a sua saída (Bequart 1940).

A família Nycterebiidae tem representantes principalmente no velho mundo e é bastante especializada, apresentando ausência de asas e atrofia do músculo de voo, o que resulta em um tórax reduzido, onde há inserções dorsais das patas e da cabeça (Peterson e Wenzel 1987). A família é dividida em três subfamílias: Cyclopodiinae, Archinycteribiinae e Nycteribiinae (Graciolli et al. 2007), sendo a última registrada no Brasil, com representantes de dois gêneros, *Hershkovitzia* e *Basilia* (Graciolli et al. 2007, 2008). O primeiro gênero é

endêmico do novo mundo, com quatro espécies, duas delas registradas no Brasil, enquanto o segundo tem distribuição cosmopolita, sendo 26 espécies registradas para o país até o momento (Graciolli et al. 2007, 2008).

A família Streblidae, por outro lado, apresenta uma grande variabilidade morfológica, uma vez que ocorrem representantes alados, braquípteros e ápteros (Guerrero 1993). Além disso, os olhos podem ser pequenos ou ausentes (Whitaker Jr. 1988). São reconhecidas cinco subfamílias de Streblidae: Nycteriboscinae, Ascopterinae, Trichobiinae, Streblinae e Nycterophiliinae, sendo as três últimas exclusivas do novo mundo (Guerrero 1993, 1997). Em território brasileiro, são registradas cerca de 70 espécies, representantes de 20 gêneros (Graciolli et al. 2008, Graciolli e Azevedo 2011).

Na última década, o número de estudos com ectoparasitas aumentou consideravelmente, com estudos realizados na América do Sul (Argentina [Autino et al. 2009], Peru [Autino et al. 2011]), na América Central (Costa Rica [Rojas et al. 2008], Guatemala [Dick 2006]), na América do Norte (Estados Unidos [Dick et al. 2003], México [Guzmán-Cornejo et al. 2003], Canadá [Czenze e Broders 2011]), na Europa (Alemanha [Encarnação et al. 2012], República Tcheca [Lučan 2006]), na Oceania (Austrália [Godinho et al. 2013]) e na Ásia (Jordânia [Benda et al. 2010], Irã [Sharifi et al. 2013]).

Apesar do crescente número de estudos, a maior parte é focada apenas em descrições e avaliações de especificidade de parasitismo, havendo poucos estudos que avaliam os fatores que influenciam esse parasitismo, como tipo de abrigo (Patterson et al. 2007), características do hospedeiro (Patterson et al. 2008a, Esbérard et al. 2012), ou do habitat (Pilosof et al. 2012). O conhecimento sobre os ectoparasitas e suas relações com as espécies hospedeiras, bem como a forma que essas relações são influenciadas pelo meio ambiente e por características do hospedeiro, podem também elucidar dados sobre a ecologia dos morcegos (Aguiar e Antonini 2011), uma vez que essas espécies estão bastante relacionadas.

No Brasil, apesar de haver uma maior concentração de estudos com ectoparasitos de morcegos nas regiões sul e sudeste (Graciolli et al. 2008), há um aumento recente no número de estudos em outras regiões, como o nordeste (Santos et al. 2009, Dias et al. 2009, Soares et al. 2013) e o centro-oeste (Graciolli et al. 2006, 2010, Eriksson et al. 2011). O Distrito Federal, embora seja a menor unidade federativa, é a que apresenta o maior número de espécies de

moscas ectoparasitas de morcegos registradas no Brasil (Gracioli et al. 2008). Os primeiros registros são datados da década de 80, que contava então com uma riqueza de 12 espécies, todas da família Streblidae (Coimbra Jr. et al. 1984). Atualmente, são registradas 44 espécies no DF, sendo cinco da família Nycteribiidae (gênero *Basilisa*) e 39 da família Streblidae (14 gêneros e três subfamílias) (Gracioli e Coelho 2001, Gracioli e Aguiar 2002, Aguiar et al. 2006, Gracioli et al. 2007, 2008, Aguiar e Antonini 2011).

O Distrito Federal está inserido no Cerrado, bioma que se estende por mais de 200 milhões de hectares (Ratter et al. 1997). O Cerrado apresenta um clima típico de savana tropical, possuindo uma marcada sazonalidade em relação à precipitação, com um período de seca intensa entre maio e setembro (Ratter et al. 1997).

O cerrado apresenta diferentes fitofisionomias, em áreas florestais, savânicas e campestres (Coutinho 1978). A grande variedade de fitofisionomias (mata de galeria, cerradão, cerrado sensu stricto, veredas, campo sujo, campo limpo, etc.) (Ribeiro et al. 1981, Coutinho 1978) proporciona uma elevada diversidade de habitats. Essa diversidade beneficia diferentes grupos de animais, havendo no Cerrado elevada riqueza de espécies (Klink e Machado 2005). Entre os mamíferos, os morcegos se destacam como a ordem de maior abundância, com quatro espécies endêmicas do bioma (Aguiar e Zortéa 2008, Paglia et al. 2012).

Apesar de apresentar elevada diversidade, o Cerrado se encontra ameaçado pelo elevado nível de substituição de ambientes naturais, principalmente para agricultura e pasto (Klink e Machado 2005). Além disso, elevada urbanização, prejudica ainda mais a biodiversidade desse bioma, particularmente no Distrito Federal (Klink e Machado 2005).

Os estudos previamente realizados acerca dos fatores de influência no ectoparasitismo de morcegos se concentram em regiões florestais, em áreas tropicais e temperadas (e.g. Moura et al. 2003, Lučan 2006, Patterson et al. 2008a, Encarnação et al. 2012). O modo como a vegetação o Cerrado é estruturada, com formações predominantemente savânicas, permite que entendamos a relação entre características do hospedeiro e do habitat no parasitismo de morcegos nesse tipo de ambiente.

Assim, meu objetivo nesse trabalho é descrever a comunidade de moscas ectoparasitas de morcegos em uma região do Cerrado do Brasil central, além de verificar se ocorre variação intraespecífica no parasitismo. Irei estudar essa variação por meio da análise



da influência do sexo e da idade nos índices parasitários (prevalência e intensidade média de infestação). Avaliarei também se há relação entre tais índices e a degradação de habitat nos sítios de coleta de morcegos e seus ectoparasitas.

Portanto, essa dissertação será dividida em três capítulos. O primeiro tratará de uma descrição da comunidade de ectoparasitas, com avaliações da relação entre as espécies de moscas e as espécies de morcegos. Também farei nesse capítulo uma descrição das infracomunidades de Streblidae e Nycteribiidae, e avaliarei de que forma elas são estruturadas.

O capítulo II tratará da relação entre os índices parasitários e a degradação do habitat (áreas conservadas X alteradas) em três Unidades de Conservação e o seu entorno, como possível consequência da abundância de hospedeiros. Por fim, o capítulo III avaliará a variação intraespecífica nas taxas de prevalência e intensidade de infestação, e verificará de que forma fatores como sexo e classe etária influenciam cada associação parasito-hospedeiro.

## **CAPÍTULO I**

**Relações parasito-hospedeiro, taxas de parasitismo e infracomunidades de moscas  
ectoparasitas de morcegos no Cerrado do Brasil central**

**Relações parasito-hospedeiro, taxas de parasitismo e infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos no Cerrado do Brasil central**

**RESUMO**

O conhecimento sobre Streblidae e Nycteribiidae e suas relações com os hospedeiros é importante por estar relacionado à ecologia dos morcegos, maior porção de mamíferos do Cerrado que contribuem grandemente com a polinização, predação de pragas e dispersão de sementes em ecossistemas Neotropicais. É importante entender como se estruturam as infracomunidades de moscas ectoparasitas em cada hospedeiro de morcego, uma vez que é nessa escala que as interações entre espécies de moscas ocorrem. As infracomunidades podem ser moldadas por similaridade limitante ou filtro ambiental, forças seletivas que levam a resultados opostos, sendo a primeira com espécies ectoparasitas pouco aparentadas e a última com espécies próximas. O presente estudo descreve a comunidade de moscas ectoparasitas, seus hospedeiros e as taxas de parasitismo, bem como a estruturação das infracomunidades de ectoparasitos presentes no Distrito Federal, área de Cerrado do Brasil central. Foram realizadas 96 sessões de capturas de morcegos para coleta de ectoparasitos três áreas protegidas de Brasília. Para avaliar a estruturação de infracomunidades, foi realizado um teste de qui-quadrado entre infracomunidades com espécies do mesmo gênero ou de gêneros diferentes. Foram coletados 2.242 morcegos pertencentes a 36 espécies, dos quais 774 indivíduos de 24 espécies estavam infestados. Foram identificadas 30 espécies de Streblidae e oito de Nycteribiidae, sendo *Paratrichobius longicrus*, *Trichobius joblingi*, *Megistopoda proxima* e *Aspidoptera falcata* as espécies mais abundantes. Constatei que a riqueza de ectoparasitas registrada é bastante elevada em relação a outros estudos similares, porém realizados em outras localidades. Possivelmente essa diferença seja por influência do número de hospedeiros registrados e pelos fatores como clima e vegetação. Em Streblidae, as infracomunidades compostas por espécies de gêneros diferentes foram encontradas com maior frequência do que o esperado ao acaso, sugerindo que essas associações são resultantes de similaridade limitante. No presente estudo, é feito o primeiro registro no Brasil da espécie *Trichobius johnsonae*, e de 11 espécies para o Distrito Federal, aumentando a riqueza do estado para 56

espécies, demonstrando a necessidade de mais estudos em território nacional, onde há regiões com pouco ou nenhum estudo.

**Palavras-chave:**

Diptera, filtro ambiental, Nycteribiidae, similaridade limitante, Streblidae.

**ABSTRACT**

Understanding the relationship of Streblidae and Nycteribiidae with their hosts is important because this relationship is related to the ecology of bats, most abundant mammals in the Brazilian Cerrado. Furthermore, it is important to understand how infracommunities are structured, since interactions between flies occur in that scale. Limiting similarity or environmental filtering can mold Infracommunities and are selective forces that lead to different results, with unrelated species in the first process, and closely related species in the last. This study describes the community of bat flies, their hosts and parasitism rates, as well as the structuring of infracommunities in Cerrado areas in the Distrito Federal of Brazil. I collected ectoparasites in three protected areas of Brasilia in 96 bat capture sessions. To assess infracommunities structure, I performed chi-square test between infracommunities with closely related versus unrelated species. I collected 2,242 bats belonging to 36 species, of which 774 individuals of 24 species were infested. I identified 30 species of Streblidae and eight Nycteribiidae. Most abundant species were *Paratrichobius longicrus*, *Trichobius joblingi*, *Megistopoda proxima*, and *Aspidoptera falcata*. The species richness registered herein is high when compared to other similar studies, conducted in other regions, probably due to the number of hosts registered, and to extrinsic factors, such as climate and vegetation structure. In Streblidae, infracommunities with species of different genera were found more frequently than expected by chance, suggesting that these associations are the result of limiting similarity. In this study, I report the first record of *Trichobius johnsonae* in Brazil, and 11 new species registers in Distrito Federal, increasing the richness to 56 species, which reinforce the need for further studies in the country, as there are regions with little or no study.

**Keywords:**

Diptera, environmental filtering, Nycteribiidae, limiting similarity, Streblidae.

## INTRODUÇÃO

Das cerca de 180 famílias de Diptera (Brown 2009), duas, Streblidae e Nycteribiidae, são representadas por espécies exclusivamente ectoparasitas de morcegos (Marshall 1982). Essas famílias podem apresentar grande especificidade, geralmente parasitando uma única espécie ou gênero de morcego (Wenzel et al. 1966, Marshall 1982). Mundialmente, são reconhecidas cerca de 220 espécies de Streblidae (Dick 2006) e 290 espécies de Nycteribiidae (Graciolli et al. 2007).

Os representantes da família Nycteribiidae ocorrem principalmente no velho mundo e são bastante especializados (Peterson e Wenzel 1987). Possuem características morfológicas como a ausência de asas e atrofia do músculo de voo, o que resulta em um tórax reduzido, onde há deslocamento das pleuras, com inserções dorsais das patas e da cabeça (Peterson e Wenzel 1987). Os representantes da família Streblidae, por outro lado, apresentam uma grande variabilidade morfológica, pois podem ter asas normais, reduzidas ou ausentes, assim como os olhos, que podem ser pequenos ou ausentes (Whitaker Jr. 1988).

Na última década, o número de estudos sobre os padrões de relações parasito-hospedeiro aumentou consideravelmente, com estudos realizados em diferentes partes da América, tais como Argentina (Autino et al. 2009), Belize (ter Hofstede e Fenton 2004), Bolívia (Dick et al. 2007), Chile (Muñoz et al. 2003), Costa Rica (Rojas et al. 2008), Estados Unidos (Dick et al. 2003), Guatemala (Dick 2006), México (Guzman-Cornejo et al. 2003), Paraguai (Dick e Gettinger 2005), Peru (Autino et al. 2011), Porto Rico (Kurta et al. 2007) e Uruguai (Autino et al. 2004).

No Brasil as famílias Streblidae e Nycteribiidae são representadas por cerca de 70 e 28 espécies, respectivamente (Graciolli et al. 2007, 2008, Graciolli e Azevedo 2011). Apesar de haver uma concentração de estudos de ectoparasitos de morcegos principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil (Graciolli et al. 2006), está ocorrendo um aumento recente de estudos em outras regiões, como nordeste (Santos et al. 2009, Dias et al. 2009, Soares et al. 2013) e centro-oeste (Graciolli et al. 2006, 2010, Eriksson et al. 2011). No Distrito Federal são registradas 44 espécies, sendo 39 da família Streblidae (14 gêneros) e cinco da família Nycteribiidae (gênero *Basília*) (Coimbra Jr. et al. 1984, Graciolli e Coelho 2001, Graciolli e Aguiar 2002, Aguiar et al. 2006, Graciolli et al. 2007, 2008, Aguiar e Antonini 2011).

Por estar relacionado com a ecologia dos morcegos, o conhecimento sobre os ectoparasitos e suas relações com as espécies hospedeiras é bastante relevante (Aguiar e Antonini 2011). É importante também o estudo sobre as forças seletivas que moldam as comunidades de ectoparasitas encontradas em um único hospedeiro, chamadas de infracomunidades (Bush et al. 1997), pois é nessa escala em que a interação entre as espécies de moscas ocorre (Tello et al. 2008).

As infracomunidades podem ser moldadas por duas forças seletivas opostas (Krasnov et al. 2014). A primeira força seletiva é a similaridade limitante, que tende a diminuir a competição, levando a infracomunidades com espécies pouco aparentadas (Ingram e Shurin 2009, Krasnov et al. 2014). A segunda é o filtro ambiental, em que apenas poucas espécies conseguem explorar determinado recurso, resultando em associações entre espécies muito aparentadas (Ingram e Shurin 2009, Krasnov et al. 2014). No entanto, poucos estudos avaliaram a estruturação de infracomunidades de moscas ectoparasitas em morcegos, sendo os dados disponíveis apenas sobre a coocorrência de espécies de gêneros diferentes (e.g. Presley 2007, Tello et al. 2008).

Deste modo, o objetivo do presente estudo é descrever a comunidade de ectoparasitas no Distrito Federal, verificando as relações parasito-hospedeiro entre as moscas e os morcegos e os índices de parasitismo. Apesar do elevado número de registros, apenas quatro estudos avaliaram a comunidade de ectoparasitas presentes em áreas de Brasília, demonstrando a necessidade de estudos do tipo.

Além disso, vou verificar como ocorre a estruturação das infracomunidades de moscas nos morcegos. Para tanto, estudarei os padrões de coocorrência de espécies de ectoparasitos, avaliando se há diferenças nas frequências de coocorrência de espécies do mesmo gênero ou de gêneros distintos. Testarei a hipótese de que infracomunidades com espécies de ectoparasitos pouco aparentadas ocorrem com maior frequência do que o esperado ao acaso, como resultado do processo de similaridade limitante por conta da competição por recurso.

## **METODOLOGIA**

### *Área de estudo*

O presente estudo foi realizado no Distrito Federal, região central do Brasil, no domínio vegetacional do Cerrado. O clima local é típico do bioma, com duas estações bem definidas, sendo a estação chuvosa entre outubro e abril, e a seca entre maio e setembro (Ratter et al. 1997). Esse tipo de clima é classificado como Savana Tropical (Aw) na classificação de Köppen (CODEPLAN 1984).

Para ter uma boa representatividade da área, aumentando as chances de registro de diferentes espécies, as coletas dos ectoparasitos foram realizadas em morcegos presentes em áreas de cerrado *sensu stricto* das três principais áreas de conservação do Distrito Federal: o Parque Nacional de Brasília (PNB) (42.389 ha; 15°41'42"S; 48°08'10"W), a APA Gama-Cabeça de Veado (AGCV) (25.000 ha; 15°52'29"S; 47°50'48"W) e a Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE) (10.547 ha, 15°36'32"S; 47°33'03"W) (Fig. 1.1).

As áreas apresentam vegetações típicas de Cerrado, com diversas fitofisionomias, como campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Entre a vegetação, se destacam espécies como *Caryocar brasiliense*, *Styrax ferrugineus*, *Piper aduncum*, *Bauhinia* sp., *Inga* sp., *Qualea* sp., entre outros (Felfili et al. 1994).

### *Coleta de ectoparasitos*

Os ectoparasitos foram coletados durante 96 sessões de capturas de morcegos, entre abril de 2012 e agosto de 2013. Os morcegos que tiveram ectoparasitos coletados foram amostrados em 24 sítios de captura, distribuídos dentro e no entorno das três áreas protegidas. Assim que os morcegos eram retirados das redes eram acondicionados em sacos de tecido numerados, sendo os ectoparasitas encontrados em cada indivíduo retirados com o auxílio de pinças e colocados em potes Ependorf® numerados contendo álcool 70%. Os morcegos capturados foram identificados em campo pelos critérios de Vizotto e Taddei (1973), Lim e Engstrom (2001), Gardner (2008) e Diaz et al. (2011). Após esse procedimento os indivíduos eram anilhados e a seguir soltos no mesmo local de captura, sendo um casal de cada espécie coletado como material testemunho e depositado na coleção de morcegos do Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos da Universidade de Brasília.

Os ectoparasitas coletados foram identificados sob estereomicroscópio (Motic K-series) com base em chaves de identificação especializadas (Guerrero 1993, 1994a,b, 1995a,b, 1996), sendo então montada uma coleção de referência para estudos futuros. A confirmação das espécies identificadas foi feita pelo Prof. Dr. Gustavo Graciolli, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

#### *Análises estatísticas*

Para avaliar as infestações de moscas nas espécies de morcegos, foram utilizados os seguintes índices de parasitismo: prevalência (P) (numero de hospedeiros parasitados / número de hospedeiros examinados × 100) e a intensidade média de infestação (IM) (número de ectoparasitas / número de hospedeiros parasitados) (Bush et al. 1997). A abundância de ectoparasitas foi calculada pela porcentagem de cada espécie, tanto no total das amostras, quanto para cada espécie de hospedeiro. Realizei um teste de regressão linear simples com os dados de cada ponto de coleta (software BioEstat 5.3), para verificar se existe uma relação de dependência entre as riquezas de hospedeiros e ectoparasitos e avaliar a influência do esforço amostral na riqueza de moscas ectoparasitas. Para verificar se a estruturação das infracomunidades era diferente do esperado ao acaso, foi realizado um teste de Qui Quadrado ( $\chi^2$ ) entre infracomunidades com espécies do mesmo gênero e infracomunidades com espécies de gêneros distintos, assumindo o nível de significância em  $p < 0,05$ . O teste foi realizado no software R i386 3.0.1.

## **RESULTADOS**

### *Relação parasito-hospedeiro e taxas de infestação*

Foram coletados e inspecionados para ectoparasitas 2.242 morcegos pertencentes a 36 espécies, de 22 gêneros e cinco famílias (Tabela 1.1). Destes, 774 indivíduos de 24 espécies estavam infestados com um total de 1.733 ectoparasitos, sendo a prevalência total de 34,52% e a taxa de infestação média de 2,29 moscas/hospedeiro. O maior número de moscas foi registrado nos morcegos *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* (Tabela 1.1). No total, foram identificadas 30 espécies de moscas da família Streblidae (3 subfamílias e 11 gêneros) e oito espécies de Nycteribiidae (gênero *Basilisa*) (Tabela 1.1). Observei uma forte



relação entre o número de espécies de morcegos registradas e a riqueza de ectoparasitas ( $F = 147,6057$ ;  $R^2 = 0,8644$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 1.4). As espécies de moscas mais abundantes foram *Paratrachobius longicrus* (24,18%), *Trichobius joblingi* (24,00%), *Megistopoda proxima* (13,39%) e *Aspidoptera falcata* (11,02%).

*Paratrachobius longicrus* foi registrada em oito espécies, totalizando 419 indivíduos, com maior frequência em morcegos das espécies *A. lituratus* (80,19%) e *Platyrrhinus lineatus* (15,04%). *Trichobius joblingi* foi representada por 416 indivíduos em seis espécies de morcegos, sendo 96,63% registrados sobre o morcego *C. perspicillata*. As espécies *M. proxima* e *A. falcata* foram registradas em sete espécies de morcegos cada, ambas com maior frequência em *S. liliium* (87,07% e 86,39%, respectivamente).

As espécies de morcegos com maior diversidade de ectoparasitos foram *C. perspicillata* e *Glossophaga soricina*, sendo parasitadas por nove e oito espécies de moscas respectivamente. As espécies *A. lituratus* e *Artibeus planirostris* foram parasitadas por sete espécies de ectoparasitos cada, enquanto a espécie *S. liliium* por seis. As espécies de morcegos com maior prevalência foram *Eptesicus diminutus*, *Mimom crenulatum*, *Lonchophylla dekeyseri*, *Artibeus fimbriatus*, *Pteronotus parnelii* e *Natalus stramineus*, em que 100% dos indivíduos capturados estavam parasitados. Entre as espécies com as prevalências mais baixas, destacam-se os morcegos *Dermanura* sp., com apenas 4,55% dos 176 indivíduos infestados, e *Molossops temminckii*, com 7,69% dos indivíduos parasitados.

#### *Infracomunidades*

Na maior parte dos indivíduos parasitados (50,26%), foi encontrado apenas um indivíduo de mosca, enquanto morcegos infestados por dez ou mais moscas representaram apenas 1,29% do total (Fig. 1.2). Em Streblidae, as infracomunidades compostas por espécies de gêneros diferentes foram encontradas com maior frequência do que o esperado ao acaso (Qui-Quadrado = 105,3077,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ) (Fig. 1.3), enquanto em Nycteribiidae, todas as infracomunidades foram compostas por espécies do mesmo gênero. No entanto, foram registradas apenas três infracomunidades, não sendo realizados testes estatísticos. A maioria dos morcegos (84,37%) estava infestada por apenas uma espécie de ectoparasito, enquanto as infracomunidades com duas espécies foram representadas por 14,60% dos indivíduos, em

14 espécies. Apenas oito indivíduos (1,03%) das espécies de morcego *A. caudifer*, *A. geoffroyi*, *A. planirostris*, *P. discolor* e *S. liliium* estavam infestados por três espécies de moscas (Tabela 1.2). A espécie com a maior variedade de infracomunidades foi *C. perspicillata*, com um total de sete diferentes associações de ectoparasitas (Tabela 1.2).

## DISCUSSÃO

### *Relação parasito-hospedeiro e taxas de infestação*

No presente estudo, foram registradas 38 espécies de moscas ectoparasitas de morcegos, um número bastante elevado quando comparado com outros estudos realizados no Brasil e em outros países da América do Sul. Nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul foram registradas 11 e 17 espécies de ectoparasitas, respectivamente (Komeno e Linhares 1999, Eriksson et al. 2011). Em Pernambuco, foram coletadas 16 espécies de ectoparasitas (Soares et al. 2013), enquanto no Maranhão e em São Paulo foram registradas, respectivamente, 15 e 17 espécies (Bertola et al. 2005, Santos et al. 2009). Em estudos realizados em outros países da América do Sul, também foram registradas menos espécies que no presente estudo: Autino et al. (1999, Argentina, 11 espécies), Dick e Gettinger (2005, Paraguai, 31), Dick et al. (2007, Bolívia, 12) e Autino et al. (2011, Peru, 25).

O resultado da regressão linear (Fig 1.4) evidencia que ocorre um aumento na riqueza de moscas ectoparasitas com o aumento do esforço de coleta de morcegos hospedeiros, e que é importante uma boa amostragem destes mamíferos para uma boa amostragem de seus parasitas. Poucos trabalhos registraram mais de 15 espécies de morcegos parasitados, com destaque para os estudos realizados no Maranhão, em que 21 espécies de morcegos foram analisadas, resultando no registro de 25 espécies de ectoparasitos (Dias et al. 2009) e em São Paulo, com 17 espécies de morcegos infestados por 17 espécies de ectoparasitos (Bertola et al. 2005).

A riqueza de hospedeiros pode ser explicada pela variedade de microhabitats formada pelo mosaico de áreas dentro do domínio vegetacional do Cerrado (Ratter et al. 1997). Essa variedade possibilita a presença de muitas espécies de morcegos, mamíferos mais abundantes nesse bioma (Aguiar e Zórtea 2008), e pode conseqüentemente influenciar na alta riqueza de moscas ectoparasitas. O clima da região também pode ter influenciado na grande diversidade

de ectoparasitas (Prevedello et al. 2005, Pilosof et al. 2012), uma vez que temperaturas mais elevadas nos abrigos dos morcegos, regiões em que as moscas se desenvolvem (Marshall 1982), podem facilitar sua propagação (Lourenço e Palmerin 2008). No entanto, não foram realizadas medidas na variação da temperatura e essa afirmação só pode ser confirmada com mais estudos.

*Carollia perspicillata* foi a espécie de morcego com a maior variedade de ectoparasitos, característica comum à espécie (Esbérard et al. 2012), sendo a mais parasitada em estudos no cerrado de Mato Grosso do Sul, com sete espécies (Erikson et al. 2011) e em matas do Maranhão e de São Paulo, com seis espécies em cada (Bertola et al. 2005, Dias et al. 2009). *Trichobius joblingi* foi a espécie de mosca com maior abundância em *C. perspicillata*, principal associação registrada em estudos em Minas Gerais (Teixeira e Ferreira 2010), Maranhão (Santos et al. 2009), Mato Grosso do Sul (Graciolli et al. 2006, Eriksson et al. 2011), Roraima (Graciolli e Linardi 2002) e São Paulo (Bertola et al. 2005).

A espécie de mosca mais abundante foi *P. longicrus*, registrada principalmente em *A. lituratus* e *P. lineatus*. A forte associação com *A. lituratus* já foi observada no Distrito Federal (Graciolli e Aguiar 2002), bem como nos estados de Minas Gerais (Whitaker Jr. e Mumford 1977), Rio Grande do Sul (Graciolli e Rui 2001, Camilotti et al. 2010), São Paulo (Bertola et al. 2005) e Paraná (Graciolli e Bianconi 2007, Silva e Ortêncio-Filho 2011), além do registro em outros países, como Peru (Autino et al. 2011) e Paraguai (Presley e Willig 2008).

*Paratrachobius longicrus* é considerada um complexo de espécies, que tem como hospedeiros morcegos dos gêneros *Artibeus* e *Platyrrhinus* (Wenzel et al. 1966), sendo provavelmente duas espécies distintas, cada uma com um hospedeiro único (Graciolli et al. 2010). A infestação do morcego *P. lineatus* por *P. longicrus* também já foi observada no Distrito Federal (Graciolli e Aguiar 2002), e nos estados de Goiás (Graciolli et al. 2010) e Mato Grosso do Sul (Graciolli et al. 2006, Eriksson et al. 2011).

O registro da associação entre a mosca *M. proxima* e o morcego *S. liliium* já foi feito nos estados de Paraná (Graciolli e Bianconi 2007), Rio Grande do Sul (Silva e Ortêncio-Filho 2011), Maranhão (Dias et al. 2009, Santos et al. 2009), Mato Grosso do Sul (Eriksson et al. 2011), Distrito Federal (Graciolli e Aguiar 2002), São Paulo (Bertola et al. 2005), Goiás (Graciolli et al. 2006), Pará e Santa Catarina (Wenzel et al. 1966) Esta associação ocorre em todas os biomas

do Brasil, com exceção dos Pampas e da Caatinga, além do registro também em outros países da América do Sul, como Argentina (Autino et al. 2009), Peru (Autino et al. 2011) e Paraguai (Presley e Willig 2008). É possível que essa relação ocorra em toda a extensão de ocorrência de *S. liliium* (Graciolli e Rui 2001), hospedeiro habitual de *M. proxima* (Guerrero 1995). O parasitismo de *S. liliium* por *A. falcata*, apesar de ter sido menos frequente, também já foi registrado em várias regiões do Brasil (Graciolli e Aguiar 2002, Bertola et al. 2005, Graciolli e Bianconi 2007, Santos et al. 2009, Eriksson et al. 2011) e da América do Sul (Autino et al. 2011, Presley e Willig 2008).

Entre as espécies de morcegos com 100% dos indivíduos parasitados, apenas *L. dekeyseri* e *P. parnelii* foram representados por mais de um espécime, com três e sete indivíduos, respectivamente. Uma elevada prevalência também foi observada em morcegos do gênero *Pteronotus* em estudos realizados em Porto Rico, em que 85% dos indivíduos de *P. quadridens* e 100% de *P. parnelii* estavam infestados (Kurta et al. 2007). Em relação a *L. dekeyseri*, poucos registros de infestação por moscas ectoparasitas são feitos, sendo o primeiro registro também feito no Distrito Federal (Graciolli e Coelho 2001).

O baixo número de indivíduos de morcegos *Dermanura* sp. infestados é comum, não sendo encontrados espécimes parasitados em estudos realizados no Maranhão (Santos et al. 2009), em Goiás (Graciolli et al. 2006) e em Minas Gerais (Komeno e Linhares 1999). O mesmo também foi observado para o morcego *M. temminckii*, em que não foram encontrados indivíduos infestados no cerrado de Goiás (Graciolli et al. 2006).

#### *Infracomunidades*

No total, 121 indivíduos de morcegos estavam infestados por mais de uma espécie de ectoparasita, sendo uma associação acidental entre Nycteribiidae e Streblidae, três associações entre espécies de Nycteribiidae e o restante entre espécies da família Streblidae. Dos 117 indivíduos de morcegos infestados por mais de uma espécie de Streblidae, apenas três (2,56%) estavam sendo parasitados por diferentes espécies do mesmo gênero, enquanto infracomunidades compostas por espécies de gêneros diferentes foram encontradas com maior frequência do que o esperado ao acaso (Qui-Quadrado = 105,3077, df = 1, p < 0,001). Assim, aceito a hipótese de que infracomunidades com espécies pouco aparentadas ocorrem com

maior frequência do que o esperado ao acaso em Streblidae, sugerindo que essas associações são resultantes de similaridade limitante.

Além disso, as três associações entre diferentes espécies congênicas de Streblidae parecem ter sido através de infestação acidental (*T. tiptoni* parasitando *C. perspicillata*, *T. johnsonae* parasitando *G. soricina*, e *M. arena* parasitando *S. liliium*), uma vez que a presença de asas (Guerrero 1994a, 1995) ou patas alongadas (Guerrero 1994b) fornece alta mobilidade para estas espécies, que não são parasitas típicos desses morcegos (Guerrero 1994a,b, 1995). Este fato reforça a ideia de que a competição entre espécies muito aparentadas é grande, sendo as infracomunidades formadas por espécies próximas ausentes no ambiente estudado.

Em Nycteribiidae, no entanto, o resultado mostra o oposto, sendo todas as infracomunidades compostas por espécies congênicas. Estas infracomunidades foram representadas apenas nos morcegos *Myotis* sp. e *M. nigricans*, compostas por ectoparasitos das espécies *Basilia anceps* e *B. hughscotti*, tipicamente parasitas do gênero *Myotis* (Graciolli et al. 2007). Apesar deste resultado indicar que a formação de infracomunidades nessa família é moldada por filtro ambiental, possibilitando apenas a presença de espécies aparentadas, a associação entre espécies pequenas (*B. anceps*) e grandes (*B. hughscotti*) é comum (Graciolli, com. pess.), provavelmente por não haver competição pelo mesmo recurso. No entanto, o número de infracomunidades observados no presente estudo é baixo para alguma conclusão sobre quais fatores moldam a sua formação.

Os resultados para Streblidae são diferentes dos registrados em pulgas de roedores em regiões temperadas, em que ocorreu uma relação inversa entre a frequência de coocorrência e a distância filogenética (Krasnov et al. 2014). No entanto, a ausência de uma filogenia recente de Streblidae impede a realização de estudos que relacionem os padrões de ocorrência com a distância filogenética, podendo ser apenas feitas inferências baseadas em caracteres morfológicos. Poucos estudos são realizados com infracomunidades de Streblidae e Nycteribiidae em morcegos neotropicais, sendo a maioria dos estudos sobre infestações de pequenos mamíferos por ectoparasitas como ácaros e pulgas (e.g. Tello et al. 2008, Krasnov et al. 2010, 2014).

A maior representatividade de indivíduos parasitados com poucas moscas reflete o modo agregado em que os parasitas ocorrem normalmente (Shaw e Dobson 1995), com

muitos exemplares infestados por poucos indivíduos, e poucos espécimes infestados por muitas moscas. Esse padrão também ocorre com o morcego *Noctilio leporinus* no Paraguai, em que foi observado, através de modelos nulos, que as assembleias de ectoparasitas estavam forte e significativamente agrupadas (Presley 2007). Usando os mesmo métodos, Patterson et al. (2009) chegaram ao mesmo resultado em diversas espécies na Venezuela.

Poucos indivíduos de morcegos estavam infestados por infracomunidades compostas por mais de uma espécie. Em *A. caudifer*, por exemplo, as infracomunidades de moscas compostas por *A. caudiferae* + *T. tiptoni* e *A. caudiferae* + *T. tiptoni* + *S. carvalhoi* representaram 17,65% cada. Todas as três espécies de ectoparasitas são comumente registradas em *A. caudifer* (Guerrero 1995, 1996, Graciolli 2003), sendo que a associação entre *A. caudiferae* + *T. tiptoni* já foi registrada também no Rio Grande do Sul (Rui e Graciolli 2005).

A infracomunidade composta pelos ectoparasitos *A. modestini* + *E. clovisi* foi a mais representativa no morcego *A. geoffroyi*, hospedeiro comum para ambas espécies de parasitas (Guerrero 1994b, 1995), sendo responsável por 21,43% dos registros. No morcego *P. discolor*, 42,86% dos indivíduos infestados apresentavam uma associação entre as moscas *S. hertigi*, parasita tipicamente registrado em *P. hastatus* (Guerrero 1994b) + *T. costalimai*, que pode parasitar diferentes espécies (Guerrero 1994a).

A infracomunidade composta pelas moscas *S. wiedemanni* + *T. parasiticus* representou 18,18% dos registros no morcego hematófago *D. rotundus*, hospedeiro em que ambas espécies são frequentemente registradas (Guerrero 1995, 1996). Esta infracomunidade também já foi registrada para a mesma espécie de morcego em Minas Gerais, ocorrendo em 30% dos indivíduos parasitados (Teixeira e Ferreira 2010). Nos morcegos *S. liliium* e *S. tildae*, a coocorrência das moscas *A. falcata* + *M. proxima* representou, respectivamente, 23,64% e 27,27% das infracomunidades. Essas moscas são tipicamente parasitos de morcegos do gênero *Sturnira* (Guerrero 1994a, 1994b). Em *P. parnelii*, aproximadamente metade das infracomunidades encontradas foi composta pela associação entre moscas das espécies *N. parnelii* + *T. johnsonae*, espécies tipicamente parasitas de morcegos do gênero *Pteronotus* (Guerrero 1993, 1994), sendo essa associação já registrada em países da América Central, também parasitando *P. parnelii* (Bärtschi 2000).

No presente estudo, a espécie de morcego com maior variedade de infracomunidades foi *C. perspicillata*, sendo a associação entre *S. guajiro* + *T. joblingi* a mais representativa, totalizando 8,65% das ocorrências. As infracomunidades em *C. perspicillata* são mais diversas que estudos anteriores, formadas por diferentes associações entre espécies de seis gêneros (*Aspidoptera*, *Megistopoda*, *Paratrichobius*, *Speiseria*, *Strebla* e *Trichobius*). Estudos realizados em Minas Gerais e no Equador demonstram infracomunidades compostas apenas por espécies de dois e três gêneros, respectivamente (Tello et al. 2008, Teixeira e Ferreira 2010).

A associação entre moscas das espécies *S. guajiro* + *T. joblingi* no morcego *C. perspicillata* também foi predominante em estudo realizado em Minas Gerais, em que 10,52% dos indivíduos estavam infestados por essas duas espécies (Teixeira e Ferreira 2010), ectoparasitos geralmente registrados nessa espécie de morcego (Guerrero 1994a,b). Estudos indicam que há um padrão positivo e não aleatório de coocorrência dessas espécies de ectoparasitas neste hospedeiro (Tello et al. 2008).

#### *Novos registros*

No presente estudo, é feito o primeiro registro no Brasil da espécie *Trichobius johnsonae*, registrada anteriormente em Belize (Bärtschi 2000), na Colômbia, no Panamá e na Venezuela (Guerrero 1994a). O registro foi feito em *P. parnelii*, gênero tipicamente parasitado por essa espécie (Guerrero 1994a), o que sugere que o presente registro não é acidental. Também foram registradas pela primeira vez no Distrito Federal as espécies *Anastrebla caudiferae*, *Basilisa lindolphoi*, *Basilisa mimoni*, *Basilisa* sp. nova, *Strebla carvalhoi*, *Strebla curvata*, *Strebla hertigi*, *Trichobioides perspicillatus*, *Trichobius angulatus*, *Trichobius costalimai* e *Trichobius tiptoni*. Esses registros aumentam para 56 o número de espécies registradas no estado, sendo oito representantes da família Nycteribiidae e 48 da família Streblidae.

Os 12 novos registros feitos no Distrito Federal, unidade federativa com a maior riqueza de espécies de Streblidae e Nycteribiidae registradas no Brasil (Graciolli et al. 2008, 2010), demonstra a necessidade de mais estudos com ectoparasitos de morcegos em território nacional, uma vez que há muitas regiões com pouco ou nenhum estudo.

**Tabela 1.1.** Número total (N) e de indivíduos parasitados (Np) de morcegos e moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre abril/12 e agosto/13, com os respectivos valores de prevalência (P) e intensidade média de infestação (IM). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).

Espécie de morcego	N	Np	Espécie de ectoparasita	N	P(%)	IM
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>						
<b>Micronycterinae</b>						
<i>Micronycteris</i> sp.	1	0	-	-	-	-
<i>Micronycteris microtis</i>	5	1	<i>Trichobius tiptoni</i>	1	20	1.00
<b>Desmodotinae</b>						
<i>Desmodus rotundus</i>	28	11	<i>Trichobius parasiticus</i>	27	35.71	2.45
			<i>Strebla wiedemanni</i>	4	10.71	0.36
<b>Phyllostominae</b>						
<i>Mimom crenulatum</i>	1	1	<i>Basilia mimoni</i>	2	100	2.00
<i>Phyllostomus discolor</i>	10	7	<i>Trichobius costalimai</i>	20	70	2.86
			<i>Strebla hertigi</i>	4	40	0.57
			<i>Trichobioides perspicillatus</i>	2	10	0.29
<i>Phyllostomus hastatus</i>	4	1	<i>Trichobius longipes</i>	1	25	1.00
<b>Glossophaginae</b>						
<i>Anoura caudifer</i>	32	17	<i>Trichobius tiptoni</i>	26	40.63	1.53
			<i>Anastrebla caudiferae</i>	14	31.25	0.82
			<i>Strebla carvalhoi</i>	3	9.38	0.18
			<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	1	3.13	0.06
<i>Anoura geoffroyi</i>	16	14	<i>Exastinion clovisi</i>	28	87.50	2.00
			<i>Anastrebla modestini</i>	8	25	0.57
			<i>Trichobius propinquus</i>	4	12.50	0.29
<i>Glossophaga soricina</i>	146	36	<i>Trichobius uniformis</i>	39	20.55	1.08
			<i>Megistopoda proxima</i>	6	0.68	0.17
			<i>Aspidoptera falcata</i>	5	1.37	0.14
			<i>Strebla curvata</i>	3	1.37	0.08
			<i>Paratrachobius longicrus</i>	2	1.37	0.06
			<i>Trichobius dugesii</i>	1	0.68	0.03
			<i>Trichobius johnsonae</i>	1	0.68	0.03
			<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	0.68	0.03
<b>Lonchophyllinae</b>						
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	3	3	<i>Trichobius lonchophyllae</i>	24	100	8.00
<b>Carolliinae</b>						
<i>Carollia perspicillata</i>	518	185	<i>Trichobius joblingi</i>	402	33.78	2.17
			<i>Strebla guajiro</i>	24	4.25	0.13
			<i>Paratrachobius longicrus</i>	4	0.77	0.02
			<i>Aspidoptera falcata</i>	1	0.19	0.01
			<i>Megistopoda proxima</i>	1	0.19	0.01
			<i>Speiseria ambigua</i>	1	0.19	0.01
			<i>Trichobius</i> sp.	1	0.19	0.01



			<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	0.19	0.01	
			<i>Trichobius tiptoni</i>	1	0.19	0.01	
<b>"Glyphonycterinae"</b>							
	<i>Glyphonycteris behnii</i>	1	0	-	-	-	
<b>Stenodermatinae</b>							
	<i>Artibeus fimbriatus</i>	1	1	<i>Paratrichobius longicrus</i>	3	100	3.00
	<i>Artibeus lituratus</i>	457	175	<i>Paratrichobius longicrus</i>	336	36.32	1.92
				<i>Aspidoptera falcata</i>	10	0.88	0.06
				<i>Trichobius costalimai</i>	6	0.44	0.03
				<i>Megistopoda proxima</i>	5	0.66	0.03
				<i>Trichobius angulatus</i>	5	0.66	0.03
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0.22	0.01
				<i>Trichobioides perspicillatus</i>	1	0.22	0.01
	<i>Artibeus obscurus</i>	1	0	-	-	-	
	<i>Artibeus planirostris</i>	183	60	<i>Megistopoda aranea</i>	66	21.31	1.10
				<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	29	10.93	0.48
				<i>Trichobius joblingi</i>	6	2.73	0.10
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	5	2.73	0.08
				<i>Aspidoptera falcata</i>	2	0.55	0.03
				<i>Trichobius tiptoni</i>	2	0.55	0.03
				<i>Megistopoda proxima</i>	1	0.55	0.02
	<i>Chiroderma doriae</i>	1	0	-	-	-	
	<i>Dermanura sp.</i>	176	8	<i>Paratrichobius longicrus</i>	5	1.14	0.63
				<i>Neotrichobius delicatus</i>	4	2.27	0.50
				<i>Aspidoptera falcata</i>	1	0.57	0.13
				<i>Trichobius joblingi</i>	1	0.57	0.13
	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	189	54	<i>Paratrichobius longicrus</i>	63	21.16	1.17
				<i>Trichobius angulatus</i>	29	10.58	0.54
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0.53	0.02
	<i>Sturnira lilium</i>	368	165	<i>Megistopoda proxima</i>	202	30.71	1.22
				<i>Aspidoptera falcata</i>	165	23.64	1.00
				NI (destruído)	6	1.36	0.04
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0.27	0.01
				<i>Strebla carvalhoi</i>	1	0.27	0.01
				<i>Trichobius joblingi</i>	1	0.27	0.01
	<i>Sturnira tildae</i>	35	11	<i>Megistopoda proxima</i>	16	22.86	1.45
				<i>Aspidoptera falcata</i>	7	14.29	0.64
				<i>Trichobius joblingi</i>	5	2.86	0.45
				<i>Basília sp1 (macho)</i>	1	2.86	0.09
	<i>Uroderma sp.</i>	1	0	-	-	-	
	<i>Uroderma bilobatum</i>	5	0	-	-	-	
	<i>Uroderma magnirostrum</i>	1	0	-	-	-	
<b>MORMOOPIDAE</b>							
	<i>Pteronotus parnellii</i>	7	7	<i>Trichobius johnsonae</i>	46	100	6.57
				<i>Nycterophylia parnellii</i>	3	42.86	0.43
<b>NATALIDAE</b>							

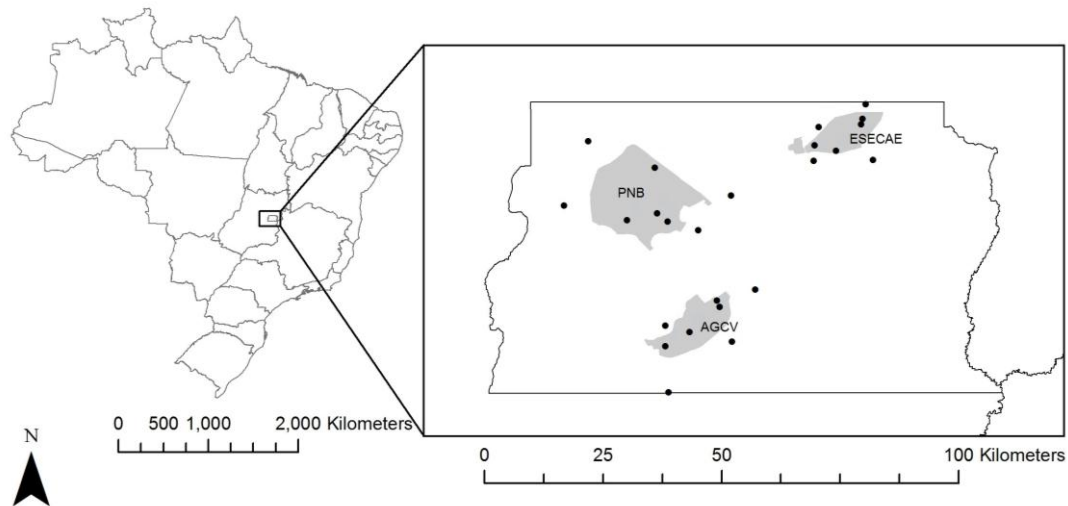
<i>Natalus stramineus</i>	1	1	<i>Trichobius</i> sp. (grupo <i>caecus</i> )	1	100	1.00
<b>MOLOSSIDAE</b>						
<b>Molossinae</b>						
<i>Molossops temminckii</i>	13	1	<i>Paratrichobius longicrus</i>	1	7.69	1.00
<i>Molossus molossus</i>	3	0	-	-	-	-
<b>VESPERTILIONIDAE</b>						
<b>Vespertilioninae</b>						
<i>Eptesicus</i> sp.	5	0	-	-	-	-
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	1	0	-	-	-	-
<i>Eptesicus diminutus</i>	1	1	<i>Megistopoda proxima</i>	1	100	1.00
<i>Eptesicus furinalis</i>	2	0	-	-	-	-
<i>Lasiurus blosevili</i>	3	1	<i>Trichobius joblingi</i>	1	33.33	1.00
<b>Myotinae</b>						
<i>Myotis</i> sp.	16	8	<i>Basilina anceps</i>	10	31.25	1.25
			<i>Basilina hughscotti</i>	3	18.75	0.43
			<i>Basilina plaumanni</i>	2	6.25	0.29
			<i>Basilina</i> sp2 (macho)	1	6.25	0.14
<i>Myotis nigricans</i>	6	5	<i>Basilina</i> sp. nova	7	33.33	1.40
			<i>Basilina anceps</i>	5	33.33	1.00
			<i>Basilina hughscotti</i>	1	16.67	0.20
			<i>Basilina lindolphi</i>	1	16.67	0.20
<i>Myotis riparius</i>	1	0	-	-	-	-

**Tabela 1.2.** Infracomunidades de moscas ectoparasitas de morcegos registradas entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF, com o número absoluto de ocorrência (N) e os valores abundância relativa (AR).

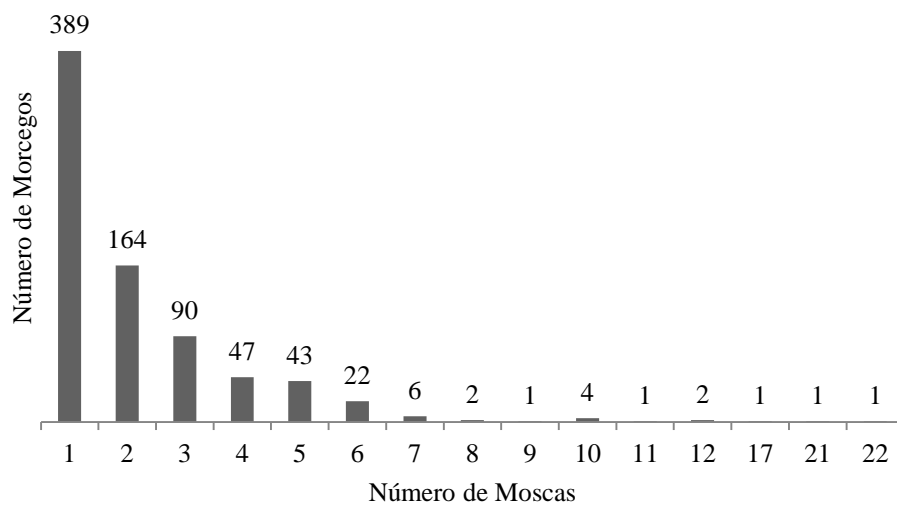
Espécie de morcego/Infracomunidade	N	AR (%)
<b>Anoura caudifer (n. 17)</b>		
<i>Trichobius tiptoni</i>	5	29.41
<i>Anastrebla caudiferae</i>	4	23.53
<i>Anastrebla caudiferae</i> + <i>Trichobius tiptoni</i>	3	17.65
<i>Anastrebla caudiferae</i> + <i>Trichobius tiptoni</i> + <i>Strebla carvalhoi</i>	3	17.65
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Trichobius tiptoni</i>	1	5.88
<i>Strebla carvalhoi</i> + <i>Trichobius tiptoni</i>	1	5.88
<b>Anoura geoffroyi (n. 14)</b>		
<i>Exastinion clovisi</i>	9	64.29
<i>Anastrebla modestini</i> + <i>Exastinion clovisi</i>	3	21.43
<i>Exastinion clovisi</i> + <i>Trichobius propinquus</i>	1	7.14
<i>Anastrebla modestini</i> + <i>Exastinion clovisi</i> + <i>Trichobius propinquus</i>	1	7.14
<b>Artibeus fimbriatus (n.1)</b>		
<i>Paratrichobius longicrus</i>	1	100.00
<b>Artibeus lituratus (n. 175)</b>		
<i>Paratrichobius longicrus</i>	163	93.14
<i>Aspidoptera falcata</i>	3	1.71
<i>Megistopoda proxima</i>	2	1.14
<i>Paratrichobius longicrus</i> + <i>Trichobius angulatus</i>	2	1.14
<i>Trichobius angulatus</i>	1	0.57
<i>Trichobius costalimai</i>	1	0.57
<i>Megistopoda aranea</i> + <i>Paratrichobius longicrus</i>	1	0.57
<i>Trichobioides perspicillatus</i> + <i>Trichobius costalimai</i>	1	0.57
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	1	0.57
<b>Artibeus planirostris (n. 60)</b>		
<i>Megistopoda aranea</i>	30	50.00
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	9	15.00
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Megistopoda aranea</i>	8	13.33
<i>Paratrichobius longicrus</i>	4	6.67
<i>Trichobius joblingi</i>	3	5.00
<i>Trichobius tiptoni</i>	1	1.67
<i>Aspidoptera falcata</i>	1	1.67
<i>Megistopoda proxima</i>	1	1.67
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	1	1.67
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Paratrichobius longicrus</i>	1	1.67
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Megistopoda aranea</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	1	1.67
<b>Carollia perspicillata (n. 185)</b>		
<i>Trichobius joblingi</i>	154	83.24
<i>Strebla guajiro</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	16	8.65
<i>Strebla guajiro</i>	7	3.78

<i>Paratrichobius longicrus</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	3	1.62
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	1	0.54
<i>Trichobius lonchophyllae</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	1	0.54
<i>Speiseria ambigua</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	1	0.54
<i>Trichobius tiptoni</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	1	0.54
<i>Paratrichobius longicrus</i> + <i>Trichobius sParatrichobius</i>	1	0.54
<b>Dermanura sp. (n. 8)</b>		
<i>Neotrichobius delicatus</i>	4	50.00
<i>Paratrichobius longicrus</i>	2	25.00
<i>Aspidoptera falcata</i>	1	12.50
<i>Trichobius joblingi</i>	1	12.50
<b>Desmodus rotundus (n. 11)</b>		
<i>Trichobius parasiticus</i>	8	72.73
<i>Strebla wiedemanni</i> + <i>Trichobius parasiticus</i>	2	18.18
<i>Strebla wiedemanni</i>	1	9.09
<b>Eptesicus diminutus (n. 1)</b>		
<i>Megistopoda proxima</i>	1	100.00
<b>Glossophaga soricina (n. 36)</b>		
<i>Trichobius uniformis</i>	28	77.78
<i>Paratrichobius longicrus</i>	2	5.56
<i>Strebla curvata</i> + <i>Trichobius uniformis</i>	2	5.56
<i>Aspidoptera falcata</i>	1	2.78
<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	2.78
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda aranea</i>	1	2.78
<i>Trichobius dugesii</i> + <i>Trichobius johnsonae</i>	1	2.78
<b>Lasiurus blosevili (n. 1)</b>		
<i>Trichobius joblingi</i>	1	100.00
<b>Lonchophylla dekeyseri (n. 3)</b>		
<i>Trichobius lonchophyllae</i>	3	100.00
<b>Micronycteris microti (n. 1)</b>		
<i>Trichobius tiptoni</i>	1	100.00
<b>Mimom crenulatum (n. 1)</b>		
<i>Basilis mimoni</i>	1	100.00
<b>Molossops temminkii (n. 1)</b>		
<i>Paratrichobius longicrus</i>	1	100.00
<b>Myotis nigricans (n. 5)</b>		
<i>Basilis sp. nova</i>	2	40.00
<i>Basilis anceps</i> + <i>Basilis hughscotti</i>	1	20.00
<i>Basilis anceps</i>	1	20.00
<i>Basilis lindolphi</i>	1	20.00
<b>Myotis sp. (n. 8)</b>		
<i>Basilis anceps</i>	3	37.50
<i>Basilis anceps</i> + <i>Basilis hughscotti</i>	2	25.00
<i>Basilis hughscotti</i>	1	12.50
<i>Basilis plaumanni</i>	1	12.50
<i>Basilis sp2</i>	1	12.50

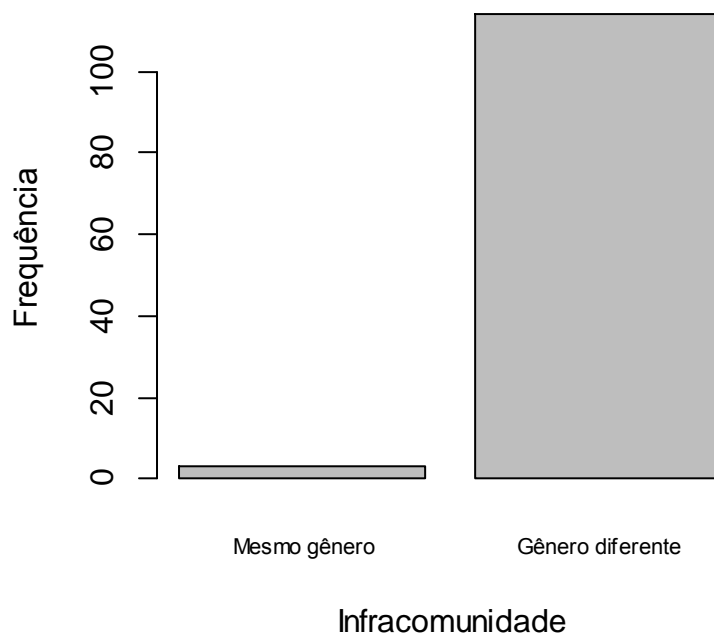
<b>Natalus stramineus (n. 1)</b>		
<i>Trichobius</i> sp. (grupo caecus)	1	100.00
<b>Phyllostomus discolor (n. 7)</b>		
<i>Trichobius costalimai</i>	3	42.86
<i>Strebla hertigi</i> + <i>Trichobius costalimai</i>	3	42.86
<i>Strebla hertigi</i> + <i>Trichobioides perspicillatus</i> + <i>Trichobius costalimai</i>	1	14.29
<b>Phyllostomus hastatus (n. 1)</b>		
<i>Trichobius longipes</i>	1	100.00
<b>Platyrrhinus lineatus (n. 54)</b>		
<i>Paratrachobius longicrus</i>	33	61.11
<i>Trichobius angulatus</i>	13	24.07
<i>Paratrachobius longicrus</i> + <i>Trichobius angulatus</i>	7	12.96
<i>Megistopoda aranea</i>	1	1.85
<b>Pteronotus parnelii (n. 7)</b>		
<i>Trichobius johnsonae</i>	4	57.14
<i>Nycterophyllia parnelii</i> + <i>Trichobius johnsonae</i>	3	42.86
<b>Sturnira lilium (n. 160)</b>		
<i>Megistopoda proxima</i>	72	45.00
<i>Aspidoptera falcata</i>	46	28.75
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	39	24.38
<i>Trichobius joblingi</i>	1	0.63
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda aranea</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	1	0.63
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i> + <i>Strebla carvalhoi</i>	1	0.63
<b>Sturnira tildae (n. 11)</b>		
<i>Megistopoda proxima</i>	4	36.36
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	3	27.27
<i>Aspidoptera falcata</i>	2	18.18
<i>Trichobius joblingi</i>	1	9.09
<i>Basilisa</i> sp1 + <i>Megistopoda proxima</i>	1	9.09



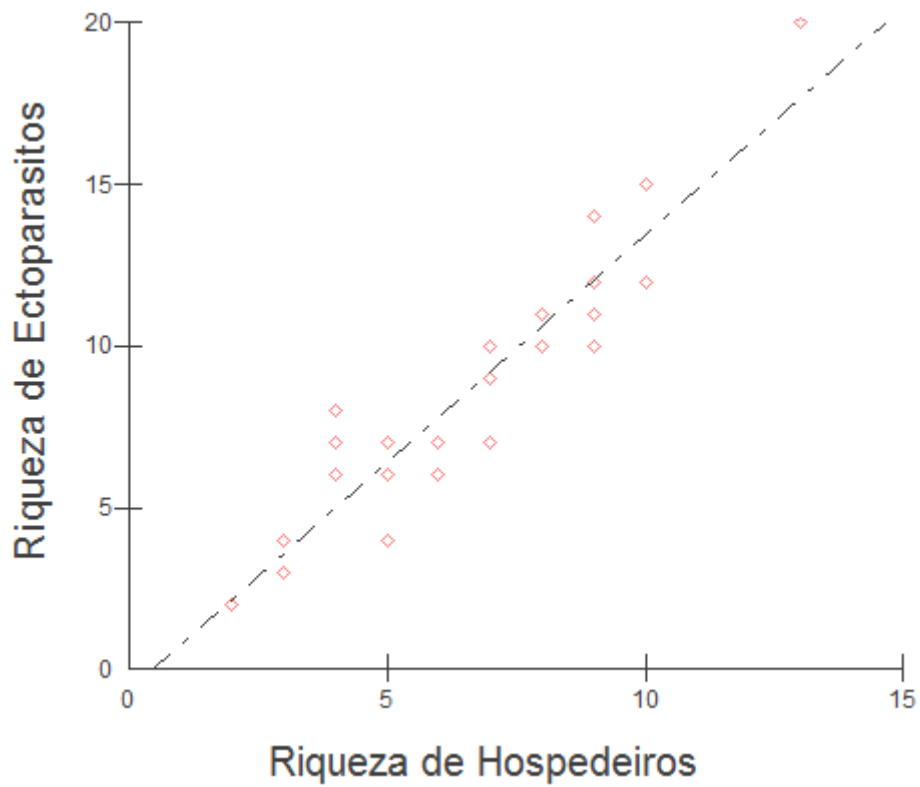
**Figura 1.1.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília, AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado, e ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas.



**Figura 1.2.** Número de indivíduos de mosca por morcego em indivíduos registrados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF.



**Figura 1.3.** Frequência dos tipos de infracomunidades de Streblidae observadas em morcegos registrados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Brasília, DF.



**Figura 1.4.** Regressão linear simples entre valores de Riqueza de Hospedeiros e Riqueza de Ectoparasitos em cada ponto de coleta do presente estudo. ( $F = 147,6057$ ;  $R^2 = 0,8644$ ;  $p < 0,0001$ ).



## **CAPÍTULO II**

**Efeito de diluição e a relação entre alteração de habitat e infestação de moscas  
ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera)  
em uma savana neotropical**

**Efeito de diluição e a relação entre alteração de habitat e infestação de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em uma savana neotropical**

**RESUMO**

Estudos recentes indicam que as características do habitat podem interferir significativamente nas comunidades de parasitos e de hospedeiros. No entanto, são muito poucos os estudos que avaliam a relação entre as características do habitat e as comunidades de ectoparasitas em morcegos neotropicais. A principal causa da relação entre a degradação do habitat e as taxas parasitárias é o efeito de diluição. Nessa situação, devido a alteração do habitat, há uma mudança na riqueza e abundância dos hospedeiros, o que afetará os ectoparasitas de uma forma indireta. No Cerrado há um elevado nível de substituição dos ambientes naturais por outros antropogênicos para a agricultura, pastagem e urbanização. Portanto, neste estudo analiso se há realmente uma relação entre o tipo de habitats, alterado e não alterado, e as taxas parasitárias dos morcegos que ocorrem em três áreas do Distrito Federal. As análises foram feitas por meio de testes de Qui-quadrado para a prevalência, e por GLM para a intensidade de infestação para seis associações parasito-hospedeiro. Observei que há uma relação entre o tipo de habitat e as taxas de infestação para quatro das seis associações estudadas, as taxas parasitárias foram menores nas áreas alteradas. O resultado encontrado é decorrente, provavelmente, do efeito de diluição, uma vez que as áreas degradadas apresentam maior diversidade e abundância de morcegos. Nesse estudo percebo que a diferença nas respostas entre as diferentes espécies de morcegos estudadas sugere que as relações entre tipo de habitat e infestação de ectoparasitas em morcegos se baseia nas relações específicas parasito-hospedeiro, não sendo possível traçar um padrão geral entre a degradação ambiental e o nível de ectoparasitismo.

**Palavras-chave:**

Abundância de morcegos, Brasil, *Carollia perspicillata*, Cerrado, Degradação ambiental.

## **ABSTRACT**

Recent studies show that habitat characteristics can significantly influence parasite-host relationship. However, few studies have evaluated the relationship between habitat type and ectoparasites communities in Neotropical bats. The main factor driving the relationship between habitat degradation and parasitism rates is the 'dilution effect', a consequence of higher abundance of hosts, which will have indirect effects on ectoparasites. In Brazilian Cerrado, there is a high degree of substitution of natural environments for agriculture, grazing and urbanization. Therefore, this study analyzes whether there is a relationship between the type of habitats, altered or not, and the parasitic rates in three areas of Distrito Federal, Brazil. Analyses were performed by chi-square test for the prevalence, and GLM for the intensity of infestation to six host-parasite associations. I found a relation between the type of habitat and the infestation rates in four of the six associations I studied, in which parasitic rates were lower in disturbed areas. This finding is probably due to the dilution effect, since the degraded areas have greater diversity and abundance of bats. Also, the difference in responses among the species suggests that the relation between habitat and ectoparasites is species-specific, and it is not possible to draw a general pattern between environmental degradation and the level of ectoparasitism.

### **Keywords:**

Abundance of bats, Brazil, *Carollia perspicillata*, Cerrado, Environmental degradation.

## INTRODUÇÃO

A fragmentação e degradação do habitat podem causar diferentes consequências para a biodiversidade (Caughley 1994, Willig et al. 2007, Mhora e McPeck 2009). Para morcegos, é esperado que em áreas degradadas ocorra uma mudança na abundância das espécies, com um aumento de espécies comuns e adaptadas ao ambiente antropizado, em detrimento de espécies mais sensíveis (Willig et al. 2007). No Brasil, as espécies frugívoras *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium*, *Platyrrhinus lineatus* e *Artibeus lituratus* são mais abundantes em áreas degradadas (Brobowiec e Gribel 2010), uma vez que se beneficiam da maior quantidade de recursos fornecida em áreas antropizadas (Fleming 1988, Willig et al. 2007).

Alguns autores sugerem que a degradação do habitat aumenta as taxas parasitárias, uma vez que pode haver perda de habitat e maior estresse, além de uma maior concentração dos hospedeiros, facilitando a transmissão de parasitas (Mhora e McPeck 2009). No entanto, para espécies adaptadas ao ambiente antropizado, o efeito da degradação pode ser o oposto, uma vez que o maior número de indivíduos destas espécies pode levar a menores taxas parasitárias por meio do efeito de diluição (Krasnov et al. 2007).

O termo “efeito de diluição” foi utilizado primeiramente para descrever a redução na prevalência de doenças como consequência do aumento da diversidade de hospedeiros (Ostefeld e Keesing 2000). Já para espécies de parasitos especialistas, o efeito de diluição ocorre com o aumento no número de hospedeiros (Arneberg et al. 1998, Krasnov et al. 2007), uma vez que a população de parasitos está mais distribuída (Renwick e Lambin 2013), levando a uma menor prevalência (Fig. 2.1). Pilosof et al. (2012) mostraram que o nível de distúrbio ambiental é um importante fator determinante no número de moscas ectoparasitas, sendo a influência do aumento da abundância de hospedeiros observada também na intensidade de infestação. Isso significa que as diferenças observadas nas taxas de ectoparasitas de animais que vivem em áreas conservadas e em áreas degradadas deveriam ser resultantes do efeito indireto de alterações no habitat e da resposta do hospedeiro a essas alterações.

Além disso, as características e qualidade do abrigo podem influenciar diretamente nas taxas de reprodução e sobrevivência dos ectoparasitos (Patterson et al. 2007), levando a menores valores de prevalência e intensidade de infestação em áreas degradadas como consequência direta da alteração do habitat nas populações de moscas.

Esta significativa interferência das características ambientais nas comunidades de parasitos e de hospedeiros tem sido indicada por meio dos estudos recentes (Krasnov et al. 2007, Pilosof et al. 2012, Saldaña-Vazquez et al. 2012, Linardi e Krasnov 2013, Renwick e Lambin 2013). Para mamíferos, contudo, esse conhecimento é baseado principalmente em estudos com endoparasitos (Pilosof et al. 2012) e existem ainda poucos estudos que avaliam a relação entre as características do habitat e as comunidades de ectoparasitos em morcegos ou que avaliem a influência do número de hospedeiros nessa relação (e.g. Pilosof et al. 2012, Saldaña-Vazquez et al. 2012).

No Brasil, são registradas 70 espécies de Streblidae e 28 de Nycteribiidae (Graciolli et al. 2007, 2008, Graciolli e Azevedo 2011). Essas duas famílias de dípteros são ectoparasitas exclusivos de morcegos, representadas por indivíduos que medem até cerca de 5mm, sendo os adultos hematófagos obrigatórios (Marshall 1982). Nesses dípteros, após o desenvolvimento larval na câmara genital, a fêmea deixa o hospedeiro para depositar a pré-pupa nas paredes do abrigo (Dick e Patterson 2007).

O empupamento da larva ocorre logo após à saída da câmara genital (Bequart 1940) e, assim que o adulto eclode, é necessário buscar um hospedeiro (Dick e Patterson 2007), portanto o tipo de abrigo e o comportamento dos morcegos dentro do abrigo podem influenciar as taxas parasitárias (Patterson et al. 2007). Além disso, fatores como a fisiologia do hospedeiro e características dos morcegos, como idade, sexo e tamanho, podem exercer influência direta sobre o número de parasitos (Patterson et al. 2008a,b, Presley e Willig 2008).

Os ectoparasitos podem afetar significativamente a saúde e a dinâmica populacional dos hospedeiros, exercendo importante pressão seletiva sobre eles (Lehmann 1993). Alguns estudos indicam que as moscas ectoparasitas de morcegos podem carregar agentes de doença, como *Bartonella* spp. (Morse et al. 2012), e que ocorre uma relação positiva entre a riqueza de ectoparasitos e de vírus em morcegos (Gay et al. 2014). Dessa forma é importante a investigação da relação entre distúrbios ambientais e a comunidade de ectoparasitos.

O Cerrado brasileiro é formado por uma grande variedade de fitofisionomias, que incluem formações florestais e savânicas (Coutinho 1978). Apesar de apresentar alta diversidade e endemismo de espécies (Myers et al. 2000), há no Cerrado um elevado nível de substituição de ambientes naturais para agricultura e pastagem, além da urbanização (Klink e

Machado 2005). Nesse bioma, morcegos correspondem ao maior número de mamíferos (Aguiar e Zortéa 2008) e não se sabe se são ou não afetados pela alteração de habitats. Por isso, é essencial compreendermos de que forma esses animais são afetados frente ao processo de degradação que ocorre no Cerrado.

Deste modo, vou verificar se há uma relação entre a comunidade de ectoparasitas e o tipo de habitat em que seus hospedeiros foram capturados. Para verificar se esta relação ocorre, analisarei as diferenças nas taxas de prevalência e intensidade média de infestação de moscas ectoparasitas e sua associação com morcegos capturados dentro e fora de áreas protegidas, consideradas, respectivamente, áreas conservadas e degradadas..

Testarei a seguinte hipótese: ocorrem menores índices de prevalência e intensidade de infestação em áreas degradadas, uma vez que nessas áreas é provável que morcegos mais adaptados ao ambiente antropizado ocorram com maior abundância (Bobrowiec e Gribel 2010). Portanto, como consequência do efeito de diluição (Krasnov et al. 2007, Pulosof et al. 2012), a comunidade de ectoparasitos deve estar mais distribuída pelo maior número de hospedeiros existentes nessas áreas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Área de estudo*

O presente estudo foi realizado no Distrito Federal, região central do Brasil, no domínio vegetacional do Cerrado. O clima local é típico de Cerrado, com duas estações bem definidas, sendo a estação chuvosa entre outubro e abril, e a seca entre maio e setembro. Esse tipo de clima é classificado como Savana Tropical (Aw) na classificação de Koppen (CODEPLAN 1984).

As coletas dos ectoparasitas foram realizadas em morcegos presentes em áreas de cerrado *sensu stricto* das três principais áreas de conservação do Distrito Federal: o Parque Nacional de Brasília (PNB) (42.389 ha; 15°41'42"S; 48°08'10"W), a APA Gama-Cabeça de Veado (AGCV) (25.000 ha; 15°52'29"S; 47°50'48"W) e a Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE) (10.547 ha, 15°36'32"S; 47°33'03"W) (Fig. 2.2).

As áreas apresentam vegetações típicas de Cerrado, com diversas fitofisionomias, como campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Entre a vegetação, se

destacam espécies como *Caryocar brasiliense*, *Styrax ferrugineus*, *Piper aduncum*, *Bauhinia* sp., *Inga* sp., *Qualea* sp., entre outros (Felfili et al. 1994).

No entanto, no entorno das Unidades de Conservação há uma constante e alta pressão antropogênica tendo a vegetação natural sido suprimida, principalmente para uso agrícola ou assentamentos urbanos (Soares 2007).

#### *Coleta de dados*

Os ectoparasitos foram coletados em 96 sessões de capturas de morcegos, realizadas entre abril de 2012 e agosto de 2013. Foram estabelecidos oito sítios amostrais em cada Unidade de Conservação. Assumi *a priori* que os quatro sítios de captura localizados dentro da área da reserva seriam considerados áreas não alteradas por serem protegidas na legislação. Já os quatro sítios no entorno das UC's seriam considerados as áreas alteradas, por que não teriam as mesmas restrições para alteração de habitat. Os sítios distam pelo menos 3,5km entre si, assegurando a independência de cada local. Além disso, nenhum dos morcegos foi recapturado em local diferente da captura original. Em cada sítio, foram utilizadas dez redes de neblina (12 x 2,5m), armadas ao por do sol e permanecendo abertas por seis horas. As redes foram posicionadas em locais de provável ocorrência de quirópteros, tais como trilhas, clareiras e locais próximos a vegetação em floração ou frutificação e corpos d'água.

Os morcegos capturados foram identificados em campo pelos critérios de Vizotto e Taddei (1973), Lim e Engstrom (2001), Gardner (2008) e Diaz et al. (2011), e acondicionados em sacos de tecido numerados, sendo os ectoparasitas encontrados em cada indivíduo retirados com o auxílio de pinças e colocados em potes Ependorf® numerados contendo álcool 70%. Os ectoparasitas coletados foram identificados em estereomicroscópio (Motic K-series) com base em chaves de identificação especializadas (Guerrero 1993, 1994a,b, 1995a,b, 1996). A confirmação das espécies identificadas foi feita com o auxílio do Prof. Dr. Gustavo Gracioli da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

#### *Análise dos dados*

Para verificar se existe relação entre as diferentes associações parasito-hospedeiro e os habitats em que os morcegos foram capturados, foram calculadas as taxas de prevalência

(porcentagem de morcegos infestados por número de morcegos examinados) e de intensidade média de infestação (número de ectoparasitas por morcego infestado) (Bush et al. 1997) para as espécies de morcegos com mais de 30 indivíduos parasitados.

Para testar se há diferença estatística na prevalência entre os sítios localizados dentro e fora de áreas de conservação, foi realizado um teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (*correção de Yates*), comparando o número de indivíduos infestados entre os dois locais no software BioEstat 5.3. Para verificar a diferença nas taxas de infestação, foi realizado um Modelo Linear Generalizado (GLM), sendo o número de parasitas a variável dependente e a localidade a variável explanatória, no software R i368 3.0.1. Foi assumido um nível de significância  $p < 0,05$  em ambos testes.

## RESULTADOS

Do total de morcegos capturados, foram analisadas seis espécies e sua associação com seus ectoparasitos primários com abundância relativa maior que 20%. Para os valores de prevalência, apenas a associação entre o morcego *C. perspicillata* e a mosca *Trichobius joblingi* apresentou diferença significativa, sendo maior nos sítios localizados dentro de área de conservação ( $p < 0,0001$ ) (Tabela 2.1). Já os valores de intensidade média de infestação foram significativamente maiores em áreas conservadas para as associações entre o morcego *A. lituratus* e o parasita *Paratrichobius longicrus* ( $p = 0,0224$ ), *P. lineatus* e a mosca *Trichobius angulatus* ( $p = 0,0229$ ), e o morcego *Artibeus planirostris* e o estreblídeo *Megistopoda aranea* ( $p < 0,001$ ), além de *C. perspicillata* e *T. joblingi* ( $p < 0,001$ ) (Tabelas 2.1 e 2.2, Fig. 2.3). Todas as seis espécies hospedeiras analisadas foram mais abundantes nos sítios localizados fora da unidade de conservação (área degradada) do que dentro (área preservada) (Fig. 2.4).

## DISCUSSÃO

Avaliei a relação entre a infestação de morcegos por moscas ectoparasitas e os tipos de habitat dos hospedeiros (alterados e não alterados) no Cerrado do Brasil Central. Os resultados mostram que ocorre uma relação entre o tipo de habitat e as taxas de intensidade de infestação em quatro das seis espécies de morcegos estudadas, enquanto a prevalência só foi diferente em uma associação parasito-hospedeiro. Dessa forma, aceito a hipótese de que a



intensidade de infestação é menor em áreas degradadas. Esta diferença ocorre provavelmente em decorrência do efeito de diluição, uma vez que essas áreas possuem maior número de hospedeiros, ou pela influência direta da pior qualidade do habitat nos ectoparasitos. Além disso, observei que as taxas parasitárias são influenciadas também pela espécie de morcego estudada, e as análises devem ser feitas para cada associação parasito-hospedeiro individualmente, como já sugerido em outros estudos (Pilosof et al. 2012).

Nas associações parasito-hospedeiro estudadas apenas *C. perspicillata* + *T. joblingi* apresentou diferença significativa na prevalência entre as localidades, sendo os morcegos capturados nas áreas degradadas menos parasitados do que os capturados nas áreas protegidas. A menor prevalência no morcego *C. perspicillata* parece ter sido causada principalmente pelo efeito de diluição, uma vez que esta foi a espécie mais abundante em áreas degradadas, sendo representada por 343 indivíduos, contra os 179 amostrados em locais preservados. O número semelhante de indivíduos infestados em ambas as localidades (degradado-86, preservado-89) (Fig. 2.5) suporta a ideia de que a população de *T. joblingi* está mais diluída pelo maior número de hospedeiros. O efeito de diluição já foi observado para diferentes grupos de mamíferos, como a infestação de carrapatos em roedores na Escócia, em que houve uma relação inversa entre abundância e prevalência (Renwick e Lambin 2013).

A relação entre a degradação e as taxas de parasitismo da população de *C. perspicillata* observada no presente estudo é o oposto da registrada na Venezuela, em que a maior antropização causou aumento nas taxas de infestação (Pilosof et al. 2012). É provável que a menor prevalência e intensidade de infestação em *C. perspicillata* em áreas degradadas seja influência, além do efeito de diluição, da maior disponibilidade de recursos, uma vez que essa espécie se alimenta de flores e frutas de plantas pioneiras (Fleming 1988, Cloutier e Thomas 1992), mais disponíveis em ambientes perturbados.

A diminuição das taxas parasitárias com o aumento da degradação também foi registrada nos morcegos *Pteronotus parnellii* e *Artibeus planirostris* na Venezuela (Pilosof et al. 2012). No presente estudo, também observei uma relação inversa entre os níveis de degradação e as taxas de intensidade de infestação em *A. planirostris*, sendo esse efeito percebido apenas no parasitismo por *M. aranea* ( $p < 0,001$ ). Não observei relação entre a degradação do habitat e a intensidade de infestação por *Aspidoptera phyllostomatis* ( $p = 0,064$ )

ou nas prevalências de ambas espécies ( $p=0,719$  para *M. aranea*, e  $p=0,554$  para *A. phyllostomatis*). Apesar dos resultados observados para a Venezuela serem para todas as espécies de parasitas específicos de *A. planirostris* (Pilosof et al. 2012), os resultados indicam que a relação entre alteração do habitat e as taxas parasitárias é diferente para cada espécie de mosca, e assim os dados devem ser analisados separadamente. Um aumento na taxa média de infestação nas populações localizadas dentro de áreas de conservação também foi observado para *A. lituratus* e *P. lineatus*, parasitados respectivamente por *Paratrichobius longicrus* e *Trichobius angulatus*. É possível que a maior abundância dessas espécies em áreas degradadas tenha causado um efeito de diluição, diminuindo relativamente o número de ectoparasitos, semelhante ao observado para as demais espécies. Esse efeito é particularmente percebido para *A. lituratus*, uma vez que o número de indivíduos parasitados dentro e fora de Unidades de Conservação é semelhante (Fig. 2.5).

Além do número de hospedeiros, outro fator que pode ter levado a menores valores de prevalência e intensidade de infestação em áreas degradadas é a influência direta da qualidade do habitat sobre as moscas ectoparasitas. Como as características do abrigo podem influenciar diretamente nas taxas de reprodução e sobrevivência dos ectoparasitos (Patterson et al. 2007), habitats com menor qualidade ambiental podem dificultar o sucesso destes animais, diminuindo o parasitismo nos morcegos.

Os morcegos *G. soricina* e *S. liliium* não apresentaram diferenças nas taxas de parasitismo entre áreas conservadas e degradadas. *Glossophaga soricina*, o único nectarívoro analisado no presente estudo, foi a única espécie que apresentou um pequeno aumento na taxa média de infestação (0,02 moscas/hospedeiro) em populações localizadas em áreas degradadas. No entanto, a diferença não foi significativa, o que sugere que a área pode ser percebida pela espécie como um contínuo.

Em relação a *S. liliium*, a ausência de diferença no parasitismo da espécie entre áreas degradadas e conservadas pode ter sido facilitada pela baixa fidelidade ao abrigo e pelo modo solitário com que se abriga (Fenton et al. 2010). Em estudos com *Sturnira ludovici* no México, Saldaña-Vázquez et al. (2012) também não observaram diferenças entre a infestação por moscas entre áreas de floresta e de plantação de café. Entre os fatores, a baixa fidelidade que

a espécie apresenta ao abrigo e o modo como se abrigam, solitários ou em pares, dificultam a transmissão de moscas (Saldaña-Varquez et al. 2012).

A diferença nas respostas entre as diferentes espécies estudadas sugere que o estudo acerca das relações entre tipo de habitat e infestação de ectoparasitas em morcegos deve ser feito com base nas relações parasito-hospedeiro, não sendo possível traçar um padrão geral de relação entre degradação ambiental e ectoparasitismo. Além disso, uma vez que pode ocorrer uma relação positiva entre as taxas de ectoparasitas e de vírus em morcegos (Gay et al. 2014), a avaliação sobre a relação entre o habitat e as taxas de parasitismo é de extrema importância para o conhecimento da ecologia dos morcegos, com possíveis impactos para a saúde pública.

**Tabela 2.1.** Espécies de morcegos e de moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre 04/12 e 08/13, com os respectivos número total de morcegos (Nt), número de morcegos infestados (Ni), porcentagem de morcegos infestados (Pi), número total de ectoparasitas (N) e abundância relativa de ectoparasitas em cada espécie de morcego (AR). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).

Espécie de morcego	Nt	Ni	Pi (%)	Espécie de ectoparasita	N	AR (%)
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>						
<b>Glossophaginae</b>						
<i>Glossophaga soricina</i>	146	36	24,66	<i>Trichobius uniformis*</i>	39	67,24
				<i>Megistopoda proxima</i>	6	10,34
				<i>Aspidoptera falcata</i>	5	8,62
				<i>Strebla curvata</i>	3	5,17
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	2	3,45
				<i>Trichobius dugesii</i>	1	1,72
				<i>Trichobius johnsonae</i>	1	1,72
				<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	1,72
<b>Caroliinae</b>						
<i>Carollia perspicillata</i>	518	185	35,71	<i>Trichobius joblingi*</i>	402	92,20
				<i>Strebla guajiro</i>	24	5,50
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	4	0,92
				<i>Aspidoptera falcata</i>	1	0,23
				<i>Megistopoda proxima</i>	1	0,23
				<i>Speiseria ambigua</i>	1	0,23
				<i>Trichobius sp.</i>	1	0,23
				<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	0,23
				<i>Trichobius tiptoni</i>	1	0,23
<b>Stenodermatinae</b>						
<i>Artibeus lituratus</i>	457	175	38,29	<i>Paratrichobius longicrus*</i>	336	92,31
				<i>Aspidoptera falcata</i>	10	2,75
				<i>Trichobius costalimai</i>	6	1,65
				<i>Megistopoda proxima</i>	5	1,37
				<i>Trichobius angulatus</i>	5	1,37
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0,27
				<i>Trichobioides perspicillatus</i>	1	0,27
				<i>Artibeus planirostris</i>	183	60
<i>Artibeus planirostris</i>	183	60	32,79	<i>Aspidoptera phyllostomatis*</i>	29	26,13
				<i>Trichobius joblingi</i>	6	5,41
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	5	4,50
				<i>Aspidoptera falcata</i>	2	1,80
				<i>Trichobius tiptoni</i>	2	1,80
				<i>Megistopoda proxima</i>	1	0,90
				<i>Platyrrhinus lineatus</i>	189	54
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	189	54	28,57	<i>Trichobius angulatus*</i>	29	31,18

<i>Sturnira lilium</i>	368	165	44,84	<i>Megistopoda aranea</i>	1	1,08
				<i>Megistopoda proxima</i> *	202	53,72
				<i>Aspidoptera falcata</i> *	165	43,88
				NI (destruído)	6	1,60
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0,27
				<i>Strebla carvalhoi</i>	1	0,27
				<i>Trichobius joblingi</i>	1	0,27

\* Espécies utilizadas para análise

**Tabela 2.1.** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações hospedeiro-parasita estudadas entre 04/12 e 08/13, dentro e fora de Unidades de Conservação do Distrito Federal, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p).

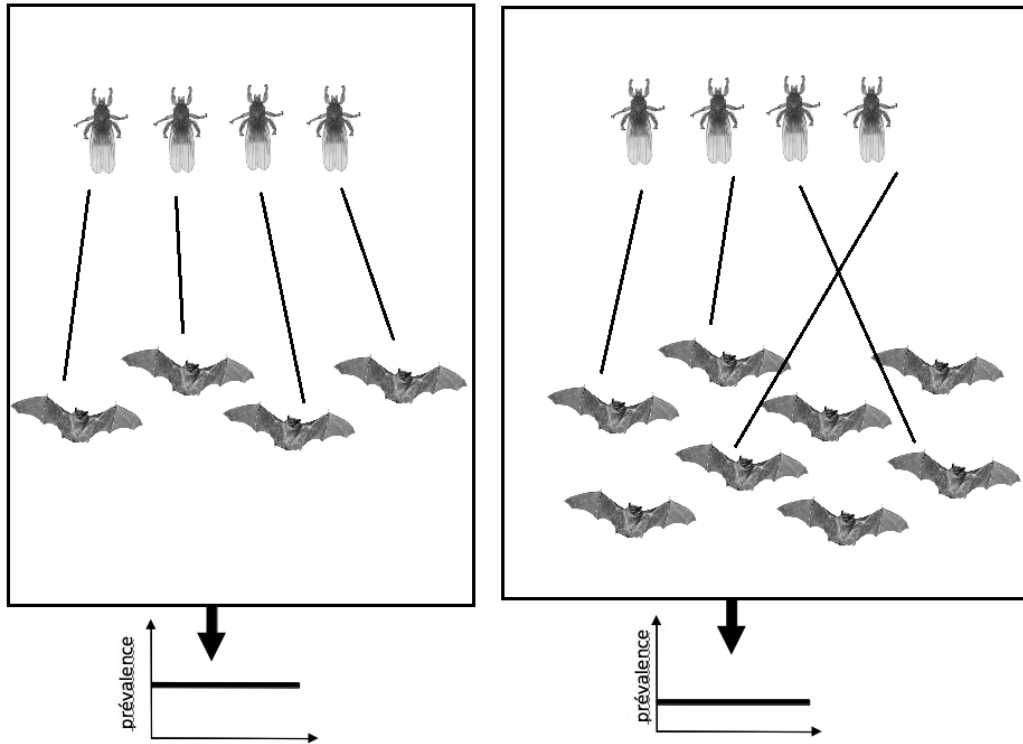
Espécie de morcego	Prevalência			Intensidade			
	Espécie de mosca	Dentro	Fora	P	Dentro	Fora	p
<b><i>Artibeus lituratus</i></b>							
	<i>Paratrachobius longicrus</i>	38,50	34,63		2,23 (1,69)	1,74 (1,19)	*
<b><i>Glossophaga soricina</i></b>							
	<i>Trichobius uniformis</i>	21,54	19,75		1,29 (0,73)	1,31 (0,79)	
<b><i>Carollia perspicillata</i></b>							
	<i>Trichobius joblingi</i>	49,72	25,07	***	2,66 (2,04)	1,78 (1,07)	***
<b><i>Platyrrhinus lineatus</i></b>							
	<i>Paratrachobius longicrus</i>	70,00	70,21		1,86 (1,46)	1,52 (0,87)	
	<i>Trichobius angulatus</i>	50,00	31,91		2,20 (2,17)	1,20 (0,41)	*
<b><i>Sturnira lilium</i></b>							
	<i>Megistopoda proxima</i>	34,88	29,23		2,10 (1,24)	1,67 (1,03)	
	<i>Aspidoptera falcata</i>	26,74	22,54		1,91 (1,44)	1,89 (1,96)	
<b><i>Artibeus planirostris</i></b>							
	<i>Megistopoda aranea</i>	18,92	21,62		2,86 (3,08)	1,44 (0,80)	***
	<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	13,51	10,14		1,60 (0,89)	1,40 (0,63)	

\*p<0,05; \*\*\*p<0,01; \*\*\*\*p<0,001

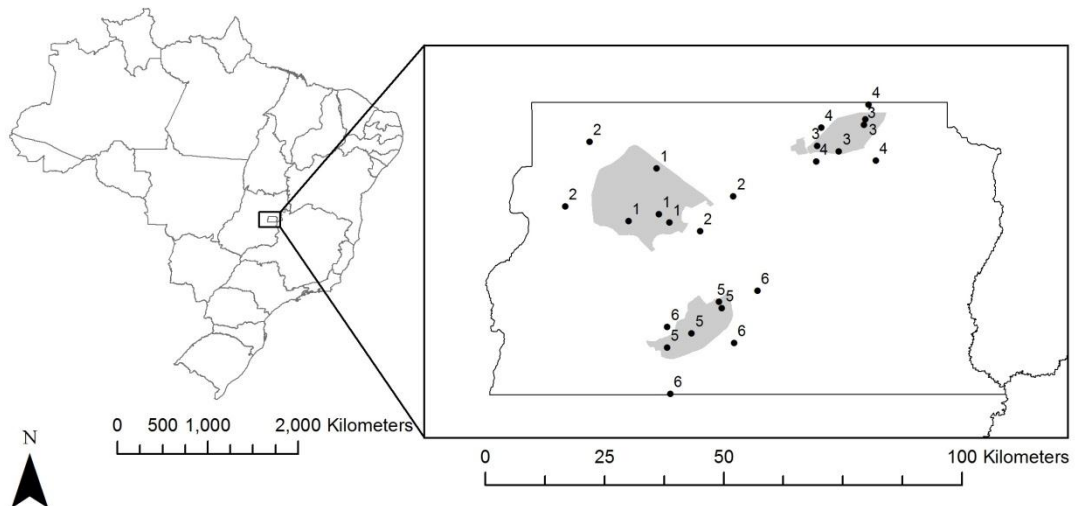
**Tabela 2.3.** Parâmetros estimados para o modelo de influência da degradação do habitat usando modelo linear generalizado (GLM), para morcegos e seus ectoparasitas capturados entre abril/12 e agosto/13 em áreas de Cerrado de Brasília, DF.

<b>Associação parasito-hospedeiro</b>	<b>Estimate</b>	<b>SE</b>	<b>z value</b>	<b>Pr(&gt; z )</b>	<b>p</b>
<i>A. lituratus</i> e <i>P. longicrus</i>	-0.2529	0.1108	-2.284	0.0224	*
<i>G. soricina</i> e <i>T. uniformis</i>	-0.0690	0.3212	-0.215	0.8300	
<i>C. perspicillata</i> e <i>T. joblingi</i>	-0.4594	0.1037	-4.429	0.0000	***
<i>P. lineatus</i> e <i>T. angulatus</i>	-0.8708	0.3827	-2.275	0.0229	*
<i>P. lineatus</i> e <i>P. longicrus</i>	-0.0162	0.3113	-0.052	0.9580	
<i>S. liliium</i> e <i>M. proxima</i>	-0.0312	0.1760	-0.177	0.8590	
<i>S. liliium</i> e <i>A. falcata</i>	-0.0312	0.1760	-0.177	0.8590	
<i>A. planirostris</i> e <i>M. aranea</i>	-0.9017	0.2678	-3.367	0.0008	***
<i>A. planirostris</i> e <i>A. phyllostomatis</i>	-0.7695	0.4155	-1.852	0.0640	

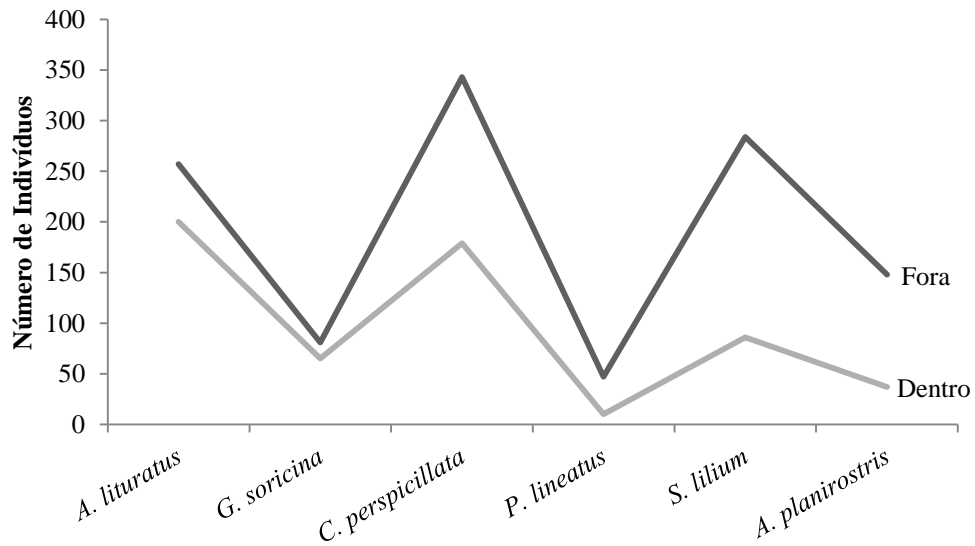
\*p<0,05; \*\*\*p<0,01; \*\*\*\*p<0,001



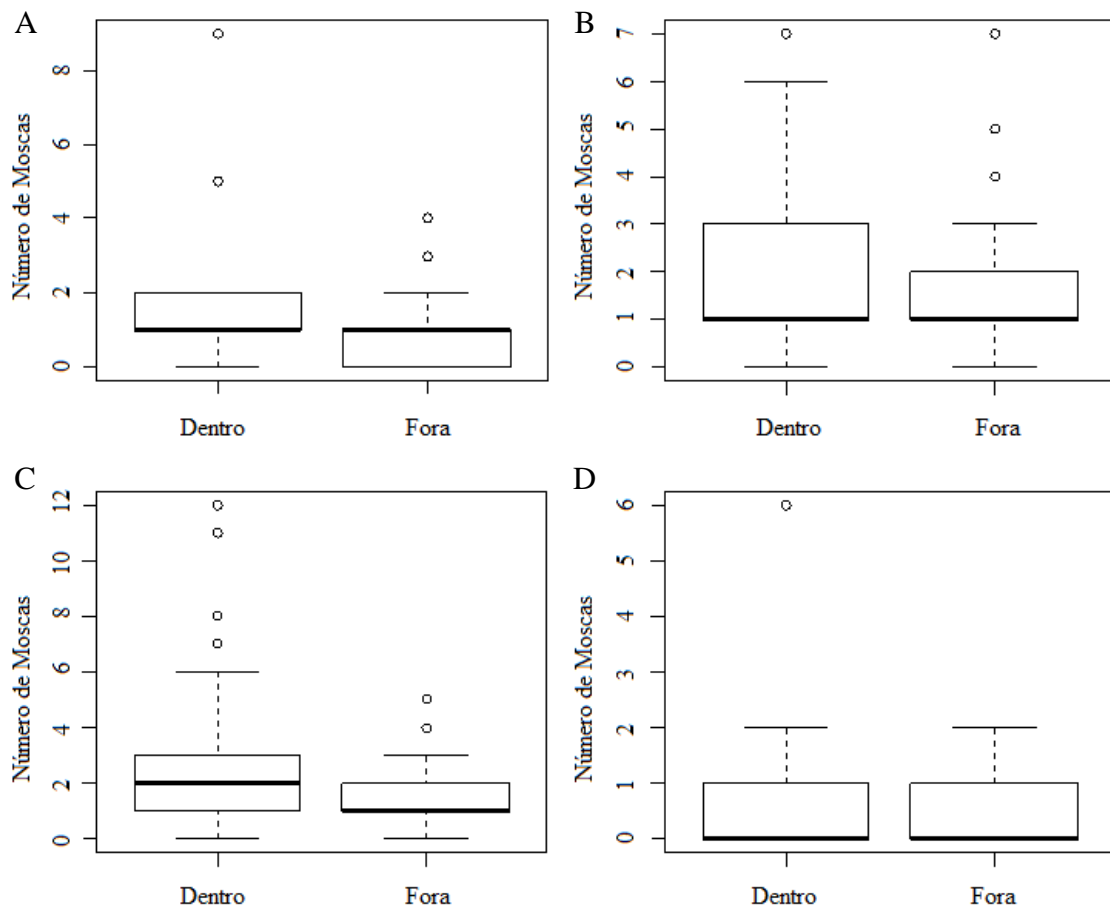
**Figura 2.1.** Influência do número de hospedeiros nos valores de prevalência, como resultado do Efeito de Diluição. (Adaptado de Roche e Teyssèdre 2011).



**Figura 2.2.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília (Dentro [1] e Fora [2]), ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas (Dentro [3] e Fora [4]), e AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado (Dentro [5] e Fora [6]).



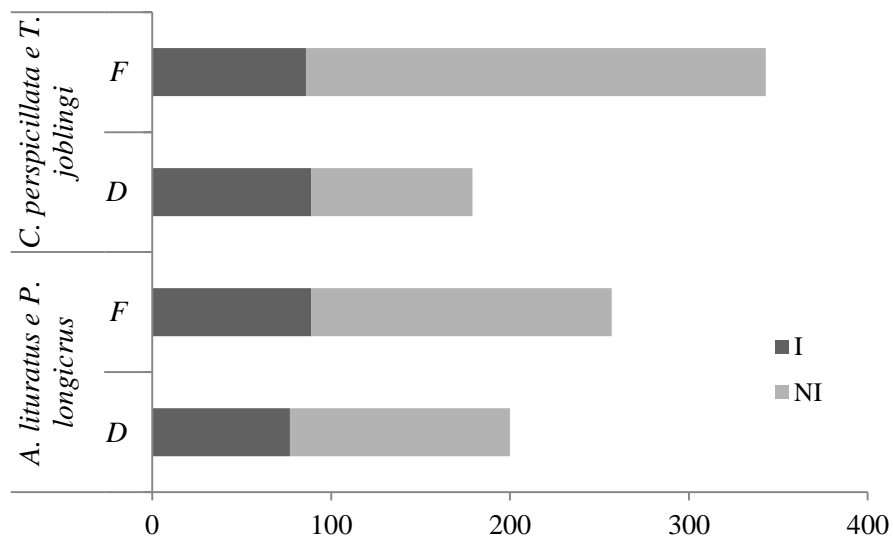
**Figura 2.3.** Total de indivíduos de morcegos capturados entre 04/12 e 08/13 dentro (área preservada) e fora (área alterada) de Unidades de Conservação no Distrito Federal, Brasil.



**Figura 2.4.** Valores de Intensidade Média de Infestação em sítios localizados em área não alterada (Dentro da área protegida) e em área alterada (Fora da área protegida) em áreas de



Cerrado do Brasil central, com capturas realizadas entre abril/12 e agosto/13, para as associações entre (A) *Artibeus planirostris* e *Megistopoda aranea*, (B) *Artibeus lituratus* e *Paratrichobius longicrus*, (C) *Carollia perspicillata* e *Trichobius joblingi*, e (D) *Platyrrhinus lineatus* e *Trichobius angulatus*.



**Figura 2.5.** Quantidade de indivíduos de *Carollia perspicillata* e *Artibeus lituratus* infestados (I) respectivamente por *Trichobius joblingi* e *Paratrichobius longicrus* e não infestados (NI) em áreas localizadas dentro (D) e fora (F) de Unidades de Conservação do Distrito Federal, Brasil, capturados entre 04/12 e 08/13.

### **CAPÍTULO III**

**A influência do sexo e idade dos morcegos neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae) na  
infestação por moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae)**

## **A influência do sexo e idade dos morcegos neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae) na infestação por moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae)**

### **RESUMO**

Apesar do elevado conhecimento relativo à influência da ecologia dos morcegos na especificidade de ectoparasitas, pouco se sabe sobre a variação intraespecífica nos padrões de parasitismo, e que fatores levam a essa variação. Deste modo, o objetivo deste estudo é descrever a variação intraespecífica na infestação de moscas ectoparasitas em morcegos frugívoros no Cerrado do Brasil central, avaliando a influência do sexo e da idade dos morcegos hospedeiros nas taxas parasitárias. As coletas de ectoparasitas de morcegos foram realizadas em três áreas protegidas, totalizando 96 sessões de captura. Para avaliar a influência de cada fator na prevalência, foram realizados testes de Qui-quadrado com correção de continuidade. A influência do sexo, da idade e da interação entre ambos na intensidade de infestação foi calculada por um Modelo Linear Generalizado (GLM) para cada associação parasito-hospedeiro. Foi observado que as fêmeas apresentaram maiores taxas de infestação que os machos, provavelmente pela menor atividade de autolimpeza durante o período de lactação e pela formação de colônias-berçário nesse período, o que propicia a reprodução e sobrevivência dos ectoparasitas. Em relação à idade, os testes não foram conclusivos, sendo apenas duas das associações influenciadas por esse fator, com resultados diferentes para cada uma delas. A captura de indivíduos dentro dos abrigos pode ajudar a elucidar de que forma a idade influencia nas taxas parasitárias, uma vez que os indivíduos jovens permanecem mais tempo nos abrigos. Apesar disso, é possível concluir que o sexo exerce influência principalmente na prevalência, sendo as fêmeas mais parasitadas que os machos.

### **Palavras-chave:**

Artrópodes, Brasil, Cerrado, variação intraespecífica.

### **ABSTRACT**

Despite the high knowledge on the influence of bats' ecology in the specificity of ectoparasites, little is known about the intraspecific variation in parasitism patterns, and what factors lead to this variation. Thus, the aim of this study is to describe the intraspecific variation in bat flies

parasitism in phyllostomid bats in the Cerrado of Central Brazil, assessing the influence of sex and age of the host in parasitic rates. Ectoparasite collections were held in three protected areas, during 96 bat capture sessions. To evaluate the influence of each factor in the prevalence I performed chi-square test with continuity correction. The influence of sex and age in the intensity of infestation was accessed through a Generalized Linear Model (GLM) for each host-parasite association. I found that females had higher infestation rates than males, probably due to the reduction of autogrooming activity during lactation, and due to the formation nursery colonies in this period, which favours the reproduction and survival of ectoparasites. In regard to age, the tests were inconclusive, with only two of associations influenced by this factor, with different results each. The capture of individuals within the roosts may help to clarify how the age influences parasitic rates, since younger bats stay longer inside the roosts. Nevertheless, I conclude that sex is a key factor influencing prevalence, with females being more parasitized than males.

**Keywords:**

Arthropods, Brazil, Cerrado, intraspecific variation.

## INTRODUÇÃO

Os artrópodes ectoparasitas de morcegos, representados principalmente por insetos e ácaros (Marshall 1982), apresentam elevados níveis de especialização de nicho (Wenzel et al. 1966). Entre os mamíferos, os morcegos apresentam o maior número de ordens e famílias de artrópodes ectoparasitos exclusivos (Wenzel et al. 1966), sendo os insetos da ordem Diptera os mais abundantes em regiões neotropicais, representadas por espécies das famílias Streblidae e Nycteribiidae (Marshall 1982, Guerrero 1993).

Representada no Brasil por cerca de 70 espécies de 20 gêneros (Graciolli et al. 2008, Graciolli e Azevedo 2011), a família Streblidae apresenta uma grande variabilidade morfológica, podendo as asas serem normais, reduzidas ou ausentes, assim como os olhos, que podem ser pequenos ou ausentes (Whitaker Jr. 1988). Já a família Nycteribiidae é bastante especializada, apresentando um torax reduzido, com inserções dorsais das patas e cabeça, sendo as asas ausentes (Peterson e Wenzel 1987). Apesar de ser mais abundante no velho mundo, esta família tem 28 espécies de dois gêneros (*Basilisa* e *Herskovitzia*) registradas para o país (Graciolli et al. 2007, 2008).

A relação de especificidade entre espécies de morcegos e de ectoparasitas é bem estudada, sendo influenciada por características da espécie hospedeira, tais como tipo de abrigo e comportamento (Patterson et al. 2007). No entanto, pouco se sabe sobre a variação intraespecífica nos padrões de parasitismo, e que fatores levam a essa variação. Alguns autores sugerem que fatores como sexo, idade, tamanho e estágio reprodutivo do hospedeiro podem influenciar na abundância de moscas ectoparasitas (Patterson et al. 2008a,b, Esbérard et al. 2012).

Em mamíferos, foi verificado que há uma tendência de machos serem mais parasitados que fêmeas. Primeiro, porque machos geralmente têm maior área de vida, o que leva a uma maior exposição à infestação por ectoparasitos (Morand et al. 2004). Segundo, machos parecem ter menor imunocompetência (Folstad e Karter 1992, Krasnov et al. 2005). No entanto, em morcegos frugívoros, há uma tendência de dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores (Ralls 1976) e possivelmente apresentarem uma maior área de vida, tanto que foram mais parasitadas em estudos realizados no Chile, na Venezuela e no Paraguai (Muñoz et al. 2003, Patterson et al. 2008a, Presley e Willig 2008). Além disso, principalmente no período de

reprodução, ocorre em fêmeas uma redução de atividade de *grooming* (McLean e Speakman 1997), que é a principal causa de morte de ectoparasitos (Marshall 1982). Essa redução pode facilitar a sobrevivência das moscas em fêmeas, levando a uma maior infestação.

Com relação à idade, há um consenso que jovens são mais parasitados (Marshall 1981), assim como observado em *Carollia perspicillata*, morcego frugívoro comum em todo o território brasileiro (Esbérard et al. 2012). A maior susceptibilidade dos jovens pode ser por estes apresentarem menores atividades de autolimpeza (*grooming*) (Marshall 1981), por passarem mais tempo no abrigo ou por diferenças na espessura da epiderme, facilitando o parasitismo (Moura et al. 2003, Bertola et al. 2005, Esbérard et al. 2012).

No entanto, estudos indicam que a influência de cada fator (sexo, idade, estágio reprodutivo e tamanho) na abundância de ectoparasitas é diferente para cada sistema de hospedeiro-parasito, sendo necessários estudos específicos (Patterson et al. 2008a), uma vez que os resultados ainda não são claros para muitas espécies. O conhecimento dos efeitos das características do hospedeiro nas taxas de parasitismo é importante para a compreensão sobre as forças seletivas que moldam esse sistema (Presley e Willig 2008).

O parasitismo é um fator determinante, influenciando o fitness e moldando a história de vida da maior parte dos organismos (Clayton e Moore 1997). Deste modo, o objetivo do presente estudo é descrever a variação intraespecífica na infestação de morcegos frugívoros por moscas ectoparasitas em áreas do Cerrado do Brasil central. Para tanto, irei testar diferenças nas prevalências e intensidade de infestação entre os sexos e as idades.

Testarei as seguintes hipóteses: (i) fêmeas serão mais parasitadas, provavelmente por apresentarem maior tamanho e conseqüentemente, oferecerem maior área de vida ao ectoparasita e por apresentarem redução na atividade de limpeza, e (ii) morcegos jovens irão apresentar maiores taxas de parasitismo uma vez que apresentam menor capacidade de autolimpeza e passam a maior do tempo dentro do abrigo.

## **METODOLOGIA**

### *Área de estudo*

O presente estudo foi realizado no Distrito Federal, região central do Brasil, no domínio vegetacional do Cerrado. O clima local é típico de Cerrado, com duas estações bem definidas,

sendo a estação chuvosa entre outubro e abril, e a seca entre maio e setembro. Esse tipo de clima é classificado como Savana Tropical (Aw) na classificação de Koppen (CODEPLAN 1984).

Para ter uma boa representatividade da área, aumentando as chances de registro de diferentes espécies, as coletas dos ectoparasitas foram realizadas em morcegos presentes em áreas de cerrado *sensu stricto* das três principais áreas de conservação do Distrito Federal: o Parque Nacional de Brasília (PNB) (42.389 ha; 15°41'42"S; 48°08'10"W), a APA Gama-Cabeça de Veado (AGCV) (25.000 ha; 15°52'29"S; 47°50'48"W) e a Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE) (10.547 ha, 15°36'32"S; 47°33'03"W) (Fig. 3.1).

As áreas apresentam vegetações típicas de Cerrado, com diversas fitofisionomias, como campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Entre a vegetação, se destacam espécies como *Caryocar brasiliense*, *Styrax ferrugineus*, *Piper aduncum*, *Bauhinia* sp., *Inga* sp., *Qualea* sp., entre outros (Felfili et al. 1994).

#### *Coleta de dados*

Foram realizadas 96 sessões de capturas entre abril de 2012 e agosto de 2013. Foram estabelecidos oito sítios amostrais em cada unidade de conservação sendo quatro localizados dentro da área da reserva e quatro no seu entorno. Em cada sítio, foram utilizadas dez redes de neblina (12 x 2,5m), armadas ao por do sol e permanecendo abertas por seis horas. As redes foram posicionadas em locais de provável ocorrência de quirópteros, tais como trilhas, clareiras e locais próximos a vegetação em floração ou frutificação e corpos d'água.

Foram registrados os dados dos hospedeiros (espécie, horário de captura, sexo, estágio etário e reprodutivo), sendo esses indivíduos anilhados e soltos no mesmo local de captura. Um casal de cada espécie foi coletado como material testemunho, sendo depositados na Coleção do Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos da Universidade de Brasília.

Os ectoparasitos foram retirados com o auxílio de pinças, armazenados em álcool 70% e identificados em estereomicroscópio (Motic K-series) com base em chaves de identificação especializadas (Guerrero 1993, 1994a,b, 1995a,b, 1996). A confirmação das espécies

identificadas foi feita com o auxílio do Prof. Dr. Gustavo Gracioli da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

### *Análises estatísticas*

Para avaliar a variação intraespecífica de diferentes associações entre parasito e hospedeiro, foram calculadas a prevalência (porcentagem de morcegos infestados por número de morcegos examinados) e a intensidade de infestação (número de ectoparasitas por morcego infestado) (Bush et al. 1997) para as espécies de morcegos com mais de 30 indivíduos infestados por ectoparasitos específicos.

Para testar se há diferença estatística na prevalência entre os sexos e as classes etárias, foi realizado um teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (*correção de Yates*), uma vez que a variável é contínua, e não categórica, comparando o número de indivíduos parasitados entre machos e fêmeas e entre jovens e adultos no software BioEstat 5.3. Para verificar a influência do sexo, da idade e da interação entre os dois fatores nas taxas de intensidade de infestação, foi realizado um Modelo Linear Generalizado (GLM), sendo o número de parasitas a variável dependente, no software R i368 3.0.1, sendo assumido um nível de significância  $p < 0,05$  para todos os testes.

## **RESULTADOS**

Foram coletadas 1.438 moscas de 19 espécies, representantes de sete gêneros de Streblidae, parasitando seis espécies de morcegos da família Phyllostomidae. Para as análises de prevalência e intensidade de infestação, foram utilizados apenas as associações primárias, excluindo as ocorrências acidentais ou com abundância relativa menor que 20% (Tabela 3.1).

A prevalência foi relacionada com o sexo nas associações entre o morcego *C. perspicillata* e o parasito *Trichobius joblingi* ( $p=0,015$ ), o morcego *Sturnira lilium* e a mosca *Aspidoptera falcata* ( $p=0,002$ ), e na associação do morcego *Artibeus planirostris* com seus dois parasitos (*Megistopoda aranea* ( $p=0,003$ ) e *Aspidoptera phyllostomatis* ( $p=0,038$ )), sendo as fêmeas mais parasitadas (Tabela 3.2). Com relação à intensidade média de infestação, apenas a associação entre o morcego *A. planirostris* e a mosca *M. aranea* foi influenciada pelo sexo, sendo maior nas fêmeas ( $p=0.0298$ ) (Tabelas 3.2 e 2.4, Fig. 3.2).



A influência da idade na prevalência só foi significativa na associação entre morcegos da espécie *S. liliium* e o parasito *A. falcata*, sendo os adultos mais parasitados que os jovens ( $p=0,009$ ) (Tabela 3.3), enquanto a intensidade de infestação diferiu apenas na infestação do morcego *A. planirostris* por moscas da espécie *M. aranea*, maior nos jovens ( $p<0,001$ ) (Tabelas 3.3 e 3.4, Fig. 3.2). Nenhuma das associações estudadas foi influenciada significativamente pela interação entre sexo e idade.

## DISCUSSÃO

Observei que há uma relação entre o sexo e as taxas de prevalência e intensidade infestação em três das seis espécies de morcegos estudadas, sendo as fêmeas mais parasitadas que os machos. Desta forma, aceitei a hipótese de que as fêmeas são mais parasitadas que os machos, e refutei a hipótese de que jovens são mais parasitados que adultos, uma vez que esse fato foi observado em apenas uma das espécies. Observei nos resultados que a variação depende da associação parasito-hospedeiro estudada, uma vez que nem todas as espécies apresentaram diferenças entre os sexos ou entre as classes etárias.

As espécies de morcegos em que as fêmeas foram mais parasitadas (*A. planirostris*, *C. perspicillata* e *S. liliium*) são representadas por indivíduos de tamanho pequeno a médio, frugívoras e ocorrem em todo território nacional (Gannon et al. 1989, Cloutier e Thomas 1992, Hollis 2005). Normalmente, se abrigam em ocos de árvores, folhas, cavernas e habitações humanas, em que já foram observados grupos de *C. perspicillata* que variam de 10 a até 100 indivíduos (Cloutier e Thomas 1992). Para *C. perspicillata*, os dados corroboram estudos anteriores (Fritz 1983, Bertola et al. 2005, Patterson et al. 2008a), que registraram uma tendência de maior infestação em fêmeas em São Paulo, na Venezuela e na Costa Rica. Para *S. liliium*, apesar do resultado ser o oposto do observado no Rio Grande do Sul, em que machos eram mais parasitados (Rui e Graciolli 2005), os meus dados são semelhantes aos observados na Venezuela (Patterson et al. 2008a). Em relação a *A. planirostris*, o maior parasitismo em fêmeas também foi observado na Venezuela (Patterson et al. 2008a).

A maior tendência de infestação de Streblidae em fêmeas de morcegos também já foi observada no Chile (Muñoz et al. 2003), no Paraguai (Presley e Willig 2008) e na Venezuela (Patterson et al. 2008a). Essa relação com sexo está presente também em outros tipos de

ectoparasitos de morcegos. Lučan (2006) e Encarnação (2012) observaram um maior número de ácaros em fêmeas de *Myotis daubentonii* na República Tcheca e na Alemanha, respectivamente, assim como Poissant e Broders (2008), que observaram maior infestação de ácaros e pulgas em duas espécies de *Myotis* no Canadá.

Assim, esses resultados corroboram a hipótese defendida por estudos anteriores (Presley e Willig 2008, Patterson et al. 2008a), em que fêmeas de morcegos apresentam maiores taxas de parasitismo por ectoparasitos que os machos. Esse padrão é o oposto do observado em outras ordens de mamíferos, em que ocorre uma tendência de maior parasitismo em machos, principalmente quando os ectoparasitos são artrópodes (Schalk e Forbes 1997, Patterson et al. 2008a).

Entre os fatores que podem influenciar o parasitismo enviesado para machos em outros mamíferos, estão o maior tamanho corporal, a maior área de vida e a menor imunocompetência dos machos (Presley e Willig 2008), além de questões comportamentais. Em morcegos, normalmente ocorre dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos (Ralls 1976), o que poderia representar maior disponibilidade de habitat para as moscas. No entanto, no presente estudo, não foi observada relação entre o tamanho corporal e o número de ectoparasitos, corroborando dados do Paraguai (Presley e Willig 2008) e refutando a hipótese da influência do tamanho corporal.

Poucos dados são disponíveis sobre a área de vida ou a imunocompetência em morcegos, não sendo possível traçar uma relação entre esses fatores e as taxas parasitárias. É provável, então, que questões comportamentais sejam os fatores que mais influenciam no padrão de parasitismo em relação ao sexo. A principal causa de morte de ectoparasitos de morcegos é a autolimpeza (Marshall 1982), atividade que consome energia, e é diminuída em fêmeas no período de lactação, para compensar a demanda energética que ocorre durante esse período (McLean e Speakman 1997), e que poderia levar a maior sobrevivência de ectoparasitos em fêmeas.

Outro fator que pode influenciar na maior infestação em fêmeas e em jovens é a formação de colônias-berçário durante o período de reprodução (Patterson et al. 2008a). Nessas colônias, fêmeas se agregam para facilitar o cuidado com os filhotes, enquanto os machos ficam mais solitários (Lewis 1995). Essa agregação, além de aumentar a temperatura

e facilitar a reprodução de ectoparasitos (Lourenço e Palmerin 2008), promove uma maior oportunidade de transmissão horizontal e vertical de ectoparasitos (Christie et al. 2000), o que poderia influenciar na diferença das taxas parasitárias, tanto em relação ao sexo, quanto em relação à idade.

Entre as classes etárias de morcegos, a prevalência foi diferente apenas em *S. liliium*, com adultos mais parasitados, diferente do observado no Rio Grande do Sul (Rui e Gracioli 2005). Já a intensidade de infestação foi diferente apenas para *A. planirostris*, com os jovens mais infestados. A maior parte das associações estudadas não foi influenciada significativamente pela idade, corroborando estudos realizados no Paraná, em que jovens e adultos tiveram taxas semelhantes de infestação (Moura et al. 2003).

No presente estudo, a hipótese de maior infestação em jovens foi observada apenas para *A. planirostris*. O padrão de jovens mais infestados por Streblidae já foi observado em outras espécies no Brasil, tais como *S. liliium* (Rui e Gracioli 2005) e *C. perspicillata* (Esbérard et al. 2012). Além disso, também já foi observado com espécies paleárticas de *Myotis* infestados por ácaros e pulgas (Lučan 2006, Encarnação et al. 2012) e com *Rhinolophus mehelyi* infestados por Nycteribiidae no Irã (Sharifi et al. 2013). A maioria dos autores sugere que o padrão de jovens mais infestados é resultado da menor atividade de autolimpeza desses animais ou pelo maior tempo que passam nos abrigos (Esbérard et al. 2012).

As moscas são mais ativas durante o período de inatividade dos morcegos, quando os mesmos estão em seus abrigos (Marshall 1981) e provavelmente deixam o hospedeiro antes que ele saia do abrigo (Esbérard et al. 2012). Então, é possível que uma captura de animais dentro dos abrigos utilizados ajude a elucidar melhor os resultados e os padrões de variação intraespecífica da infestação de moscas ectoparasitas em morcegos neotropicais, principalmente em relação à idade. Apesar disso, os resultados desse trabalho permitem que eu concluía que o sexo está significativamente relacionado com a infestação de Streblidae em morcegos frugívoros no Distrito Federal, e que as fêmeas são mais parasitadas que os machos.

**Tabela 3.1.** Espécies de morcegos e de moscas ectoparasitas coletados em áreas de Brasília, DF, entre 04/12 e 08/13, com os respectivos número total de morcegos (Nt), número de morcegos infestados (Ni), porcentagem de morcegos infestados (Pi), número total de ectoparasitas (N) e abundância relativa de ectoparasitas em cada espécie de morcego (AR). A classificação e ordenação dos morcegos segue Nogueira et al. (2014).

Espécie de morcego	Nt	Ni	Pi (%)	Espécie de ectoparasita	N	AR (%)
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>						
<b>Glossophaginae</b>						
<i>Glossophaga soricina</i>	146	36	24,66	<i>Trichobius uniformis*</i>	39	67,24
				<i>Megistopoda proxima</i>	6	10,34
				<i>Aspidoptera falcata</i>	5	8,62
				<i>Strebla curvata</i>	3	5,17
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	2	3,45
				<i>Trichobius dugesii</i>	1	1,72
				<i>Trichobius johnsonae</i>	1	1,72
				<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	1,72
<b>Caroliinae</b>						
<i>Carollia perspicillata</i>	518	185	35,71	<i>Trichobius joblingi*</i>	402	92,20
				<i>Strebla guajiro</i>	24	5,50
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	4	0,92
				<i>Aspidoptera falcata</i>	1	0,23
				<i>Megistopoda proxima</i>	1	0,23
				<i>Speiseria ambigua</i>	1	0,23
				<i>Trichobius sp.</i>	1	0,23
				<i>Trichobius lonchophyllae</i>	1	0,23
				<i>Trichobius tiptoni</i>	1	0,23
<b>Stenodermatinae</b>						
<i>Artibeus lituratus</i>	457	175	38,29	<i>Paratrichobius longicrus*</i>	336	92,31
				<i>Aspidoptera falcata</i>	10	2,75
				<i>Trichobius costalimai</i>	6	1,65
				<i>Megistopoda proxima</i>	5	1,37
				<i>Trichobius angulatus</i>	5	1,37
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0,27
				<i>Trichobioides perspicillatus</i>	1	0,27
				<i>Artibeus planirostris</i>	183	60
<i>Artibeus planirostris</i>	183	60	32,79	<i>Aspidoptera phyllostomatis*</i>	29	26,13
				<i>Trichobius joblingi</i>	6	5,41
				<i>Paratrichobius longicrus</i>	5	4,50
				<i>Aspidoptera falcata</i>	2	1,80
				<i>Trichobius tiptoni</i>	2	1,80
				<i>Megistopoda proxima</i>	1	0,90
				<i>Platyrrhinus lineatus</i>	189	54
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	189	54	28,57	<i>Trichobius angulatus*</i>	29	31,18

<i>Sturnira lilium</i>	368	165	44,84	<i>Megistopoda aranea</i>	1	1,08
				<i>Megistopoda proxima</i> *	202	53,72
				<i>Aspidoptera falcata</i> *	165	43,88
				NI (destruído)	6	1,60
				<i>Megistopoda aranea</i>	1	0,27
				<i>Strebla carvalhoi</i>	1	0,27
				<i>Trichobius joblingi</i>	1	0,27

\* Espécies utilizadas para análise

**Tabela 3.2.** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações parasito-hospedeiro estudadas em áreas Distrito Federal, entre abril/12 e agosto/13, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p) em relação ao sexo.

Espécie de morcego Espécie de mosca	Prevalência			Intensidade		
	F	M	P	F	M	p
<b><i>Artibeus lituratus</i></b>						
<i>Paratrachobius longicrus</i>	39,27	33,01		2,10 (±1,54)	1,78 (±1,32)	
<b><i>Glossophaga soricina</i></b>						
<i>Trichobius uniformis</i>	18,67	23,19		1,43 (±0,75)	1,19 (±0,75)	
<b><i>Carollia perspicillata</i></b>						
<i>Trichobius joblingi</i>	37,54	27,23	*	2,24 (±1,57)	2,22 (±1,97)	
<b><i>Platyrrhinus lineatus</i></b>						
<i>Paratrachobius longicrus</i>	24,55	17,33		1,67 (±1,04)	1,38 (±0,87)	
<i>Trichobius angulatus</i>	11,82	9,33		1,69 (±1,38)	1,00 (±0,00)	
<b><i>Sturnira lilium</i></b>						
<i>Megistopoda proxima</i>	33,05	26,67		1,87 (±1,10)	1,61 (±1,07)	
<i>Aspidoptera falcata</i>	28,76	14,81	**	1,90 (±1,49)	1,90 (±2,73)	
<b><i>Artibeus planirostris</i></b>						
<i>Megistopoda aranea</i>	30,34	12,50	**	1,89 (±1,76)	1,25 (±0,62)	*
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	15,73	6,25	*	1,50 (±0,65)	1,33 (±0,81)	

F = Fêmeas; M = Machos. \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\*p<0,001

**Tabela 3.3.** Valores de prevalência e intensidade média de infestação (e desvio padrão) para as principais associações parasito-hospedeiro estudadas em áreas Distrito Federal, entre abril/12 e agosto/13, com os valores de significância para o teste de Qui-Quadrado com correção de continuidade (P) e para o GLM (p) em relação e à idade.

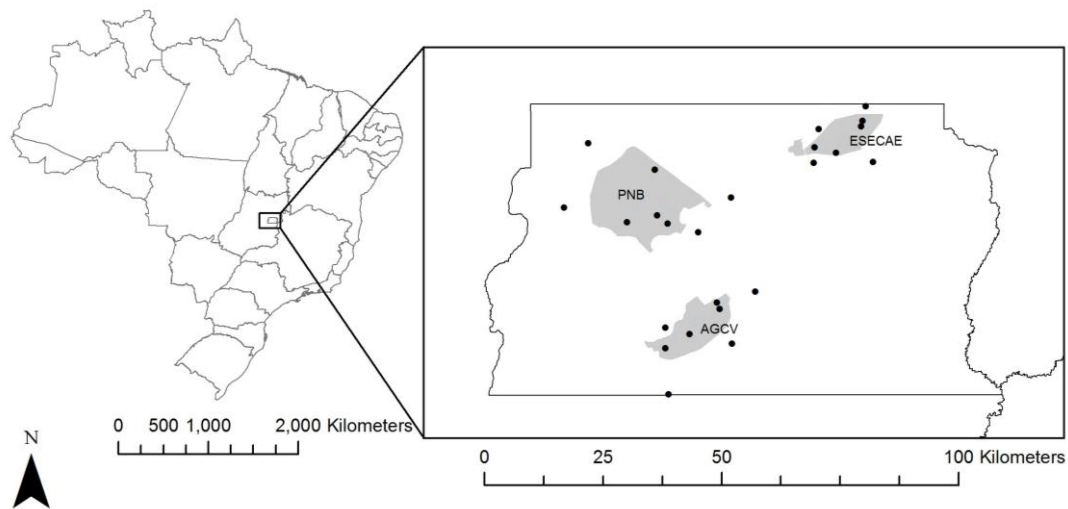
Espécie de morcego Espécie de mosca	Prevalência			Intensidade		
	J	A	P	J	A	p
<b><i>Artibeus lituratus</i></b>						
<i>Paratrachobius longicrus</i>	31,82	37,56		2,10 (±1,84)	1,95 (±1,40)	
<b><i>Glossophaga soricina</i></b>						
<i>Trichobius uniformis</i>	29,03	18,75		1,11 (±0,33)	1,38 (±0,86)	
<b><i>Carollia perspicillata</i></b>						
<i>Trichobius joblingi</i>	31,06	34,93		1,93 (±1,79)	2,34 (±1,67)	
<b><i>Platyrrhinus lineatus</i></b>						
<i>Paratrachobius longicrus</i>	25,00	20,78		1,14 (±0,37)	1,69 (±1,06)	
<i>Trichobius angulatus</i>	10,71	11,04		1,33 (±0,58)	1,47 (±1,23)	
<b><i>Sturnira lilium</i></b>						
<i>Megistopoda proxima</i>	35,29	30,34		1,63 (±1,09)	1,84 (±1,10)	
<i>Aspidoptera falcata</i>	11,76	26,55	**	1,63 (±1,19)	1,90 (±1,87)	
<b><i>Artibeus planirostris</i></b>						
<i>Megistopoda aranea</i>	19,35	21,57		3,33 (±3,01)	1,39 (±0,86)	***
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	9,68	11,11		1,67 (±1,15)	1,41 (±0,62)	

J = Jovens; A = Adultos. \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\*p<0,001

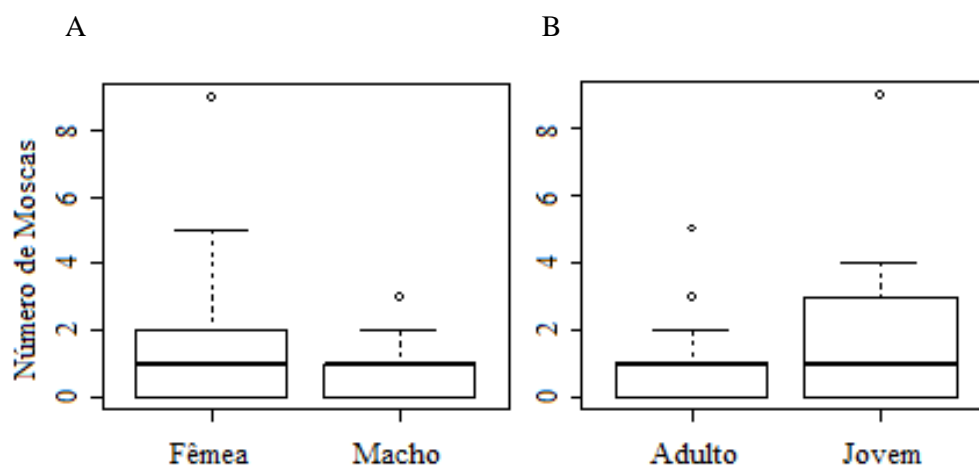
**Tabela 3.4.** Parâmetros estimados para o modelo de influência do sexo, da idade e da interação entre os fatores usando modelo linear generalizado (GLM) para morcegos e seus ectoparasitas capturados entre abril/12 e agosto/13 em Brasília, DF.

Associação parasito-hospedeiro	Fator	Estimate	SE	Z value	Pr(> z )	p
<i>A. lituratus</i> e <i>P. longicrus</i>	Idade	0.1121	0.2066	0.543	0.5874	
	Sexo	-0.2098	0.1228	-1.708	0.0876	
	Interação	-0.0705	0.3331	-0.212	0.8323	
<i>G. soricina</i> e <i>T. uniformis</i>	Idade	0.0282	0.4880	0.058	0.9540	
	Sexo	-0.0852	0.3716	-0.229	0.8190	
	Interação	-0.3203	0.7448	-0.430	0.6670	
<i>C. perspicillata</i> e <i>T. joblingi</i>	Idade	-0.1028	0.1596	-0.644	0.5200	
	Sexo	0.0014	0.1251	0.011	0.9910	
	Interação	-0.2050	0.2622	-0.782	0.4340	
<i>P. lineatus</i> e <i>T. angulatus</i>	Idade	-0.2549	0.7416	-0.344	0.7310	
	Sexo	-0.5173	0.5000	-1.035	0.3010	
	Interação	0.2941	1.1180	0.263	0.7930	
<i>P. lineatus</i> e <i>P. longicrus</i>	Idade	-0.0318	0.4743	-0.067	0.9470	
	Sexo	-0.1808	0.3105	-0.582	0.5600	
	Interação	-0.5532	0.7936	-0.697	0.4860	
<i>S. liliium</i> e <i>M. proxima</i>	Idade	-0.0449	0.2583	-0.174	0.8621	
	Sexo	-0.2390	0.1909	-1.252	0.2106	
	Interação	0.5710	0.3751	1.522	0.1280	
<i>S. liliium</i> e <i>A. falcata</i>	Idade	-0.6818	0.3659	-1.864	0.0624	
	Sexo	-0.1811	0.1979	-0.915	0.3602	
	Interação	-0.2148	0.6034	-0.356	0.7218	
<i>A. planirostris</i> e <i>M. aranea</i>	Idade	1.1384	0.3138	3.628	0.0003	***
	Sexo	-0.8076	0.3717	-2.173	0.0298	*
	Interação	-0.2629	0.6134	-0.429	0.6682	
<i>A. planirostris</i> e <i>A. phyllostomatis</i>	Idade	-0.8855	1.0247	-0.864	0.3875	
	Sexo	-1.0033	0.5477	-1.832	0.0670	
	Interação	2.1665	1.2450	1.740	0.0818	

\* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\*p<0,001



**Figura 3.1.** Áreas de estudo no Distrito Federal, Brasil. PNB - Parque Nacional de Brasília, AGCV - APA Gama-Cabeça-de-Veado, e ESECAE - Estação Ecológica Águas Emendadas.



**Figura 3.2.** Valores de Intensidade Média de Infestação de *Megistopoda aranea* entre os sexos (A) e entre classes etárias (B) de *Artibeus planirostris* capturados em áreas de Cerrado do Brasil central, entre abril/12 e agosto/13.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No capítulo I, observei que o Distrito Federal possui uma elevada riqueza de moscas ectoparasitas de morcegos, provavelmente como fator do número e diversidade de hospedeiros analisados no presente estudo. Esta alta riqueza se refletiu também em 12 novos registros para o Distrito Federal, sendo a espécie *Trichobius johnsonae* registrada pela primeira vez no Brasil. As infracomunidades com espécies pouco aparentadas ocorreram com maior frequência do que o esperado ao acaso, provavelmente como consequência do processo de similaridade limitante, que tende a excluir espécies mais próximas através da competição.

No capítulo II, constatei que os valores de prevalência e intensidade média de infestação são menores em áreas consideradas degradadas que em áreas conservadas. Entre os principais fatores que podem estar causando essa diferença, eu destaco a maior abundância de hospedeiros (particularmente *Carollia perspicillata* e *Artibeus lituratus*) em áreas mais alteradas, além da influência direta da degradação nos ectoparasitos, que pode diminuir sua reprodução e sobrevivência.

No capítulo III, percebi que as fêmeas se apresentam mais parasitadas que os machos, possivelmente por conta da redução na atividade de grooming e pela formação de colônias-berçário durante a reprodução, que pode facilitar a sobrevivência, reprodução e transmissão horizontal dos ectoparasitos. Apesar de não ter registrado diferença significativa em relação à idade, coletas dentro do abrigo podem melhor elucidar essa questão.

Foi possível observar nos três capítulos que é extremamente importante que as análises sejam feitas para cada associação parasito-hospedeiro separadamente, uma vez que as respostas para fatores de influência podem ser diferentes para cada uma dessas associações.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar LMS, Antonini Y 2011. Descriptive ecology of bat flies (Diptera: Hippoboscoidea) associated with vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in the cerrado of central Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 106(2): 170-176.
- Aguiar LMS, Camargo WR, Portella AS 2006. Occurrence of white-winged vampire bat, *Diaemus youngi* (Mammalia, Chiroptera), in the cerrado of Distrito Federal, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 893-896
- Aguiar LMS, Zortéa M 2008. *A diversidade de morcegos conhecida para o Cerrado*. In: Simpósio Nacional Cerrado & Simpósio Internacional Savanas Tropicais, Brasília, DF. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: anais. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- Arneberg P, Skorping A, Grenfell B, Read AF 1998. Host densities as determinants of abundance in parasite communities. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265: 1283-1289.
- Autino AG, Claps GL, Barquez RM 1999. Insectos ectoparasitos de murcielagos de las Yungas de la Argentina. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)* 78: 119-169.
- Autino AG, Claps GL, Barquez RM, Díaz MM 2011. Ectoparasitic insects (Diptera: Streblidae and Siphonaptera: Ischnopsyllidae) of bats from Iquitos and surrounding areas (Loreto, Peru). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 106(8): 917-925.
- Autino AG, Claps GL, González EM 2004. Nuevos registros de insectos (Diptera y Siphonaptera) ectoparasitos de murciélagos (Vespertilionidae) del norte de Uruguay. *Journal of Neotropical Mammalogy* 11(1): 81-83.
- Autino AG, Claps GL, Sánchez MS, Barquez RM 2009. New Records of Bat Ectoparasites (Diptera, Hemiptera and Siphonaptera) from Northern Argentina. *Neotropical Entomology* 38(2): 165-177.
- Bärtschi D 2000. *A study of the Chiroptera of Shipstern Nature Reserve and North-Eastern Belize (Central America) together with their ectoparasites (Streblidae, Nycterophiliinae, Acarina) and endoparasites (Cestoda, Nematoda, Trematoda, Acanthocephala)*. An occasional publication of the International Tropical Conservation Foundation. 16pp.

- Benda P, Lučan RK, Obuch J, Reiter A, Andreas M, Bačkor P, Bohnenstengel T, Eid EK, Ševčík M, Vallo P, Amr ZS 2010. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean and Middle East. Part 8. Bats of Jordan: fauna, ecology, echolocation, ectoparasites. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 74: 185-353.
- Bequart J 1940. Moscas parasitas pupiparas de Colombia y Panama. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 3: 414-418.
- Bertola PB, Aires CC, Favorito SE, Graciolli G, Amaku M, Pinto-da-Rocha R 2005. Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100(1): 25-32.
- Bobrowiec PED, Gribel R 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal conservation* 13: 204-216.
- Brown BV 2009. Introduction. In: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA (Eds). *Manual of Central American Diptera*, Vol 1. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá, p. 1-8.
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83:575–583.
- Camilotti VL, Graciolli G, Webber MM, Arruda JLS, Cárceres NC 2010. Bat flies from the deciduous Atlantic Forest in southern Brazil: Host-parasite relationships and parasitism rates. *Acta Parasitologica* 2010 55(2): 194–200.
- Caughley G 1994. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 63: 215-244.
- Christe P, Arlettaz R, Vogel P 2000. Variation in intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myotis*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bat host (*Myotis myotis*). *Ecology Letters* 3: 207-212.
- Clayton DH, Moore J 1997. *Host-parasite evolution: general principles and avian models*. Oxford, Oxford University Press, 473p.
- Cloutier D, Thomas DW 1992. *Carollia perspicillata*. *Mammalian species* 417: 1-9.
- CODEPLAN 1984. *Atlas do Distrito Federal*. Brasília. Secretária de Educação e Cultura/CODEPLAN. v. 1. 78p.

- Coimba Jr. CEA, Guimarães LR, Mello DA 1984. Ocorrência de Streblidae (Diptera: Pupipara) em morcegos capturados em regiões do Cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Entomologia* 28(4): 547-550.
- Coutinho LM 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1(1): 17-23.
- Czenze ZJ, Broders HG 2011. Ectoparasite Community Structure of Two Bats (*Myotis lucifugus* and *M. septentrionalis*) from the Maritimes of Canada. *Journal of Parasitology Research*: doi:10.1155/2011/341535
- Dias PA, dos Santos CLC, Rodrigues FS, Rosa LC, Lobato KS, Rebêlo JMM 2009. Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(1): 128-133.
- Díaz MM, Aguirre LF, Barquez RM 2011. *Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de sudamérica*. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina (PCMA), 94 pp.
- Dick CW 2006. The streblid bat flies (Diptera: Streblidae) of Guatemala. In: Cano EB (Ed.) *Biodiversidad de Guatemala*, Vol. 1, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, p. 441-452.
- Dick CW, Gannon MR, Little WE, Patrick MJ 2003. Ectoparasite Associations of Bats from Central Pennsylvania. *Journal of Medical Entomology* 40(6):813-819.
- Dick CW, Gettinger D 2005. A faunal survey of streblid flies (Diptera: Streblidae) associated with bats in Paraguay. *Journal of Parasitology* 91: 1015-1024.
- Dick CW, Gettinger D, Gardner SL 2007. Bolivian Ectoparasites: A Survey of Bats (Mammalia, Chiroptera). *Comparative Parasitology* 74(2): 372-377.
- Dick CW, Patterson BD 2007. Against all odds: explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *International Journal of Parasitology* 37: 871-876.
- Encarnação JA, Baulechner D, Becker NI 2012. Seasonal Variations of Wing Mite Infestations in Male Daubenton'S Bats (*Myotis daubentonii*) in Comparison to Female and Juvenile Bats. *Acta Chiropterologica* 14(1):153-159.
- Eriksson A, Gracioli G, Fischer E 2011. Bat flies on phyllostomid hosts in the Cerrado region: component community, prevalence and intensity of parasitism. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 106(3): 274-278.

- Esbérard CEL, Astúa D, Geise L, Costa LM, Pereira LG 2012. Do young *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) present higher infestation rates of Streblidae (Diptera)? *Brazilian Journal of Biology* 72(3): 617-621.
- Fenton MB, Vonhof MJ, Bouchard S, Gill SA, Johnston DS, Reid FA, Riskin DK, Standing KL, Taylor JR, Wagner R 2000. Roosts used by *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Belize. *Biotropica* 32: 729-733.
- Felfili JM, Filgueiras TS, Haridasan M, Silva-Júnior MC, Mendonça R, Rezende AV (eds.) 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: Vegetação e solos. *Caderno de Geociências do IBGE* 12: 75-166.
- Fleming TH 1988. *The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Folstad I, Karter AJ 1992. Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. *The American Naturalist* 139:603-622.
- Fritz GN 1983. Biology and ecology of bat flies (Diptera: Streblidae) on bats in the genus *Carollia*. *Journal of Medical Entomology* 20(1): 1-10.
- Gannon MR, Willig MR, Jones Jr., JK 1989. *Sturnira lilium*. *Mammalian species* 333: 1-5.
- Gardner AL (ed) 2008. *Mammals of South America: Volume I. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Chicago: University of Chicago Press. 669 pp.
- Gay N, Olival KJ, Bumrungsri S, Siritonrat B, Bourgarel M, Morand S 2014. Parasite and viral species richness of Southeast Asian bats: Fragmentation of area distribution matters. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 3: 161-170.
- Godinho LN, Cripps JK, Coulson G, Lumsden LF 2013. The Effect of Ectoparasites on the Grooming Behaviour of Gould's Wattled Bat (*Chalinolobus gouldii*): An Experimental Study. *Acta Chiropterologica* 15(2):463-472.
- Gracioli G 2003. Uma nova espécie de *Strebla* Wiedemann, 1824 (Diptera, Streblidae, Streblinae) sobre *Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818) (Chiroptera, Phyllostomidae, Glossophaginae). *Revista Brasileira de Entomologia* 47(3): 435-436.
- Gracioli G, Aguiar LS 2002. Ocorrência de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (Suppl. 1): 177-181

- Graciolli G, Autino AG, Claps GL 2007. Catalogue of American Nycteribiidae (Diptera, Hippoboscoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 51(2): 142-159
- Graciolli G, Azevedo AA 2011. Ectoparasites of bats (Chiroptera, Furipteridae), with a description of a new species of *Synthesiostrebla* Townsend (Diptera, Streblidae) from Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(4): 501–504.
- Graciolli G, Azevedo AA, Árzua M, Barros-Battesti DM, Linardi PM 2008. Artrópodos ectoparasitos de morcegos no Brasil. In S Pacheco, RV Marques, CEL Esbérard (orgs.), *Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*, 1st ed., Armazém Digital, Porto Alegre, p. 123-138.
- Graciolli G, Bianconi GV 2007. Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) em área de Floresta com Araucária no Estado do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 246-249.
- Graciolli G, Cáceres NC, Bornschein MR 2006. Novos registros de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em áreas de transição cerrado-floresta estacional no Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* 6(2): 1-4.
- Graciolli G, Coelho DC 2001. Streblidae (Diptera: Hippoboscoidea) sobre morcegos filostomídeos (Chiroptera: Phyllostomidae) em cavernas do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 18: 965-970.
- Graciolli G, Linardi PM 2002. Some Streblidae and Nycteribiidae (Diptera: Hippoboscoidea) from Maracá Island, Roraima, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97(1): 139-141.
- Graciolli G, Rui AM 2001. Streblidae (Diptera, Hippoboscoidea) em morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia* 90: 85-92.
- Graciolli G, Zortéa M, Carvalho LFAC 2010. Bat flies (Diptera, Streblidae and Nycteribiidae) in a Cerrado area of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(3): 511-514.
- Guerrero R 1993. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. I. Clave para los géneros y Nycterophillinae. *Acta Biologica Venezuelica* 14: 61-75.

- Guerrero R 1994a. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. II. Los grupos: *pallidus*, *caecus*, *major*, *uniformis* y *longipes* del género *Trichobius* Gervais, 1844. *Acta Biologica Venezuelica* 5: 1-18.
- Guerrero R 1994b. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. IV. Trichobiinae com alas desarrolladas. *Boletín de Entomología Venezolana* 9: 161-192.
- Guerrero R 1995a. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. III. Los grupos: *dugesii*, *dunni* y *phyllostomae* del género *Trichobius* Gervais, 1844. *Acta Biologica Venezuelica* 5: 1-27.
- Guerrero R 1995b. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. V. Trichobiinae con alas reducidas o ausentes y miscelaneos. *Boletín de Entomología Venezolana* 10: 135-160.
- Guerrero R 1996. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. VI. Streblinae. *Biologica Venezuelica* 16: 1-25.
- Guerrero R 1997. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del nuevo mundo. VII. Lista de especies, hospedadores y países. *Biologica Venezuelica* 17: 9-24.
- Guzmán-Cornejo C, García-Prieto L, Pérez-Ponce de León G, Morales-Malacara JB 2003. Parasites of *Tadarida brasiliensis mexicana* (Chiroptera: Molossidae) from Arid Regions of Mexico. *Comparative Parasitology* 70(1):11-25.
- Hollis L 2005. *Artibeus planirostris*. *Mammalian species* 775: 1-6.
- Ingram T, Shurin JB 2009. Trait-based assembly and phylogenetic structure in northeast Pacific rockfish assemblages. *Ecology* 90: 2444-2453.
- Klink CA, Machado RB 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19(3): 707-713.
- Komeno CA, Linhares AX 1999. Batflies parasitic on some phyllostomid bats in southeastern Brazil: parasitism rates and host-parasite relationships. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94:151-156.

- Krasnov BR, Matthee S, Lareschi M, Korallo-Vinarskaya NP, Vinarski MV 2010. Co-occurrence of ectoparasites on rodent hosts: null model analyses of data from three continents. *Oikos* 119: 120-128.
- Krasnov BR, Morand S, Hawlena H, Khokhlova IS, Shenbrot GI 2005. Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia* 146:209-217.
- Krasnov BR, Pilosof S, Stanko M, Morand S, Korallo-Vinarskaya NP, Vinarski MV, Poulin R 2014. Co-occurrence and phylogenetic distance in communities of mammalian ectoparasites: limiting similarity versus environmental filtering. *Oikos* 123: 63-70.
- Krasnov BR, Stanko M, Morand S 2007. Host community structure and infestation by ixodid ticks: repeatability, dilution effect and ecological specialization. *Oecologia* 154: 185-194.
- Kurta A, Whitaker Jr JO, Wrenn WJ, Sotocenteno JA 2007. Ectoparasitic Assemblages on Mormoopid Bats (Chiroptera: Mormoopidae) from Puerto Rico. *Journal of Medical Entomology* 44(6): 953-958.
- Lehmann T 1993. Ectoparasites: direct impact on host fitness. *Parasitol Today* 9: 8-13.
- Lewis SE 1995. Roost fidelity of bats - a review. *Journal of Mammalogy* 76: 481-496.
- Lim BK, Engstrom MD 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 10: 613-657.
- Linardi PM, Krasnov BR 2013. Patterns of diversity and abundance of fleas and mites in the Neotropics: host-related, parasite-related and environment-related factors. *Medical and Veterinary Entomology* 27: 49-58.
- López-González C 2004. Ecological zoogeography of the bats of Paraguay. *Journal of Biogeography* 31: 33-45.
- Lourenço S, Palmerim JM 2008. Which factors regulate the reproduction of ectoparasites of temperate-zone cave-dwelling bats? *Parasitological Research* 104:127-134.
- Lučan RK 2006. Relationships between the parasitic mite *Spinturnix andegavinus* (Acari: Spinturnicidae) and its bat host, *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae): seasonal, sex- and age-related variation in infestation and possible impact of the parasite on the host condition and roosting behavior. *Folia Parasitologica* 53: 147-152.
- Marshall AG 1981. *The ecology of ectoparasitic insects*. Academic Press, Londres. 459 pp.



- Marshall AG 1982. Ecology of insects ectoparasitic on bats. In: Kunz TH (Ed). *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York, EUA, p. 369–401.
- Mbora DNM, McPeck MA 2009. Host density and human activities mediate increased parasite prevalence and richness in primates threatened by habitat loss and fragmentation. *Journal of Animal Ecology* 78: 210-218.
- McLean JA, Speakman JR 1997. Non-nutritional maternal support in the brown long-eared bat. *Animal Behaviour* 54: 1193-1204.
- Morand S, Gouy de Bellocq J, Stanko M, Miklisová D 2004. Is sex-biased ectoparasitism related to sexual size dimorphism in small mammals of central Europe? *Parasitology* 129:505-510.
- Morse SF, Olival KJ, Kosoy M, Billeter S, Patterson BD, Dick CW, Dittmar K 2012. Global distribution and genetic diversity of *Bartonella* in bat flies (Hippoboscoidea, Streblidae, Nycteribiidae). *Infection, Genetics and Evolution* 12: 1717-1723.
- Moura MO, Bordignon MO, Gracioli G 2003. Host Characteristics Do Not Affect Community Structure of Ectoparasites on the Fishing Bat *Noctilio leporinus* (L., 1758) (Mammalia: Chiroptera). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98(6): 811-815.
- Muñoz M, Aguilera M, Casanueva ME 2003. Prevalencia e intensidad de ectoparasitos asociados a *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1824) (Chiroptera: Molossidae) en Concepcion. *Gayana* 67(1): 1-8.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier, CG, da Fonseca GAB, Kent J 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10(4): 808-821.
- Ostfeld R, Keesing F 2000. The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases. *Canadian Journal of Zoology* 78: 2061-2078.
- Paglia AP, Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siciliano S, Kierulff MCM, Mendes SL, Tavares VC, Mittermeier RA, Patton JL 2012. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals*. 2ª Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76pp.

- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K 2007. Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology* 23(2): 177-189.
- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K 2008a. Sex biases in parasitism of neotropical bats by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology* 24(4): 387-396.
- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K 2008b. Parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae) on neotropical bats: effects of host body size, distribution, and abundance. *Parasitological Research* 103:1091-1100.
- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K 2009. Nested distributions of bat flies (Diptera: Streblidae) on Neotropical bats: artifact and specificity in host-parasite studies. *Ecography* 32: 481-487
- Peterson BV, Wenzel RL 1987. Nycteribiidae. In JF Mcalpine, BV Peterson, GE Shewell, HJ Teskey, JR Vockeroth, DM Wood (eds), *Manual of Nearctic Diptera*, Vol. 2, Minister of Supply and Services, Ottawa, Monograph 28, p. 1283- 1301.
- Pilosof S, Dick CW, Korine C, Patterson BD, Krasnov BR 2012. Effects of Anthropogenic Disturbance and Climate on Patterns of Bat Fly Parasitism. *PLoS ONE* 7(7): e41487.
- Poissant JA, Broders HG 2008. Ectoparasite Prevalence in *Myotis lucifugus* and *M. septentrionalis* (Chiroptera: Vespertilionidae) During Fall Migration at Hayes Cave, Nova Scotia. *Northeastern Naturalist* 15(4):515-522.
- Presley SJ 2007. Streblid bat fly assemblage structure on Paraguayan *Noctilio leporinus* (Chiroptera: Noctilionidae): nestedness and species co-occurrence. *Journal of Tropical Ecology* 23(4): 409-417.
- Presley SJ, Willig MR 2008. Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: effects of host sex and body size. *Journal of Tropical Ecology* 24(1): 75-83.
- Prevedello JA, Gracioli G, Carvalho CJB 2005. A fauna de dípteros (Streblidae e Nycteribiidae) ectoparasitos de morcegos (Chiroptera) do Estado do Paraná, Brasil: composição, distribuição e áreas prioritárias para novos estudos. *Biociências* 13(1):193-209.
- Ralls K 1976. Mammals in which females are larger than males. *Quarterly Review of Biology* 51:245-276.
- Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.

- Renwick AR, Lambin X 2013. Host–parasite interactions in a fragmented landscape. *International Journal for Parasitology* 43: 27-35.
- Ribeiro JF, Sano SM, da Silva JA 1981. *Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado*. In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil. pp. 124-133.
- Roche B, Teyssède A 2011. *La biodiversité nous protège-t-elle contre les maladies infectieuses?*. Archives Mensuelles. Société Française d'Écologie. <http://www.sfecologie.org/regards/2011/05/> (acessado em 25/02/2015).
- Rojas A, Jiménez A, Vargas M, Zumbado M, Herrero MV 2008. Ectoparasites of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) in Costa Rica: parasitism rates and biogeographic trends. *Mastozoología Neotropical* 15(2):181-187.
- Rui AM, Gracioli G 2005. Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no sul do Brasil: associações hospedeiros-parasitos e taxas de infestação. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(2): 438-445.
- Saldaña-Vázquez RA, Castro-Luna AA, Sandoval-Ruiz CA, Hernández-Montero JR, Stoner KE 2012. Population Composition and Ectoparasite Prevalence on Bats (*Sturnira ludovici*; Phyllostomidae) in Forest Fragments and Coffee Plantations of Central Veracruz, Mexico. *Biotropica* 0(0): 1-6.
- Santos CLC, Dias PA, Rodrigues FS, Lobato KS, Rosa LC, Oliveira TG, Rebêlo JMM 2009. Moscas Ectoparasitas (Diptera: Streblidae) de Morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Município de São Luís, MA: Taxas de Infestação e Associações Parasito-Hospedeiro. *Neotropical Entomology* 38(5): 595-601.
- Schalk G, Forbes MR 1997. Male biases in parasitism of mammals: effects of study type, host age and parasite taxon. *Oikos* 78:67-74.
- Sharifi M, Taghinezhad N, Mozafari F, Vaissi S 2013. Variation in ectoparasite load in the Mehely's horseshoe bat, *Rhinolophus mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae) in a nursery colony in western Iran. *Acta Parasitologica* 58(2): 180-184.
- Shaw DJ, Dobson AP 1995. Patterns of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. *Parasitology* 111(Suppl S): 111-133.

- Silva JRR, Ortêncio-Filho H 2011. Dípteros ectoparasitas (Insecta, Diptera) em morcegos (Chiroptera, Mammalia) na Reserva Biológica das Perobas Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 101(3): 220-224.
- Soares CGD 2007. *Biologia e conservação de Neothraupis fasciata (Aves: Thraupidae) no Cerrado do Brasil Central*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF. 153p.
- Soares FAM, Graciolli G, Alcântara DMC, Ribeiro CEBP, Valença GC, Ferrari SF 2013. Bat flies (Diptera: Streblidae) ectoparasites of bats at an Atlantic Rainforest site in northeastern Brazil. *Biota Neotropica* 13(2): 242-246.
- Teixeira ALM, Ferreira RL 2010. Fauna de dípteros parasitas (Diptera: Streblidae) e taxas de infestação em morcegos presentes em cavidades artificiais em Minas Gerais. *Chiroptera Neotropical* 16(2): 748-754.
- Tello JS, Stevens RD, Dick CW 2008. Patterns of species co-occurrence and density compensation: a test for interspecific competition in bat ectoparasite infracommunities. *Oikos* 117: 693-702.
- ter Hofstade HM, Fenton MB, Whitaker Jr JO 2004. Host and host-site specificity of batflies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae) on Neotropical bats (Chiroptera). *Canadian Journal of Zoology* 82: 616-626. DOI: 10.1139/z04-030.
- Thewissen JGM, Babcock S 1992. The origin of flight in bats. *Bioscience* 42(5): 340-345.
- Vizotto LD, Taddei VA 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. *Boletim de Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras* 1: 1-72.
- Wenzel R.L., Tipton V.J., Kiewlicz A. 1966. The streblid bat flies of Panama (Diptera: Calyptera: Streblidae). In: Wenzel RL, Tipton VJ (Eds). *Ectoparasites of Panama*. Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, USA, p. 405–675.
- Whitaker Jr JO 1988. Collecting and preserving ectoparasites for ecological study. In JH Kunz, *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, Smithsonian Institution Press, Washington, p. 459-474.
- Whitaker Jr. JO, Mumford RE 1977. Records of ectoparasites from Brazilian mammals. *Entomological News* 88: 255-258.

Willig MR, Presley SJ, Bloch CP, Hice CL, Yanoviak SP, et al. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica* 39: 737-746.