

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

CIRO LÍBIO CALDAS DOS SANTOS

Morcegos no cerrado maranhense:
respostas às alterações na estrutura da paisagem e infestação por moscas ectoparasitas

Campo Grande

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

Morcegos no cerrado maranhense:
respostas às alterações na estrutura da paisagem e infestação por moscas ectoparasitas

CIRO LÍBIO CALDAS DOS SANTOS

Orientador: Gustavo Graciolli

Co-orientador: José Manuel Macário Rebêlo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como um dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ecologia e Conservação.

Campo Grande

2012

Morcegos no cerrado maranhense:
respostas às alterações na estrutura da paisagem e infestação por moscas ectoparasitas

Ciro Líbio Caldas dos Santos

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Enrico Bernard
Universidade Federal de Pernambuco

Carlos Eduardo Lustosa Esbérard
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Adevair Henrique da Fonseca
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Carl W. Dick
Western Kentucky University

Luiz Eduardo Roland Tavares
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

“Sanidade mental não é uma coisa estatística”

George Orwell (1984)

À família e aos amigos
que me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que deram apoio para a continuação dos meus estudos durante toda a minha vida e aos familiares que sempre contribuíram e incentivaram, direta ou indiretamente, durante as conversas do dia a dia.

Aos companheiros de trabalho de campo e de laboratório Agostinho Pereira, Gustavo Brito, Joudellys Silva, Leandro Moraes, Marco Ferreira e Vagner Bastos, que estiveram dispostos a contribuir para a realização deste projeto.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão (LEV – UFMA), em especial para Ana Uta, Carlos Junior, Eunice Kéthure, Iraine Souza, Jacylene Sena, Luciana Ferreira, Maria Bandeira e Michele Castro pelas palavras de apoio e por me motivarem com suas dedicações e esforços diários. A Jorge Moraes e a Orleans Silva por terem me incentivado e contribuído durante minha formação acadêmica e por liderarem novos projetos e estagiários no LEV-UFMA.

A Gustavo Graciolli e a José Rebêlo que sempre me orientaram e encorajaram durante a minha formação no estudo dos morcegos e dípteros ectoparasitos.

À toda a comunidade de Tabocas (Barreirinhas – MA) que durante todas as campanhas nos receberam com a maior hospitalidade possível, em especial para Abdias, Antônio, Edileuza, Jailton e Nalva que contribuíram na organização da nossa estadia e deslocamentos até os pontos de captura.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	08
CAPÍTULO I – Resposta dos morcegos à composição da paisagem do cerrado no norte do Brasil.....	09
Abstract.....	11
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Métodos.....	14
Resultados.....	21
Discussão.....	25
Agradecimentos.....	30
Referências.....	31
ANEXO I – Normas da revista Landscape Ecology.....	37
CAPÍTULO II – Parasitismo de moscas ectoparasitas em morcegos no limite norte do cerrado brasileiro.....	48
Abstract.....	50
Resumo.....	51
Introdução.....	52
Material e métodos.....	53
Resultados.....	56
Discussão.....	58
Agradecimentos.....	64
Referências.....	66
ANEXO II – Normas da revista Acta Parasitologica.....	73
CONCLUSÃO.....	80

APRESENTAÇÃO

Nesta dissertação apresento os resultados do projeto de pesquisa sobre as respostas dos morcegos à composição da paisagem em uma área de cerrado no nordeste do Estado do Maranhão e descrevo as associações entre os morcegos e suas moscas ectoparasitas na área estudada.

O trabalho está dividido em dois artigos. O primeiro discute as respostas das populações e comunidades de morcegos à proporção de cobertura de solo das principais fisionomias do cerrado estudado, este artigo será submetido à revista *Landscape Ecology*. Já o segundo descreve quantitativamente as associações entre as moscas ectoparasitas e as espécies de morcegos hospedeiras, submeterei este trabalho à revista *Acta Parasitologica*.

Em razão da dificuldade de se obter imagens de satélite sem nuvens de todos os pontos amostrais, no capítulo um discuto os dados de apenas 10 pontos, enquanto que no segundo apresento os resultados de todos os 12 pontos amostrados.

CAPÍTULO I

Resposta dos morcegos à composição da paisagem do cerrado no norte do Brasil

Resposta dos morcegos à composição da paisagem do cerrado no norte do Brasil

Ciro L. C. Santos • Gustavo Graciolli • Ana P. G. O. Marco •

Antonio C. P. Filho • José M. M. Rebêlo

Ciro L. C. Santos • Gustavo Graciolli

Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
Campo Grande, CEP 79070-900, Brasil;

e-mail: cirolb@yahoo.com.br

Fone: +55 (98) 3221-0279

Ana P. G. O. Marco • Antonio C. P. Filho

Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Campo Grande, CEP 79000-060, Brasil

José M. M. Rebêlo

Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, CEP 65000-000, Brasil

Data de submissão:

Contagem de palavras: 6.333

Abstract In this article we describe the responses of bats populations and assemblages to the amount of habitat of the main physiognomies in cerrado areas. We present herein the first attempt to assess the responses of phyllostomids, at different focal scales, to the proportion of physiognomies types of cerrado. Bats were captured during five nights at 10 sampling points, from January to May 2011, in an area of cerrado (*sensu stricto*) located on the northern boundary of the Brazilian cerrado. We used three land cover classes related to bats species and assemblages: arboreous vegetation (VA), cerrado (*sensu stricto*) (CS) and open areas (AB). The bats responses to the proportion of VA, CS and AB were analyzed at focal concentric scales (0,5 km, 1 km and 3 km radius) at each sampling point. We captured 393 bats, belonging to 23 species and 16 genera of the family Phyllostomidae. Except *Dermanura cinerea* and *Desmodus rotundus*, species and ecological indexes were more related to the cerrado physiognomies with large amounts of arboreous vegetation, being associated positively with VA and negatively with CS and AB. The association of most species with a higher proportion and proximity (i.e., responses on a smaller scale) of the VA areas emphasizes the role of riparian zones to maintain these populations. These results underscore the need for conservation policies that aim the protection of various physiognomies types within the legal reserves to be created in areas of cerrado.

Keywords Chiroptera, savanna, conservation, habitat loss, fragmentation

Resumo Neste trabalho descrevemos as respostas das populações e taxocenoses de morcegos à quantidade de hábitat das principais fisionomias existentes em áreas de cerrado. Apresentamos aqui a primeira tentativa de avaliar as respostas dos filostomídeos, a partir de diferentes escalas focais, à proporção dos tipos de fisionomias do cerrado. Realizamos cinco noites de captura em 10 pontos amostrais, de janeiro a maio de 2011, em uma área de cerrado (*stricto sensu*) localizada no limite norte do cerrado brasileiro. Utilizamos três classes de cobertura do solo relacionadas às espécies e taxocenoses de morcegos: vegetação arbórea (VA), cerrado (*stricto sensu*) (CS) e áreas abertas (AB). Analisamos as respostas à proporção de VA, CS e AB em escalas focais concêntricas (de 0,5 km, 1 km e 3 km de raio) delineadas em cada ponto. Capturamos 393 morcegos pertencentes a 23 espécies e 16 gêneros da família Phyllostomidae. Com exceção de *D. cinerea* e *D. rotundus*, as espécies e índices ecológicos foram mais relacionados às fisionomias de cerrado com maior quantidade de vegetação arbórea, associando-se positivamente a VA e negativamente a CS e a AB. A associação da maioria das espécies a uma maior proporção e proximidade (i.e., respostas em menores escalas) das áreas de VA destaca o papel das zonas ripárias para a manutenção destas populações. Estes resultados ressaltam a necessidade de políticas conservacionistas que visem à proteção dos diversos tipos de fisionomias dentro das reservas legais a serem criadas em áreas de cerrado.

Palavras-chave Chiroptera • savana • conservação • perda de hábitat • fragmentação

Introdução

A perda de hábitat causada por atividades humanas é um dos maiores processos responsáveis pela diminuição do número de espécies de animais e vegetais (Fahrig 1997; Wiegand et al. 2005). Devido a grande pressão antrópica existente em toda sua extensão e ao número expressivo de espécies endêmicas, o cerrado é considerado um dos 25 *hotspots* globais de biodiversidade (Myers et al. 2000). No entanto, existem poucos estudos que avaliaram o nível de associação entre a perda de hábitat e a abundância e número de espécies existentes em áreas de cerrado (Diniz-Filho et al. 2009; Alho 2005; Tubelis e Cavalcanti 2000).

Entre os mamíferos, os morcegos se destacam pelo seu potencial como indicadores de alterações de hábitat devido a sua abundância local, número de espécies e diversidade ecológica (Medellín et al. 2000; Jones et al. 2009). Atuam também como polinizadores e dispersores de sementes (Fleming e Heithaus 1981; Patterson et al. 2003), possibilitando a regeneração e sucessão de áreas desmatadas ao dispersar sementes de plantas pioneiras (Fleming 1988), assim como no controle de insetos na agricultura (Boyles et al. 2011). Por conta disto, o valor econômico dos serviços ecológicos realizados pelos morcegos evidencia a necessidade de conhecer os efeitos da perda de hábitat nas suas comunidades locais e regionais.

Os trabalhos que avaliam os tipos de respostas das populações e comunidades de morcegos às alterações de hábitat, em sua maioria, utilizaram variáveis categóricas para caracterizar a composição da paisagem (e.g., hábitat contínuo ou fragmentado, impactado ou não), em uma escala focal arbitrária (Fenton et al. 1992; Faria 2006). As respostas das espécies de morcegos às características da paisagem em múltiplas escalas já foram realizados em áreas de floresta amazônica e subtropical (Gorrensens e Willig 2004; Klingbeil e Willig 2009, 2010). Entretanto, estes trabalhos avaliaram somente um

tipo de vegetação nas análises (floresta primária), desconsiderando as características de abrigo e recursos de outros habitats que podem influenciar a abundância e composição das espécies de morcegos em uma área (Bernard e Fenton 2007; Faria et al. 2006; Aguirre 2002).

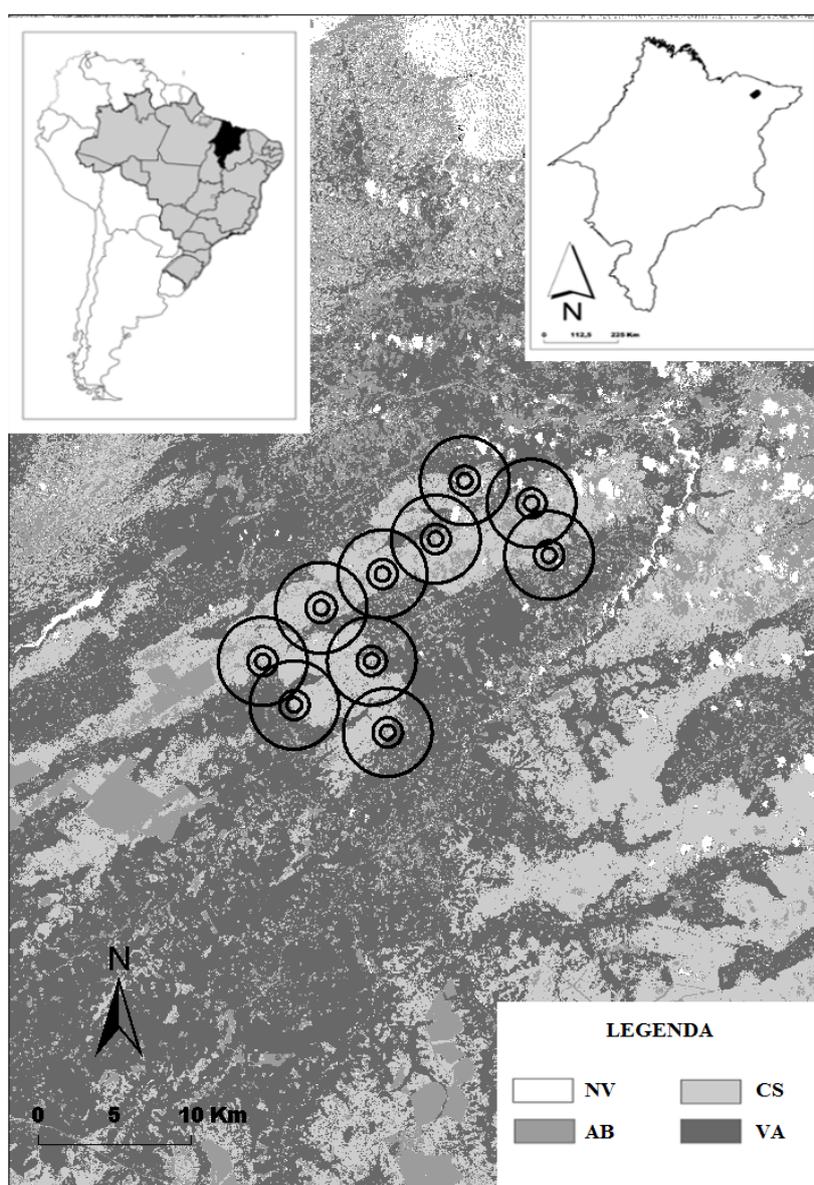
O cerrado apresenta diversos tipos de fisionomias, caracterizadas pela variação da estrutura e composição de sua vegetação (Oliveira-Filho e Ratter 2002). Esta variedade de habitats em áreas de cerrado possibilita condições de abrigo e recurso que devem ter efeito sobre a estrutura da comunidade de morcegos em regiões de savana (Monadjem e Reside 2008; Aguirre et al. 2003). Em função disto, acreditamos que as abundâncias das espécies de morcego e os índices ecológicos das taxocenoses deverão ser mais associados à proporção de uma das fisionomias de cerrado presentes em uma das escalas focais analisadas. Esperamos ainda que espécies pertencentes a uma mesma guilda tenham respostas semelhantes quanto à composição da paisagem do cerrado na área estudada.

Métodos

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Barreirinhas (3° 0' S, 43° 6' O), estado do Maranhão, no limite norte da distribuição do cerrado no Brasil (Fig. 1). O clima é tropical quente semi-árido (tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen), com temperatura média anual superior a 27°C. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1200 mm e 1600 mm, com período chuvoso nos seis primeiros meses do ano e de estiagem nos demais (IMESC 2011).

Fig. 1 – Localização da área de estudo (retângulo negro) no mapa do estado do Maranhão (canto superior direito), com destaque para a imagem classificada da área de cerrado estudada mostrando as escalas focais concêntricas (de 0,5 km, 1 km e 3 km) de cada um dos 10 pontos amostrais. NV – nuvem, AB – áreas abertas, CS – cerrado (*stricto sensu*) e VA – vegetação arbórea.



O tipo de vegetação predominante é de cerrado (*sensu lato*) com as seguintes variações de fisionomias, segundo a classificação de Oliveira-Filho e Ratter (2002): mata ciliar, vegetação arbórea que margeia os rios sem influência de inundação periódica; veredas, áreas inundáveis próximas às matas ciliares com predomínio de palmeiras de buriti (*Mauritia flexuosa*); cerradão, vegetação arbórea de 8–12 m de altura e com cobertura de dossel de 50% a 90%; cerrado (*stricto sensu*), com dominância de arbustos e árvores de 3–8 m de altura entre a vegetação herbácea, formando uma cobertura de dossel de mais de 30%; campo cerrado, com árvores e arbustos espaçados por gramíneas e menos de 30% de cobertura de dossel.

Desenho amostral

Capturamos os morcegos em 10 pontos de cerrado (*stricto sensu*) e campo cerrado, distantes mais de 3 km entre si e localizados a cerca de 200 m da borda de estradas não pavimentadas. Entre os meses de janeiro e maio de 2011, realizamos em cada ponto cinco noites de captura (das 18h até às 24h) em períodos de lua minguante e nova. Para captura dos morcegos, utilizamos 12 redes de neblina (2,5 m x 12 m) dispostas em pares distantes mais de 20 m um do outro. O esforço de captura total foi de 108.000 m².h, de acordo com padronização proposta por Straube e Bianconi (2002). Por haver diferenças quanto à eficiência de captura em redes de neblina dos morcegos de diferentes famílias (Kalko 1998; Kunz e Brock 1975), restringimos a análise às espécies de filostomídeos, assim como realizado por outros autores (Gorrensens e Willig 2004; Klingbeil e Willig 2009).

A fim de identificar as recapturas, realizamos marcações em todos os morcegos através de corte de parte da pelagem dorsal. Identificamos as espécies de morcegos de acordo com a classificação taxonômica apresentada por Gardner (2007), com exceção

do gênero *Dermanura* Gervais, 1856 que foi validado recentemente em estudos moleculares (Redondo et al. 2008; Solari et al. 2009). Os testemunhos das espécies estão depositados na Coleção de Referência Zoológica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (ZUFMS).

Classificação da paisagem

A estrutura da paisagem é caracterizada por aspectos da sua configuração e composição. A configuração está relacionada à disposição espacial dos tipos de cobertura do solo, já a composição descreve as proporções entre estes diferentes tipos de hábitat. Uma vez que a maioria das medidas de fragmentação é derivada da quantidade de hábitat e possuem elevada correlação entre si (McGarigal et al. 2002), neste estudo utilizamos somente a porcentagem de cobertura de solo para descrever a estrutura da paisagem. Esta abordagem torna-se necessária também devido à baixa quantidade de perda de hábitat na área estudada, o que pode dificultar o isolamento dos efeitos das métricas de configuração da paisagem (Bender et al. 2003). Além disto, a variação de fisionomias dentro de curtas escalas espaciais em áreas de cerrado impede a delimitação de fragmentos entre as suas zonas de transição.

Para análise da composição da paisagem utilizamos imagens do satélite Landsat 5 TM (órbita 220, série 62, registrada em 04 de fevereiro de 2010), processadas com auxílio do programa PCI Geomatica 9.1. Realizamos uma classificação não-supervisionada da cobertura de solo da área de estudo aplicando um algoritmo de máxima verossimilhança, a partir da composição das bandas espectrais RGB-453. Entre as 30 classes resultantes da classificação, identificamos as seguintes coberturas de solo: mata ciliar, veredas, cerradão, cerrado (*stricto sensu*), campo cerrado, áreas de cultivo, rios, estradas, áreas rurais e nuvens. Por haver sobreposição das reflectâncias espectrais

das classes obtidas entre as coberturas de solo, agrupamos as classes em quatro composições: vegetação arbórea (VA) – mata ciliar, rios, veredas e cerrado (*stricto sensu*) (CS); áreas abertas (AB) – campo cerrado, estradas, áreas rurais e de cultivo; nuvens (NV).

Variáveis dependentes

Para analisar a resposta da variação na composição da paisagem na abundância das espécies, utilizamos nos modelos somente aquelas com mais de 10 indivíduos capturados. Uma vez que as medidas de biodiversidade variam de forma diferente em relação à estrutura da paisagem (Gorressen e Willig 2004), incluímos índices ecológicos relacionados à abundância de todas as espécies de filostomídeos capturadas.

Representamos a riqueza de espécies (S) como o número de espécies capturadas em cada ponto amostral. Para estimar a diversidade usamos o índice de Shannon (Pielou 1975), transformado em sua exponencial [$\exp(H')$] no número de espécies de uma comunidade com abundância uniforme (Jost 2006). Utilizamos a probabilidade de encontro interespecífico de Hurlbert (PIE) (Hurlbert 1971) para estimar a equitabilidade. Classificamos os filostomídeos em guildas relacionadas ao tipo de forrageio (i.e., frugívoros, nectarívoros, *gleaning animalivores* e hematófagos, Tabela 1), de acordo com proposta de Gardner (1977).

Variáveis independentes

Como variáveis explicativas para a abundância das espécies e os valores dos índices ecológicos, utilizamos a porcentagem de cobertura de vegetação arbórea, de cerrado (*stricto sensu*) e de áreas abertas dentro de círculos concêntricos de 500 m, 1 km e 3 km de raio. A cada um destes tipos de cobertura de solo podem ser associados os tipos de

hábitat e os recursos mais relacionados às espécies de morcegos, tais como: a maior disponibilidade de abrigos e recursos alimentares (e.g., frutos, insetos e água) em zonas ripárias de savanas (Ciechanowski 2002; Lloyd et al. 2006), encontradas nas áreas de cobertura de vegetação arbórea analisadas; a presença de abrigos em ocos de árvore e cupinzeiros em áreas de vegetação savânica (Aguirre et al. 2003, Bernard e Fenton 2003), característica da cobertura de cerrado (*stricto sensu*). Já a porcentagem de cobertura de áreas abertas pode ser considerada como campo cerrado somente na menor escala analisada, já que não foi possível separar na classificação esta fisionomia das áreas rurais e de cultivo.

Escala espacial

As respostas das espécies à estrutura da paisagem podem ser fracas ou inexistentes caso os atributos da paisagem sejam quantificados em uma escala diferente da que as espécies percebem o ambiente (Klingbeil e Willig 2009). A partir da menor escala (500 m) escolhida esperamos obter as respostas da composição paisagem somente da área em que as redes de captura foram armadas, como forma de obter as respostas da composição da vegetação na menor escala possível. Assim como realizado em outros estudos (Gorresen e Willig 2004; Klingbeil e Willig 2009), escolhemos a escala de 1 km para incluir as áreas de vida dos menores filostomídeos (e.g., *Lonchophylla mordax*) e as espécies de *Lophostoma* que forrageiam próximos aos seus abrigos (Kalko et al. 1999). Não analisamos escalas maiores que 3 km de raio por haver grande sobreposição entre as áreas dos pontos, produzindo auto-correlação espacial das porcentagens de cobertura analisadas.

Análise dos dados

Para a análise da auto-correlação espacial utilizamos a matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis dos dados da comunidade e a matriz de distância euclidiana das coordenadas geográficas. Avaliamos a associação entre as matrizes através do correlograma de Mantel e testamos a significância ($\alpha = 0,05$) a partir de 1000 permutações.

A associação entre as porcentagens de coberturas de solo e a abundância das espécies e os índices ecológicos foi feita a partir de modelos lineares mistos generalizados (*generalized linear mixed models* – GLMM). Nestes modelos usamos a distribuição Poisson para a distribuição dos resíduos e a função de ligação logit, adotando a porcentagem de nuvens em cada escala como efeito aleatório do GLMM. Uma vez que não houve forte correlação ($r < 0,70$) entre as porcentagens de cobertura de solo analisadas, não realizamos transformação nos valores obtidos a partir da classificação das imagens de satélite.

Comparamos a importância dos tipos de hábitat em cada escala focal a partir das probabilidades destes modelos (w_i) serem o melhor modelo candidato. Calculamos as w_i a partir do critério de informação Akaike corrigido (AICc), que é o mais indicado quando o número de amostras é da mesma ordem de magnitude do número de modelos concorrentes (Burnham e Anderson 1998). Para considerar na seleção das variáveis também as interações entre estas, calculamos a w_i em cada escala para seis modelos: três com apenas uma variável (VA, CS e AB) e três com as interações entre estas (VA:CS, VA:AB, CS:AB). A importância relativa de cada variável (w_+) foi então obtida pela soma das w_i de todos os modelos em que ela estava presente. A fim de verificar a escala em que as respostas das variáveis dependentes foram mais relacionadas, realizamos uma seleção de modelos somente com as variáveis com maior w_+ em cada escala e

utilizamos o w_i para selecionar o modelo mais relacionado. Utilizamos a razão de evidência (w_i/w_j) entre os primeiros (w_i) e os segundos (w_j) modelos das escalas selecionadas para avaliar quantas vezes um modelo é mais relacionado aos dados do que o outro, segundo Burnham e Anderson (1998).

Calculamos a porcentagem de variância explicada pela variável mais relacionada comparando os desvios de ajuste do modelo (*deviance*) em relação a um modelo nulo, somente intercepto e efeitos aleatórios, de acordo com a fórmula: [100 x (desvio do modelo nulo – desvio do modelo) / desvio do modelo nulo] (ver Dobson 2002). Realizamos todas as análises no software R (R Development Core Team 2011) utilizando os pacotes estatísticos AICcmodavg (Mazerolle 2011), lme4 (Bates et al. 2011) e vegan (Oksanen et al. 2011).

Resultados

Capturamos 393 morcegos pertencentes a 23 espécies e 16 gêneros da família Phyllostomidae (Tabela 1). As espécies mais abundantes foram *Carollia perspicillata* (22,9% dos indivíduos capturados), *Dermanura cinerea* (21,1%), *Lophostoma carrikeri* (9,9%), *Artibeus planirostris* (8,1%), *L. silvicolum* (6,1%) e *Lonchophylla mordax* (5,8%). A maioria das espécies encontradas pertence às guildas dos *gleaning animalivores* (43,5%) e dos frugívoros (39,1%), havendo também três espécies nectarívoras e uma hematófaga.

Tabela 1 – Valores descritivos (média por ponto, número mínimo e máximo) das espécies de filostomídeos e dos índices ecológicos para os 10 pontos amostrais na área de cerrado estudada. As espécies em negrito foram analisadas individualmente nos modelos. Guildas: F – frugívoro; H – hematófago; N – nectarívoro; GA – *gleaning animalivore*.

	Guilda	Média	Min.–max.
Espécies			
<i>Artibeus lituratus</i>	F	0,6	0–2
<i>Artibeus obscurus</i>	F	0,8	0–5
<i>Artibeus planirostris</i>	F	3,2	0–14
<i>Carollia brevicauda</i>	F	0,1	0–1
<i>Carollia perspicillata</i>	F	9	1–35
<i>Dermanura cinerea</i>	F	8,3	4–17
<i>Desmodus rotundus</i>	H	1,5	0–7
<i>Glossophaga soricina</i>	N	0,5	0–2
<i>Lonchophylla mordax</i>	N	2,3	0–4
<i>Lonchophylla thomasi</i>	N	0,1	0–1
<i>Lophostoma brasiliense</i>	GA	0,6	0–3
<i>Lophostoma carrikeri</i>	GA	3,9	1–6
<i>Lophostoma silvicolum</i>	GA	2,4	0–7
<i>Micronycteris microtis</i>	GA	0,3	0–2
<i>Mimon crenulatum</i>	GA	1,3	0–3
<i>Phylloderma stenops</i>	GA	0,1	0–1
<i>Phyllostomus discolor</i>	GA	1,1	0–3
<i>Phyllostomus hastatus</i>	GA	0,7	0–5
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	F	0,9	0–3
<i>Sturnira lilium</i>	F	0,5	0–3
<i>Tonatia bidens</i>	GA	0,8	0–2
<i>Trinycteris nicefori</i>	GA	0,1	0–1
<i>Uroderma bilobatum</i>	F	0,2	0–1
Taxocenose			
Abundância acumulada		39,3	6–128
Riqueza [S]		11,6	10–14
Diversidade [$\exp(H')$]		8,05	4,24–11,02
Equitabilidade [PIE]		0,83	0,60–0,92

Não houve correlação espacial entre os dados da comunidade e as distâncias geográficas ($r = 0,1$; $p = 0,2$). Por conta disto, não foi necessário realizar medidas de correção dos dados analisados (Legendre 1993).

A abundância das espécies foi relacionada a tipos de composição de paisagem diferentes, sendo a maioria associada negativamente a CS ou positivamente a VA (Tabela 2). As únicas espécies relacionadas a tipos de composição da paisagem com vegetação mais aberta foram *D. cinerea* e *D. rotundus* (associadas positivamente a CS e a AB, respectivamente). Somente duas espécies (*D. cinerea* e *L. silvicolum*) possuíram respostas relacionadas à maior escala, sendo a maioria das demais associadas à menor escala (*C. perspicillata*, *D. rotundus*, *M. crenulatum* e *P. discolor*). No entanto, *L. carrikeri* e *M. crenulatum* apresentaram baixa razão de evidência (< 2) dos modelos da escala selecionada. As espécies que possuíram mais de 50% de variação explicada pelo modelo selecionado foram *D. rotundus*, *L. mordax* e *L. carrikeri*, já as espécies *A. planirostris*, *C. perspicillata*, *M. crenulatum* e *P. discolor* possuíram baixa associação aos seus modelos (menos de 20% de variação explicada).

Quanto aos índices ecológicos, observamos associação negativa com AB (equitabilidade e riqueza de espécies) e positiva com VA (diversidade). Em nenhum dos índices analisados obtivemos uma razão de evidência dos modelos da escala selecionada maior do que dois. Entre os modelos encontramos uma menor variação explicada para a equitabilidade (20,8%) do que para a diversidade e riqueza de espécies (36,9% e 47,5%, respectivamente).

Tabela 2 – Importância relativa (w_+) dos tipos de composição da paisagem relacionados às espécies e índices ecológicos em cada escala analisada. Para os tipos de composição com maior importância relativa (em negrito) é apresentado a probabilidade (w_i), razão de evidência (w_i/w_j), porcentagem de variação explicada (v.e.) e estimadores dos parâmetros (β), com o erro padrão em parênteses, dos modelos selecionados.

	w_+			w_i	$\frac{w_i}{w_j}$	β_0	β_1
	VA	CS	AB				
Espécies							
<i>Artibeus planirostris</i> (v.e. = 10,8%)							
500m	73	74	26	0			
1 km	64 ⁺	52	29	67	2,0	-0,17 (0,67)	3,79 (2,21)
3 km	57	53	45	33			
<i>Carollia perspicillata</i> (v.e. = 15,1%)							
500m	68 ⁺	49	26	58	2,2	1,65 (0,42)	2,43 (1,21)
1 km	44	54	42	26			
3 km	47	50	51	16			
<i>Dermanura cinerea</i> (v.e. = 41,4%)							
500m	50	52	52 *	16			
1 km	47	64	41	8			
3 km	34	67 ⁺	15 ⁺	76	4,7	0,50 (0,61)	3,08 (1,11)
<i>Desmodus rotundus</i> (v.e. = 60,5%)							
500m	59	33	68 ⁺	74	3,1	-1,67 (0,73)	9,31 (2,36)
1 km	89	9	91	24			
3 km	94	96	7	2			
<i>Lonchophylla mordax</i> (v.e. = 68,6%)							
500m	53	55	38	14			
1 km	25 ⁺	78	17 ⁺	68	3,6	3,54 (1,21)	-4,73 (2,20)
3 km	38	60	32	19			
<i>Lophostoma carrikeri</i> (v.e. = 52,9%)							
500m	38	68	23	40			
1 km	36 ⁺	69	20 ⁺	52	1,3	3,11 (0,82)	-2,99 (1,43)
3 km	47	53	42	8			
<i>Lophostoma silvicolum</i> (v.e. = 36,7%)							
500m	66	62	27	2			
1 km	43	65	19	19			
3 km	51 ⁺	52	7 ⁺	78	4,1	4,06 (1,16)	-6,79 (2,52)

Mimon crenulatum (v.e. = 11,5%)

500m	24 ⁺	23 ⁺	31	39	1,2	0,60 (0,41)	-2,52 (2,55)
1 km	52	49	52*	32			
3 km	51	54	50	30			

Phyllostomus discolor (v.e. = 7,2%)

500m	53⁺	52	43	67	3,3	-1,30 (0,83)	1,93 (2,26)
1 km	54	51	42	20			
3 km	50	52	49	13			

Taxocenose

Riqueza [S] (v.e. = 47,5%)

500m	51 ⁺	50	53	37	1,1	2,57 (0,14)	-0,84 (0,79)
1 km	51	50	53	32			
3 km	48	52	53	31			

Diversidade [$\exp(H')$] (v.e. = 36,9%)

500m	57⁺	53	45	42	1,2	1,87 (1,19)	1,22 (0,85)
1 km	57	53	43	35			
3 km	47	54	50	22			

Equitabilidade [PIE] (v.e. = 20,8%)

500m	51	49	52	29			
1 km	53	51	49	31			
3 km	42 ⁺	55	58	40	1,3	4,51 (0,07)	-0,69 (0,49)

⁺ Modelos com associações positivas entre as variáveis e as espécies ou índices ecológicos.

* Variáveis que apresentaram menor desvio de ajuste do modelo, comparado às demais com mesmo valor de importância relativa na escala focal.

Discussão

As associações entre as espécies e a composição da paisagem foram dependentes da escala e da proporção de cada tipo de fisionomia de cerrado na área estudada (Tabela 2). A maior importância da quantidade de hábitat é observada também em outros estudos que relacionam a estrutura da paisagem com as respostas nas populações e taxocenoses de morcegos em diferentes escalas (Gorrensens e Willig 2004; Klingbeil e Willig 2009, 2010). No entanto, tais trabalhos consideraram somente um tipo de fisionomia da vegetação nas análises (floresta primária), tanto por dificuldade em separar os tipos de

hábitat na classificação das imagens como por limitação estatística do número de amostras. Esta desconsideração pode dificultar a observação das respostas exclusivas da fragmentação nas populações e taxocenoses, uma vez que habitats diferentes possuem condições características de abrigo e recursos que devem influenciar a abundância e a composição das espécies de morcegos em uma área (Bernard e Fenton 2007; Faria et al. 2006; Aguirre 2002).

Respostas das espécies

Em áreas de cerrado, as fisionomias com maior densidade de vegetação arbórea localizam-se nas zonas ripárias (Oliveira e Ratter 2002). Estas zonas próximas a rios podem possibilitar maior disponibilidade de recursos (i.e., água, frutos e insetos) e abrigos (Bernard e Fenton 2003), assim como uma estratificação vertical que permite maior espaço para o voo de forrageio e uma cobertura de dossel que protege contra predadores aéreos (Monadjem e Reside 2008). Entretanto, por realizarmos capturas somente em áreas de CS é possível sugerir que, apesar de estarem associadas positivamente com a VA, estas espécies devem utilizar este tipo de habitat para forrageio ou como rota entre as áreas próximas de VA.

Em trabalhos realizados em áreas de floresta amazônica e de mata subtropical semidecídua a quantidade de habitat foi o aspecto da paisagem mais relacionado à abundância das espécies frugívoras e nectarívoras (Klingbeil e Willig 2009; Gorressen e Willig 2004). No cerrado, a ocorrência de frutos carnosos ocorre geralmente durante a estação chuvosa e a floração se inicia no final da estação seca (Batalha e Mantovani 2000). Tal padrão também foi observado em leguminosas (principalmente Mimosoideae e Caesalpinioideae) em uma área de cerrado (*stricto sensu*) a cerca de 50 km da área de estudo (Bulhão e Figueiredo 2002). Esta disponibilidade de flores e frutos nas áreas de

CS pode servir como atrativo para as espécies frugívoras e nectarívoras, com maior associação a VA, ocorrerem nos pontos de captura localizados em áreas de CS.

As espécies frugívoras e nectarívoras, com exceção de *D. cinerea*, tiveram associações mais fortes nas menores escalas, sugerindo que uma maior proporção de VA próxima aos pontos amostrais é determinante para a ocorrência destas espécies. *Carollia perspicillata* normalmente possui abrigo próximo a áreas com muitas fontes de forrageio (Heithaus e Fleming 1978), o que pode explicar a sua maior resposta na escala de 500 m em áreas de CS muito próximas de zonas ripárias. A maior abundância de *D. cinerea* em áreas com maior proporção de CS na escala de 3 km sugere que esta espécie deve ter condições de abrigo e recurso nestas áreas, uma vez que os morcegos desta espécie se alimentam de uma grande variedade de frutos e podem utilizar folhagem como abrigo (Simmons e Voss 1998).

A associação positiva dos *gleaning animalivores* com áreas de VA pode ser relacionada tanto a disponibilidade de insetos em zonas ripárias (Fukui et al. 2006) como a estratificação vertical que facilita o forrageio neste tipo de vegetação (Monadjem e Reside, 2008). As espécies desta guilda foram observadas com respostas positivas à densidade de bordas em vegetações florestais, possivelmente devido à maior disponibilidade de presas nestas áreas (Laurance et al. 2002) ou ao menor contraste entre a vegetação primária e a secundária, que não foram separadas nas análises (Klingbeil e Willig 2009). A presença de uma zona de transição na área de cerrado estudada (formada pelas matas ciliares, cerradão, CS e campo cerrado) pode, da mesma forma, diminuir o contraste entre as áreas com e sem cobertura vegetal e aumentar a quantidade de bordas de cada tipo de hábitat. Este fator pode ter sido determinante para a abundância das espécies de *Lophostoma* tanto em áreas de CS como em AB. No entanto, durante a estação chuvosa, caso deste estudo, observa-se uma maior quantidade

de presas para os *gleaning animalivores* no interior dos fragmentos, que pode ser responsável pela maior resposta a quantidade de hábitat em áreas de floresta (Klingbeil e Willig 2010).

Respostas da taxocenose

As respostas dos índices ecológicos tiveram menor dependência da escala focal do que as espécies, apresentando também pouca variação na importância relativa das variáveis (Tabela 2). Em outros estudos as respostas da maioria dos índices ecológicos às métricas da paisagem utilizadas também não apresentaram efeitos independentes (Gorresen e Willig 2004; Klingbeil e Willig 2009). A variedade de tipos de associações das espécies à estrutura da paisagem deve ser responsável pela baixa resposta observada nas taxocenoses, já que cada índice integra de diferentes formas as respostas das espécies constituintes (Gorresen e Willig 2004). Entretanto, a relação positiva observada entre os índices e a VA corrobora com a maior associação das espécies com estas áreas. Este padrão revela que as zonas ripárias são determinantes para estruturação das comunidades de morcegos nesta área de cerrado, uma vez que um maior número de espécies e de valores de diversidade e equitabilidade foram encontrados nos pontos com maior proporção de VA.

Ajuste dos modelos

Apesar da baixa porcentagem de variância explicada por alguns modelos selecionados, o tipo de análise aqui utilizada mostrou-se eficiente em revelar os tipos de fisionomias do cerrado mais relacionados com as espécies e taxocenoses. A utilização de seleção de modelos em estudos de paisagem com morcegos têm sido cada vez mais adotada em estudos recentes (Akasaka et al. 2010; Lundy e Montgomery 2010; Meyer et al. 2008).

Esse tipo de procedimento diminui o efeito da realização de múltiplos testes de significância realizado em outros estudos (Gorresen e Willig 2004, Klingbeil e Willig 2009, 2010). Além disto, é possível obter as escalas com maiores respostas das populações e assembleias, através da comparação entre as w_i das variáveis com maiores valores de importância relativa em cada escala.

Implicações conservacionistas

Este estudo representa a primeira tentativa de avaliar as respostas dos filostomídeos à proporção dos tipos de fisionomias existentes em áreas de cerrado, a partir de diferentes escalas focais. A existência de uma maior relação da composição da paisagem com as espécies do que com os índices ecológicos, observada também em outros estudos (Klingbeil e Willig 2009, 2010), mostra-se problemática, já que as decisões conservacionistas tendem a priorizar características das comunidades (e.g., riqueza, diversidade e equitabilidade) que possuem pouca associação com as métricas da paisagem.

Os morcegos realizam a dispersão de sementes de diversas espécies de plantas, sendo agentes necessários na sucessão de espécies pioneiras e no restabelecimento de plantas em florestas (Fleming 1988; Galetti e Morellato 1994). A dispersão e deposição das sementes ocorrem principalmente durante o percurso entre os abrigos noturnos próximos às áreas de forrageio (Thomas et al. 1988). Desta forma, a presença de espécies frugívoras em áreas de CS pode ajudar na restauração deste tipo de hábitat após impactos ambientais, que são causados em áreas de cerrado principalmente por queimadas naturais ou antrópicas (Braithwaite 1996).

A associação da maioria das espécies a uma maior proporção e proximidade (i.e., respostas em menores escalas) das áreas de VA destaca o papel das zonas ripárias

para a manutenção destas populações. Por haver respostas diferenciadas das espécies em relação à estrutura da paisagem entre as estações chuvosa e seca (Klingbeil e Willig 2010), faz-se necessário a realização de estudos em outros períodos do ano e com capturas também nas outras fisionomias existentes em áreas de cerrado. A menor perda de folhas e a baixa atuação do fogo nas zonas ripárias durante a estação seca (Coutinho 1978; Braithwaite 1996), devem indicar uma influência ainda maior destas áreas como áreas de refúgio durante este período do ano. No entanto, a realização das capturas somente em áreas de CS indica que este tipo de hábitat é utilizado por todas as espécies amostradas durante a estação chuvosa, seja como área de forrageio ou de abrigo. Estes resultados ressaltam a necessidade de políticas conservacionistas que visem à proteção dos diversos tipos de fisionomias dentro das reservas legais a serem criadas em áreas de cerrado.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos auxílios ao projeto relacionado a este trabalho, além da bolsa de estudos a C.L.C. Santos concedida por esta última instituição. Agradecemos também a Agostinho C. N. Pereira, Gustavo A. Brito, Jorge L.P. Moraes, Joudellys A. Silva, Leandro S. Moraes, Marco A.M. Ferreira e Vagner J. C. Bastos pelo apoio no trabalho de campo, assim como a Marcelo A. Bordignon pela confirmação taxonômica das espécies.

Referências

- Aguirre LF (2002) Structure of a Neotropical savanna bat community. *J Mammal* 83(3):775–784
- Aguirre LF, Lens L, Matthysen E (2003) Patterns of roost use by bats in a neotropical savanna: implications for conservation. *Biol Conserv* 111:435–443
- Akasaka T, Akasaka M, Yanagawa H (2010) Relative importance of the environmental factors at site and landscape scales for bats along the riparian zone. *Landscape Ecol Eng* 6:247–255
- Alho CJR (2005) Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchy cerrado landscape. *Arq Mus Nac* 63(1):41–48
- Batalha MA, Mantovani W (2000) Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Rev Bras Biol* 60:129–145
- Bates D, Maechler M, Bolker B (2011). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and syntax classes. R package version 0.999375-42. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4> (acessado em novembro de 2011)
- Bender DJ, Tischendorf L, Fahrig L (2003) Evaluation of patch isolation metrics for predicting animal movement in binary landscapes. *Landsc Ecol* 18:17–39
- Bernard E, Fenton MB (2003) Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35(2):262–277
- Bernard E, Fenton MB (2007) Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. *Biol Conserv* 134(3):332–343
- Boyles JG, Cryan PM, McCracken GF, Kunz TH (2011) Economic importance of bats

- in agriculture. *Science* 332:41–42
- Braithwaite RW (1996) Biodiversity and fire in the savanna landscape. In: Solbrig OT, Medina E, Silva JF (eds) *Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes*. Springer-Verlag, Berlin, pp 121–142
- Bulhão CF, Figueiredo PS (2002) Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Rev Bras Bot* 25(3):361–369
- Burnham KP, Anderson DR (1998) *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach*. Springer-Verlag, New York, p 353
- Ciechanowski M (2002) Community structure and activity of bats (Chiroptera) over different water bodies. *Mamm Biol* 67:276–285
- Coutinho LM (1978) O conceito de Cerrado. *Rev Bras Bot* 1:17–23
- Diniz-Filho JAF, Bini LM, Oliveira G et al. (2009) Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no cerrado. *Oecol Bras* 13(3):470–497
- Dobson AJ (2002) *An introduction to generalized linear models*. Chapman, London
- Fahrig L (1997) Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *J Wildl Manage* 61(3):603–610
- Faria D (2006) Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. *J Trop Ecol* 22:531–542
- Faria D, Lapis RR, Baumgarten J, Cetra M (2006) Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Biol Conserv* 15:587–612
- Fenton, MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK, Syme DM (1992) Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24:440–446

- Fleming TH (1988) The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. The University of Chicago Press, Chicago
- Fleming TH, Heithaus ER (1981) Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* 13:45–53
- Fukui D, Murakami M, Nakano S, Aoi T (2006) Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *J Anim Ecol* 75:1252–1258
- Galetti M, Morellato LPC (1994) Diet of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brasil. *Mammalia* 58:661–665
- Gardner AL (1977) Feeding habits. In: Baker RJ, Jones Jr JK, Carter DC (eds) *Biology of bats of the new world family Phyllostomidae. Part II*. Texas Tech University, Lubbock, pp 293–350
- Gardner AL (ed) (2007). *Mammals of South America: Volume 1, marsupials, xenarthrans, shrews and bats*. The University of Chicago Press, Chicago
- Gorresen PM, Willig MR (2004) Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *J Mammal* 85:688–697
- Heithaus ER, Fleming TE (1978) Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Ecol Monogr* 48:127–143
- Hurlbert SH (1971) The nonconcept of species diversity: a critique and alternative perspectives. *Ecology* 52(4):577–586
- IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e cartográficos (2011) Mapas cartográficos do Maranhão. Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br> (acessado em março de 2012)
- Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endang Species Res* 8:93–115
- Jost L (2006) Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363–375

- Kalko EKV (1998) Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101:281–297
- Kalko EKV, Friemel D, Handley Jr CO, Schnitzler H (1999) Roosting and foraging behavior of two neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica* 31(2):344–353
- Klingbeil BT, Willig MR (2009) Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *J Appl Ecol* 46:203–213
- Klingbeil BT, Willig MR (2010) Seasonal differences in population-, ensemble- and community-level responses of bats to landscape structure in Amazonia. *Oikos* 0:1–11
- Kunz TH, Brock CE (1975) A comparison of mist nets and ultrasonic detectors for monitoring the flight activity of bats. *J Mammal* 56:907–911
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Kalko EKV (2002) Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101:281–297
- Legendre P (1993) Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74:1659–1673
- Lloyd A, Law B, Goldingay R (2006) Bat activity on riparian zones and upper slopes in Australian timber production forests and the effectiveness of riparian buffers. *Biol Conserv* 129:207–220
- Lundy M, Montgomery I (2010) Summer habitat associations of bats between riparian landscapes and within riparian areas. *Eur J Wildl Res* 56:385–394

- Mazerolle MJ (2011) AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). R package version 1.21. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=AICcmodavg>.(acessado em novembro de 2011)
- McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E (2002) FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Univ. of Massachusetts. Disponível em: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> (acessado em novembro de 2011)
- Medellín RA, Equihua M, Amin MA (2000) Bat diversity as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conserv Biol* 14:1666–1675
- Meyer CF, Fründ J, Lizano WP, Kalko EKV (2008) Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. *J Appl Ecol* 45:381–391
- Monadjem A, Reside A (2008) The influence of riparian vegetation on the distribution and abundance of bats in an African savanna. *Acta Chiropt* 10(2):339–348
- Myers N, Mittermeir RA, Mittermeir CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H (2011). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-1. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan> (acessado em novembro de 2011)
- Oliveira-Filho AT, Ratter JA (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira PS, Marquis RJ (eds) *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, pp 91-120

- Patterson BD, Willig MR, Stevens RD (2003) Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. In: Kunz TH, Fenton MB (eds) Bat ecology. The University of Chicago Press, Chicago, pp 536–579
- Pielou EC (1975) Ecological Diversity. John Wiley & Sons, New York
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org> (acessado em novembro de 2011)
- Redondo RAF, Brina LPS, Silva RF, Ditchfield AD, Santos FR (2008) Molecular systematics of the genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). Mol Phylogenet Evol 49:44–58
- Simmons NB, Voss RS (1998) The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. Bull Am Mus Nat Hist 237:1– 219
- Solari S, Hooper SR, Larsen PA, Brown AD, Bull RJ, Guerrero JA, Ortega J, Carrera JP, Bradley RD, Baker RJ (2009) Operational criteria for genetically defined species: analysis of the diversification of the small fruit-eating bats, *Dermanura* (Phyllostomidae: Stenodermatinae). Acta Chiropt 11:279–288
- Straube FC, Bianconi GV (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar o esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chirop Neotrop 8: 150–152
- Thomas DW, Cloutier D, Provencher M, Houle C (1988) The shape of bird- and bat-generated seed shadows around a tropical fruiting tree. Biotropica 20:347–348
- Tubelis DP, Cavalcanti RB (2000) A comparison of bird communities in natural and disturbed non-wetland open habitats in the Cerrado's central region, Brazil. Bird Conserv Int 10:331–350

Wiegand T, Revilla E, Moloney KA (2005) Effects of habitat loss and fragmentation on populations dynamics. *Conserv Biol* 19(1):108–121

* Este artigo foi formatado de acordo com as normas da revista *Landscape Ecology*, com exceção do posicionamento das figuras e tabelas – que foram inseridas no texto para facilitar a revisão deste manuscrito.

ANEXO I
Normas da revista Landscape Ecology

Landscape Ecology
Instructions for authors

Manuscript Preparation

The journal only accepts manuscripts written in English. British or American English spelling and terminology may be used, but either should be followed consistently throughout the article. Manuscripts should be prepared using A4 or US Letter size, leaving adequate margins (one inch minimum) on all sides for referees' remarks. Please double-space all materials, including notes and references.

Manuscript Form

Assemble the manuscript with pages numbered consecutively beginning with the title page, and including tables, figures, and appendices. The manuscript should be assembled in the following order, with each of these components beginning on a new page:

- Title page
- Second page with bold-face headings Abstract followed by Keywords
- Text body, with bold-faced headings for sections including Introduction, Methods, Results, Discussion/Conclusion, Acknowledgments
- Tables, one per page, with captions
- Figure Captions
- Figures, one per page
- References section
- Numbered Appendices, if any (if the manuscript exceeds the length limit, appendices should be submitted as Supplementary Material.)

The title page should contain the following

- Title
- Author(s)
- Authors and affiliations with the full mailing address (for the corresponding author, please provide the email address and phone and fax numbers)
- Date of the manuscript draft
- Manuscript word count (including text, references, tables, and captions)

The manuscript title should be brief and informative. Because of the international readership of the journal, it is often helpful to include the country and other location information in the title.

For all author names, use the following order the given name, any middle initial(s), and surname. Provide the author's full mailing addresses. For the corresponding author, add email address and phone and fax numbers. When published, the full address and email of the corresponding author are included on the first page of the article. If an author has a different current addresses, footnote it. All addresses and institutional names should be translated or transliterated into English by the authors.

At the bottom of the title page include the total number of words in the manuscript, including all figure captions, tables, and references.

Example of the Title Page

Mapping spatial patterns with morphological image processing

Peter Vogt • Kurt H. Riitters • Christine Estreguil • Jacek Kozak • Timothy G. Wade • James D. Wickham

P. Vogt (Corresponding author) • C. Estreguil

Land Management and Natural Hazards Unit

(LMNH), European Commission – DG Joint

Research Centre, Institute for Environment and

Sustainability (IES), T.P.261, Via E. Fermi 1, I-21020

Ispra, VA, Italy

e-mail: peter.vogt@jrc.it

phone: xxx-xxx-xxxx/fax: xxx-xxx-xxxx

K. H. Riitters

US Forest Service, Southern Research Station, 3041

Cornwallis Road, Research Triangle Park, North

Carolina 27709, USA

J. Kozak

Institute of Geography and Spatial Management,

Jagiellonian University, Gronostajowa 7, 30-387

Krakow, Poland

T. G. Wade /J. D. Wickham

US Environmental Protection Agency,

Environmental Sciences Division, Research Triangle

Park, North Carolina 27711, USA

Date of the manuscript draft: Month Day, Year

Manuscript word count (including text, references, tables, and captions): XXX

An abstract should follow the title page on a separate page and should be no more than 250 words in length. The abstract should provide a brief summary of the research, including the purpose, methods, results, and major conclusions. Avoid lengthy descriptions of methods in the abstract. Do not include literature citations. Follow the abstract with a list of up to ten keywords. Include relevant locational information in the abstract and keywords if not contained in the title. Do not duplicate what is in the title. Include relevant locational information in the abstract and keywords if not contained in the title.

Text Length and Format

Landscape Ecology will consider articles that will occupy no more than 17 printed pages. Manuscripts should not exceed 7500 words, or 34 double-spaced manuscript pages including all figures, tables, references, and appendices. Shorter articles are encouraged; a concisely written manuscript will usually shorten the review time and reduce the extent of requested revisions. The manuscript should be written in English following British or American style, including both spelling and punctuation conventions. Quotations of more than 40 words should be set off clearly by indenting the left-hand margin. Use double quotation marks for direct quotations and single quotation marks for quotations within quotations.

The entire manuscript must be typed fully double spaced throughout, including text, quotations, tables, table and figure captions, references, etc., at 12 lines/10 cm (3 lines/inch). Margins should be at least 2.4 cm on all sides with text printed in a 12-point font (proportionately spaced type) or 4 characters/cm if character spacing is uniform. Times New Roman is a preferred font. Indent when beginning a new paragraph, but not beginning a new section with a heading. Do not use right or full justification. Use left line numbering for text only after the title page, with numbers appearing every 5 lines.

For a wealth of information and guidance on all aspects of manuscript style, language, and formatting, consult *Scientific Style and Format: The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, Council of Biological Editors, Inc., 6th Ed., Cambridge Univ. Press, 1994.

Manuscript Organization

The text of each article should be organized as follows whenever possible: Introduction, Methods, Results, and Discussion. Subdivisions of these sections should be as simple as possible and limited to only three levels. All headings should be flush left.

Do not use underlining on a word processor. Italicize scientific names of organisms and the symbols for all variables and constants except Greek letters. Symbols should be italic in the figures to match the text. Italics should rarely be used for emphasis.

Equations should be numbered sequentially at the right margin in parentheses whether they are cited later within the manuscript. Use leading zeros with all numbers $P < 0.001$, including probability values (e.g., $P < 0.001$).

Do not use footnotes or endnotes. Incorporate all information within the text.

Use the International System of Units (SI units, *Système International d'Unités*) of measure. Concise guidelines can be downloaded from: <http://www.astm.org/>. If necessary, equivalent values in older units may also be included. Non-standard abbreviations should be placed in parentheses after the full word the first time it appears. Use abbreviations sparingly.

Biological Nomenclature

All organisms mentioned should have their scientific names indicated. If an English or common name is used for a species, when first mentioned in the text the scientific name should appear following in italics, within parentheses (e.g., red pine (*Pinus resinosa*)). Additional species with the same genus should have the scientific name following with first use, but with the first letter genus abbreviation, along with the specific epithet of the binomial (e.g., following above, white pine (*P. strobus*)). The journal does not require full authorities with species binomials, unless warranted for clarity. However, the reference flora or key used should be cited and all nomenclature should be consistent with that source.

Acknowledgements

Acknowledgments of assistance, funding, etc. or dedications should be brief and placed under an Acknowledgments heading before the References section.

References

For citations within the text use the name and year system, e.g., Troll (1939) or (Troll 1939). Use semicolons between citations. Examples of various usage:

Indirect citation (Troll 1939)

Citation as subject or object Naveh and Lieberman (1984)

Semicolons between citations (Forman and Godron 1986; Turner and Gardner 1991)

Same author, multiple citations (Levin 1976, 1992)

Same author, same date (Opdam 1991a,b)

Three or more authors (McCain et al 1992a,b)

Citation with other text in parentheses (see Risser et al 1984 for details)

Multiple citations with text (..... Gardner et al 1987; Wiens 1989; Zonneveld 1995; Jelinski and Wu 1996; Mladenoff and Baker 1999)

The reference list should be titled References and begin on a new page. The list should be alphabetically arranged and typed double-spaced. Include only those references cited in the text.

The format of references in the References section should conform the following styles:
Different kinds of references and their presentation in basic Springer reference style.

Type Example

Journal article Wu J, Hobbs RJ (2002) Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecol* 17:355-365

Foley JA, DeFries R, Asner GP et al (2005) Global consequences of land use. *Science* 309:570–574

Inclusion of issue number (optional) Saunders DS (1976) The biological clock of insects. *Sci Am* 234(2):114–121

Journal issue with issue editor Smith J (ed) (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

Journal issue with no issue editor *Mod Genomics J* (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

Book chapter Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 2-11

Wiens JA (1992) Ecological flows across landscape boundaries: a conceptual overview. In: di Castri F and Hansen AJ (eds) *Landscape boundaries*. Springer, New York, pp 216–235

Book, authored South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV (2001) *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer, New York

Book, edited Smith J, Brown B (eds) (2001) *The demise of modern genomics*. Blackwell, London

Wu J, Hobbs RJ (eds) (2006) *Key topics in landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge

Chapter in a book in a series without volume titles Schmidt H (1989) Testing results. In: Hutzinger O (ed) *Handbook of environmental chemistry*, vol 2E. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 111

Chapter in a book in a series with volume titles Smith SE (1976) Neuromuscular blocking drugs in man. In: Zaimis E (ed) *Neuromuscular junction*. Handbook of experimental pharmacology, vol 42. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp593–660

Proceedings as a book (in a series and subseries) Zowghi D et al (1996) A framework for reasoning about requirements in evolution. In: Foo N, Goebel R (eds) *PRICAI'96: topics in artificial intelligence*. 4th Pacific Rim conference on artificial intelligence, Cairns, August 1996. Lecture notes in computer science (Lecture notes in artificial intelligence), vol 1114. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 157

Proceedings with an editor (without a publisher) Aaron M (1999) The future of genomics. In: Williams H (ed) *Proceedings of the genomic researchers*, Boston, 1999

Proceedings without an editor (without a publisher) Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. In: *Abstracts of the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms*, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

Paper presented at a conference Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. Paper presented at the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

Patent. Name and date of patent are optional Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998

Dissertation Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Institutional author (book) International Anatomical Nomenclature Committee (1966) *Nomina anatomica*. Excerpta Medica, Amsterdam

Non-English publication cited in an English publication Wolf GH, Lehman P-F (1976) *Atlas der Anatomie*, vol 4/3, 4th edn. Fischer, Berlin. [NB: Use the language of the primary document, not that of the reference for "vol" etc.!]

Non-Latin alphabet publication. The English translation is optional. Marikhin VY, Myasnikova LP (1977) *Nadmolekulyarnaya struktura polimerov* (The supramolecular structure of polymers). Khimiya, Leningrad

In press Wilson M et al (2001) References. In: Wilson M (ed) *Style manual*. Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)

Internet publications Canadian Biodiversity Information Network (2004) Urban biodiversity. Environment Canada, Ottawa, Ontario. Available from <http://www.cbin.ec.gc.ca/primers/urban.cfm> (accessed August 2005)

References cited only in Supplemental Material should be listed at the end of the Supplemental Material, and excluded from the References section of the main article.

Data Presentation and Analysis

Provide adequate information in the methods and in any tables and figures summarizing data analysis so that a reviewer or reader can assess the appropriateness of the methods used and your interpretation of the results. This includes adequate description of design, sampling and measurement, and sample sizes. Report some measure of estimated precision, such as confidence intervals or standard errors. It is essential to provide explicit statements about whether important assumptions of statistical methods were met adequately. Succinct statements can be made after the first mention of a method; include a reference for the assumptions and associated procedures for checking them. Any assumption that has an important bearing on the validity of the results should be addressed. Assumptions about scales of measurement (e.g., nominal, ordinal, interval, ratio), normality, equal variances, and independence (lack of temporal and spatial autocorrelation), for example, are pertinent for commonly used parametric methods. Other statistical methods may require that these or other conditions be met. For all statistical methods used, it is the author's responsibility to know what the important assumptions are, to explain how those assumptions were checked, and to indicate whether the assumptions were met. Example of a succinct statement about statistical assumptions: "On the basis of normal-probability plots and histograms, the assumption of normality for regression-model residuals (reference) was met." Because space is often of explicit interest in landscape ecology studies, take care to show how scale effects have been included in the study design and analysis. Classifications of landscape and land use/land cover types should have adequate details of the methods used as well as information on classification accuracy.

Tables, Figures, and Appendices

Number all tables, figures, and appendices consecutively, as separate groups, using Arabic numerals. Within each group, number them in the order in which they appear in the text. Indicate with a double-spaced line break in the text and note, where in the text a table or figure should appear, e.g.,

#Table 1 approximately here#

This should be after each is first mentioned in the text.

Appendices should be placed after the References section. Each appendix must be numbered and have a title.

Do not write using tables and figures as the subject or object of a sentence; make the information you are discussing the subject, and refer to tables and figures only parenthetically. Similarly, do not repeat a description of what the table or figure contains; this should be in the caption and not repeated in the text. Focus on your subject.

Tables

Tables should be typed double-spaced, each on a separate page. Place the table caption at the top of the table, beginning with the Arabic numeral of the table. Tables should be numbered in order of their appearance in the text. Each column in the table should have a brief, but clear, capitalized heading, centered over the column. Units of measure should be indicated within parentheses in the headings. Align column values by the decimal point, or flush right without decimal values. Do not use vertical grid lines, and avoid excessive horizontal grid lines as produced within many spreadsheet programs as a default. Horizontal lines should appear at the top, below the headings, and at the bottom. Table captions should be complete enough to make the table free standing and interpretable without referring to the text. Do not duplicate information in table captions and text. In tables, footnotes are preferable to long explanatory material in either the heading or body of the table. Such explanatory footnotes, identified by superscript letters, should be placed immediately below the table.

Figures

Figures (diagrams, graphs, maps, photographs and other images) must be of high quality and numbered consecutively with Arabic numerals. Photographs and images should be submitted electronically in a high-resolution digital format. Assume that most figures

will be reduced to a one-column width. Submit them actual size, or test reductions to assure that adequate font sizes and line weights are used. Examine recent issues of the journal.

Symbols, abbreviations, and spelling of labels should be consistent with the text. When special symbols are used in a figure their key should also appear in the figure, not in the figure caption. Do not include a figure title within the figure itself. For graphs, label both axes, including units. Use a Sans Serif font (such as Arial) for text labels on figures, including graphs and maps. Generally, use closed box graphs, and avoid gridlines often produced as default options with spreadsheet software. Use only the number of axis values necessary for clarity, and use intervening tick marks. Avoid complex bar fills and multiple gray shades. Use 3-D graphs only where needed and where all data in the graph can be seen.

Captions for the figures should be typed double-spaced on a separate page preceding the figures. Captions should be adequate enough so that the figures are interpretable without referring to the text. Do not duplicate information in the captions and text. Like tables, figures should be labeled in the numeric order in which they first appear in the text.

Maps and Images

Maps are frequently needed in Landscape Ecology and require particular attention. At the same time, maps use large amounts of page space, and should be used only where required. As with other figures, reduction is usual, so very sharp, high quality images should be used, whether black and white or in color. See the Manuscript Submission section for file type and submission instructions. Generally, scanned reproductions of published maps are not acceptable, as well as usually violating copyright laws.

Generally only four gray shades will reproduce well enough for visual clarity in publication, especially in complex maps. If a map is necessary and important to your story, it must be clear and interpretable to the reader. Color maps and images can reproduce many more classes clearly. Costs of color figures are EURO 950.00 per article. Costs of color images are born by the authors. Contact the publisher for current pricing information. Submit figures (graphs, maps, image) with color for review only where color is desired in publication.

No figures should be submitted in color if they are not to be published in color.

Do not place an outer box around the figures, as this only wastes space. Include a legend (key), north arrow, and scale within each figure. Provide latitudinal/longitudinal coordinates and note them in the description of the study landscape location in the

methods section. Figures also look best if they have a moderate weight boundary line around map edges. Consult current issues of the journal for guidance in formatting and using figures.

Because of our broadly international readership, articles should usually have a first figure that indicates the continental and country location of the study landscape. This can best be done by using one or two nested, small inset maps along with a larger map of the study area. The number of scales that need to be shown and the amount of detail needed depends on the extent of the study landscape.

CAPÍTULO II

Parasitismo de moscas ectoparasitas em morcegos no limite norte do cerrado brasileiro

Parasitismo de moscas ectoparasitas em morcegos no limite norte do cerrado brasileiro

Ciro Lício Caldas dos Santos^{1*}, Agostinho Cardoso Nascimento Pereira², Vagner de Jesus Carneiro Bastos², Gustavo Gracioli³, José Manuel Macário Rebêlo²

¹ Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, CEP 79070-900, Brasil;

² Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, CEP 65000-000, Brasil;

³ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, CEP 79070-900, Brasil.

*Autor correspondente: cirolb@yahoo.com.br

Abstract

In this research we found the highest number of batflies species already recorded in the Brazilian cerrado and also describe the associations and the parasitism pattern of these species in their hosts. We collected 1,390 ectoparasite flies, belonging to 24 species of Streblidae and one of Nycteribiidae, parasitizing 227 bats of 15 species. Among the species found, we highlight the presence of flies *Trichobius* sp. on *Lonchophylla mordax* and the first occurrence of *Herskovitzia* sp. on *Thyroptera devivoi*. The *Lophostoma* species showed the highest proportion of individuals (70%) with infracommunities of ectoparasite flies and the highest parasitological index values. The high number of batflies and hosts species, as well as the high rates values of parasitism and of infracommunities, reveals that this area has good shelter conditions for these species. This abundance of species and of ectoparasites per host is opposed to the hypothesis that a higher mean intensity of ectoparasites could be a result of less competition for hosts by flies, in areas with lower ectoparasites species number.

Keywords

Diptera, Streblidae, Nycteribiidae, Phyllostomidae, savanna, host-parasite associations

Resumo

Neste trabalho registramos o maior número de espécies de moscas ectoparasitas entre os já realizados no cerrado brasileiro e discutimos as associações e o padrão de parasitismo destas espécies em seus hospedeiros. Nós coletamos 1.390 moscas ectoparasitas, pertencentes a 24 espécies de Streblidae e uma de Nycteribiidae, parasitando 227 morcegos de 15 espécies. Entre as espécies encontradas destaca-se a presença de moscas *Trichobius* sp. em *Lonchophylla mordax* e a primeira ocorrência de *Hershkovitzia* sp. em *Thyroptera devivoi*. As espécies de *Lophostoma* foram as que apresentaram maior proporção de indivíduos (70%) com infracomunidades de moscas ectoparasitas e os mais altos valores dos índices parasitológicos. O elevado número de espécies de moscas ectoparasitas e de hospedeiros, assim como os altos valores das taxas de parasitismo e de infracomunidades, revela que esta área de cerrado possui boas condições de abrigo para estas espécies. Esta abundância tanto de espécies quanto de ectoparasitos por hospedeiro se contrapõe à hipótese de que uma maior intensidade média de ectoparasitos seria consequência de uma menor competição das moscas por hospedeiros, em áreas com menor riqueza de espécies ectoparasitas.

Palavras-chave

Diptera, Streblidae, Nycteribiidae, Phyllostomidae, savana, associações parasito-hospedeiro.

Introdução

Entre as causas da variação no padrão de parasitismo dos ectoparasitos são relacionadas características tanto dos hospedeiros quanto intrínsecas aos parasitos. Por estarem associados com seus hospedeiros durante maior parte do seu ciclo de vida, a distribuição geográfica, o comportamento, o tamanho corporal, as defesas imunológicas e o tipo de abrigo destes são determinantes na abundância e diversidade de parasitos em uma região (Marshall 1982, ter Hofstede e Fenton 2005, Patterson *et al.* 2007). Além disto, a taxa de reprodução, o comportamento reprodutivo e a razão sexual dos ectoparasitos (Reckardt e Kerth 2006, Dittmar *et al.* 2011), assim como as relações interespecíficas em um mesmo hospedeiro (Patterson *et al.* 2009, Presley 2011), também contribuem para a sua ocorrência.

Os dípteros ectoparasitos de morcegos, pertencentes às famílias Streblidae e Nycteribiidae, são hematófagos obrigatórios com grande variação morfológica e com alta especificidade aos seus hospedeiros (Marshall 1982, Wenzel *et al.* 1966, Dick 2007). No neotrópico, estas famílias distribuem-se em diversos tipos de vegetação (Prevedello *et al.* 2005), com maiores quantidades de registros na região amazônica (Wenzel *et al.* 1966, Wenzel 1976, Guerrero 1997) e em florestas decíduas do centro-sul do continente (Dick e Gettinger 2005, Bertola *et al.* 2005, Autino *et al.* 2009, Camilloti *et al.* 2010).

O cerrado é caracterizado por possuir grande variação de fisionomias e um padrão diferenciado de distribuição da flora ao longo da sua extensão (Oliveira-Filho e Ratter 2002). Em função disto, este bioma adquire grande importância para o entendimento dos padrões das associações parasito-hospedeiro em suas áreas remanescentes. No Brasil, os estudos realizados sobre moscas ectoparasitas de morcegos em áreas de cerrado foram principalmente inventários faunísticos (Gracioli e

Coelho 2001, Graciolli e Aguiar 2002, Graciolli *et al.* 2006a, 2010). Os poucos trabalhos que abordaram os aspectos quantitativos deste tipo de parasitismo neste bioma estão concentrados em áreas do centro-oeste do Brasil (Coimbra *et al.* 1984, Komeno e Linhares 1999, Eriksson *et al.* 2011, Aguiar e Antonini 2011).

Neste trabalho registramos o maior número de espécies de moscas ectoparasitas entre os já realizados no cerrado brasileiro e descrevemos quantitativamente as associações entre os estreblídeos e nictერიბídeos e seus hospedeiros. A partir dos resultados aqui discutidos, pretendemos contribuir para o conhecimento do padrão de parasitismo destes dípteros no cerrado e incentivar novos estudos em outras áreas ainda não pesquisadas.

Material e métodos

A área de estudo localiza-se no município de Barreirinhas (3° 0' S, 43° 6' O), Maranhão, no limite norte da distribuição do cerrado no Brasil (Figura 1). O clima é tropical quente semi-árido (tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen), com temperatura média anual superior a 27°C. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1.200 mm e 1.600 mm, com período chuvoso nos seis primeiros meses do ano e de estiagem nos demais (IMESC 2011). O tipo de vegetação predominante é cerrado (*stricto sensu*), apresentando também formações de campo cerrado, cerradão, veredas e mata ciliar, segundo a classificação de Oliveira-Filho e Ratter (2002).



Fonte: Oliveira-Filho e Ratter (2002)

Figura 1 – Localização da área de estudo (seta) no limite norte do cerrado brasileiro.

Capturamos os morcegos em 12 pontos de cerrado (*stricto sensu*), distantes mais de 3 km entre si e localizados a cerca de 200 m da borda de estradas não pavimentadas. Entre os meses de janeiro e maio de 2011, realizamos em cada ponto cinco noites de captura (das 18h até 24h) em períodos de lua minguante e nova. Para captura dos morcegos, utilizamos 12 redes de neblina (2,5m x 12m) dispostas em seis estações, com duas redes em cada uma e distantes mais de 20 m uma da outra. O esforço de captura total foi de 129.600 m².h, de acordo com padronização proposta por Straube e Bianconi (2002).

A fim de identificar as recapturas, realizamos marcações em todos os morcegos através de corte de parte da pelagem dorsal. Para coleta dos dípteros ectoparasitos, dois observadores vistoriaram a superfície corporal dos morcegos, coletando as moscas com auxílio de pinças e as fixando em álcool a 70%. Identificamos as espécies de morcegos de acordo com a classificação apresentada por Gardner (2007), exceto o gênero *Dermanura* Gervais, 1856 que foi validado em estudos moleculares (Redondo *et al.* 2008, Solari *et al.* 2009). Já as moscas ectoparasitas identificamos a partir da proposta de Wenzel (1976), Wenzel *et al.* (1966) e Guerrero (1994a, 1994b, 1995, 1996). Os testemunhos das espécies de morcegos e moscas ectoparasitas estão depositados na Coleção de Referência Zoológica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (ZUFMS) e na Coleção Zoológica do Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão.

Utilizamos neste trabalho as definições propostas por Bush *et al.* (1997) para comunidade componente (conjunto de espécies ectoparasitas encontradas em uma espécie hospedeira), infracomunidade (comunidade de populações de ectoparasitos em um único hospedeiro), prevalência (número de hospedeiros parasitados/ número de hospedeiros capturados) e intensidade média de infestação (média de parasitos por hospedeiro). Já a porcentagem da abundância total de uma única espécie de ectoparasito encontrada em cada espécie hospedeira é apresentada no índice de especificidade, de acordo com Dick e Gettinger (2005). Para calcular os intervalos de confiança da prevalência e da intensidade média de infestação utilizamos o programa Quantitative Parasitology 3.0 (Rózsa *et al.* 2000). As infestações em hospedeiros não primários ocorridas em noites em que o hospedeiro principal foi capturado foram consideradas acidentais, segundo Dick (2007).

Resultados

Capturamos 487 morcegos pertencentes a 27 espécies e quatro famílias (Molossidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e Vespertilionidae). As espécies de filostomídeos totalizaram 85,2% das capturas, sendo as mais abundantes *Dermanura cinerea* Gervais, 1856 (24,1%), *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (21,8%) e *Lophostoma carrikeri* (J.A. Allen, 1910) (9,9%). Registramos 227 morcegos (15 espécies) com ectoparasitos (Tabela 1), não havendo parasitismo em *D. cinerea* – 117 indivíduos capturados, *A. lituratus* (Olfers, 1818) – 7, *A. obscurus* (Schinz, 1821) – 10, *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821) – 1, *Micronycteris microtis* Miller, 1898 – 3, *Phylloderma stenops* Peters, 1865 – 1, *Platyrrhinus lineatus* (É. Geoffroy, 1810) – 9, *Trinycteris nicefori* Sanborn, 1949 – 1, *Uroderma bilobatum* Peters, 1866 – 2 (Phyllostomidae), *Cynomops planirostris* (Peters, 1865) – 1 (Molossidae), *Eptesicus furinalis* (d'Orbigny, 1847) – 1, e *Myotis riparius* Handley, 1960 – 1 (Vespertilionidae).

Coletamos 1.390 moscas ectoparasitas, representando 24 espécies (10 gêneros) de Streblidae e uma de Nycteribiidae; destas, 22 (88%) foram monoxênicas (associadas com uma única espécie hospedeira), duas oligoxênicas (presente em espécies hospedeiras congênicas) e uma polixênica (associada com espécies hospedeiras não-congênicas). Recapturamos quatro morcegos com moscas ectoparasitas; três indivíduos da espécie *C. perspicillata* – infestados por 12 moscas da espécie *Trichobius joblingi* Wenzel, 1966, uma da *Speiseria ambigua* Kessel, 1925 e uma da *Strebla guajiro* (García e Casal, 1965) – e um de *Lonchophylla mordax* Thomas, 1903 (parasitado por um estreblídeo *Trichobius* sp. nov.). Para as análises de padrão de parasitismo não consideramos os estreblídeos dos hospedeiros que foram recapturados, uma vez que estes não representam uma amostra independente de sua população.

Tabela 1 – Espécies de moscas ectoparasitas coletadas nos morcegos na área de cerrado estudada.

Hospedeiro (n)	Ectoparasito (n)	P (95% IC)	IM (95% IC)	IE
<i>Artibeus planirostris</i> (39)	<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> (14)	25,6 (13,0-42,1)	1,4 (1,0-1,8)	100
	<i>Megistopoda aranea</i> (24)	33,3 (19,1-50,2)	1,8 (1,3-2,8)	100
<i>Carollia perspicillata</i> (106)	<i>Speiseria ambigua</i> (17)	12,3 (6,7-20,1)	1,3 (1,1-1,7)	100
	<i>Strebla guajiro</i> (13)	10,4 (5,3-17,9)	1,2 (1,0-1,4)	100
	<i>Trichobius joblingi</i> (135)	54,7 (44,7-64,4)	2,3 (2-2,8)	99,3
<i>Desmodus rotundus</i> (15)	<i>Trichobius parasiticus</i> (17)	53,3 (26,6-78,7)	2,1 (1,5-2,7)	100
<i>Glossophaga soricina</i> (9)	<i>Trichobius dugesii</i> (1)	11,1 ^c	1 ^c	100
<i>Lonchophylla mordax</i> (25)	<i>Trichobius</i> sp. nov. (17) ^a	28 (12,1-49,4)	2,3 (1,3-4,4)	100
<i>Lonchophylla thomasi</i> (3)	<i>Trichobius</i> sp. nov. (1) ^a	33,3 ^c	1 ^c	100
<i>Lophostoma brasiliense</i> (7)	<i>Mastoptera minuta</i> (59)	85,7 (42,1-99,6)	9,8 (4,3-20,3)	8,1
	<i>Strebla hoogstraali</i> (16)	57,1 (18,4-90,1)	4 (1,0-5,5)	100
	<i>Trichobius silvicolae</i> (8)	42,9 (9,9-81,6)	2,7 (2,0-3)	88,9
<i>Lophostoma carrikeri</i> (48)	<i>Mastoptera minuta</i> (533)	97,9 (88,9-99,9)	11,3 (9,3-14)	73,6
	<i>Pseudostrebla sparsisetis</i> (90)	52,1 (37,2-66,7)	3,6 (2,4-5,8)	100
	<i>Stizostrebla longirostris</i> (175)	83,3 (69,8-92,5)	4,4 (3,4-5,6)	99,4
	<i>Trichobius joblingi</i> (1) ^b	2,1 ^c	1 ^c	0,7
<i>Lophostoma silvicolum</i> (28)	<i>Mastoptera minuta</i> (130)	78,6 (59,0-91,7)	5,9 (3,7-11,5)	17,9
	<i>Pseudostrebla greenwelli</i> (2)	3,6 ^c	2 ^c	100
	<i>Pseudostrebla riberoi</i> (9)	21,4 (8,3-41,0)	1,5 (1,0-2,2)	100
	<i>Stizostrebla longirostris</i> (1) ^b	3,6 ^c	1 ^c	0,5
	<i>Strebla tonatiae</i> (9)	7,1 (0,9-23,5)	4,5 (1,0-4,5)	100
	<i>Trichobius silvicolae</i> (1)	3,6 ^c	1 ^c	11,1
<i>Mimon crenulatum</i> (15)	<i>Basilina mimoni</i> (10)	33,3 (11,8-61,6)	2 (1,0-3,6)	100
<i>Phyllostomus discolor</i> (13)	<i>Strebla hertigi</i> (2)	15,4 (1,9-45,4)	1 ^c	100
	<i>Trichobioides perspicillatus</i> (9)	38,5 (13,8-68,4)	1,8 (1,0-2,4)	100
	<i>Trichobius costalimai</i> (42)	92,3 (64,0-99,8)	3,5 (2,0-5,2)	100
<i>Phyllostomus hastatus</i> (8)	<i>Mastoptera minuta</i> (2)	25 (3,2-65,1)	1 ^c	0,3
	<i>Trichobius longipes</i> (13)	62,5 (24,5-91,5)	2,6 (1,2-4)	100
<i>Sturnira lilium</i> (6)	<i>Aspidoptera falcata</i> (18)	66,7 (22,3-95,7)	4,5 (1,7-6,5)	100
	<i>Megistopoda proxima</i> (5)	33,3 (4,3-77,7)	1,5 (1,0-2,0)	100
<i>Thyroptera devivoi</i> (2)	<i>Hershkovitzia</i> sp. (1) ^a	50 ^c	1 ^c	100
<i>Tonatia bidens</i> (9)	<i>Strebla galindoi</i> (4)	22,2 (2,8-60,0)	2 (1,0-3,0)	100

P: prevalência (%); IM: intensidade média de infestação; IC: intervalo de confiança; IE: índice de especificidade (%); *a*: novos registros de parasitismo no hospedeiro; *b*: associações acidentais; *c*: dados insuficientes para calcular o IC.

A maioria das associações parasito-hospedeiro foi exclusiva (68,7%), apresentando índice de especificidade igual a 100% (Tabela 1), e com apenas uma espécie de estreblídeo (59,5% dos hospedeiros infestados). A espécie com maior número de infracomunidades de ectoparasitos foi *L. carrikeri*, apresentando 44,7% de associações com três espécies de estreblídeos e 48,9% com duas (Tabela 2). Quanto aos ectoparasitos, a espécie com maior número de associações não acidentais foi *Mastoptera minuta* (Costa Lima, 1921), encontrada em quatro espécies hospedeiras. Na

Tabela 1, apresentamos os valores de prevalência e intensidade média das espécies de estreblídeos e nictერიბídeos em seus hospedeiros.

Tabela 2 – Número de hospedeiros infestados por infracomunidades de moscas ectoparasitas (N) e a porcentagem do total de morcegos parasitados na área de cerrado estudada.

Hospedeiros (n) / Ectoparasito	N	%
<i>Artibeus planirostris</i> (21)		
<i>Aspidoptera phyllostomatis</i> + <i>Megistopoda aranea</i>	4	19
<i>Carollia perspicillata</i> (67)		
<i>Speiseria ambigua</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	7	10,4
<i>Strebla guajiro</i> + <i>Trichobius joblingi</i>	7	10,4
<i>S. ambigua</i> + <i>S. guajiro</i> + <i>T. joblingi</i>	3	4,5
<i>Lophostoma brasiliense</i> (7)		
<i>Mastoptera minuta</i> + <i>Strebla hoogstraali</i>	2	28,6
<i>M. minuta</i> + <i>S. hoogstraali</i> + <i>Trichobius silvicolae</i>	2	28,6
<i>Lophostoma carrikeri</i> (47)		
<i>M. minuta</i> + <i>Pseudostrebla sparsisetis</i>	4	8,5
<i>M. minuta</i> + <i>Stizostrebla longirostris</i>	19	38,3
<i>M. minuta</i> + <i>P. sparsisetis</i> + <i>S. longirostris</i>	21	44,7
<i>M. minuta</i> + <i>S. longirostris</i> + <i>T. joblingi</i>	1	2,1
<i>Lophostoma silvicolum</i> (24)		
<i>M. minuta</i> + <i>Pseudostrebla riberoi</i>	5	20,8
<i>M. minuta</i> + <i>Pseudostrebla greenwelli</i> + <i>Strebla tonatiae</i>	1	4,2
<i>M. minuta</i> + <i>S. tonatiae</i> + <i>T. silvicolae</i>	1	4,2
<i>Phyllostomus discolor</i> (13)		
<i>Trichobioides perspicillatus</i> + <i>Trichobius costalimai</i>	4	30,7
<i>Strebla hertigi</i> + <i>T. perspicillatus</i> + <i>T. costalimai</i>	1	7,7
<i>S. hertigi</i> + <i>T. costalimai</i>	1	7,7
<i>Phyllostomus hastatus</i> (6)		
<i>M. minuta</i> + <i>Trichobius longipes</i>	2	33,3
<i>Sturnira lilium</i> (4)		
<i>Aspidoptera falcata</i> + <i>Megistopoda proxima</i>	3	75

Discussão

O número de espécies de moscas ectoparasitas registradas neste estudo (25) foi superior à maioria dos já realizados na América do Sul, sendo menor somente do que os inventários realizados em várias localidades no Paraguai (Dick e Gettinger 2005, 31 espécies) e no sul do Brasil (Prevedello *et al.* 2005, 32). Em áreas de cerrado, os estudos com maior número de espécies registradas foram realizados por Graciolli *et al.* (2010, 21 espécies), Eriksson *et al.* (2011, 17) e Komeno e Linhares (1999, 12). Entre os fatores que podem ser sugeridos para a maior quantidade de espécies de moscas ectoparasitas encontrada, destacamos: 1) a localização da área de estudo próxima à zona de transição oriental amazônica (Ab' Saber 1977), abrangendo o limite de distribuição de várias espécies hospedeiras (Simmons 2005); 2) a existência de fatores externos ao hospedeiro que podem afetar a abundância dos ectoparasitos, como o tipo de clima, vegetação (Prevedello *et al.* 2005) ou abrigo do hospedeiro (Wenzel *et al.* 1966, Patterson *et al.* 2007); 3) o número maior de indivíduos e de espécies hospedeiras do que o registrado em outros estudos com fauna menos rica e abundante, como os realizados em uma floresta decídua (Camilloti *et al.* 2010) e em uma caatinga arbustiva (Rios *et al.* 2008); 4) o esforço amostral superior aos trabalhos realizados em área de cerrado (Graciolli *et al.* 2010, Eriksson *et al.* 2011).

As variações nas comunidades componentes de moscas ectoparasitas nas espécies hospedeiras podem ser atribuídas a diferenças regionais na composição de espécies de morcegos, à história biogeográfica da área ou à falta de especificidade dos ectoparasitos (Rui e Graciolli 2005). Além dos novos registros de associações (Tabela 1), encontramos as seguintes variações nas comunidades componentes: a ausência de *Paraeuctenodes similis* Wenzel, 1976 em *C. perspicillata*, associação observada em regiões de Mata Atlântica (Bertola *et al.* 2005, Prevedello *et al.* 2005) e floresta

amazônica (Guerrero 1996); a ausência de *Metelasmus pseudopterus* Coquillet, 1907, que é encontrada parasitando espécies de *Artibeus* do centro-sul do Brasil (Eriksson *et al.* 2011, Bertola *et al.* 2005); o menor número de espécies ectoparasitas em *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810), que em outras áreas de cerrado é parasitada também por *Trichobius furmani* Wenzel, 1966 e *Strebla wiedemanni* Kolenati, 1856 (Eriksson *et al.* 2011, Aguiar e Antonini 2011); a ausência de *Trichobius uniformis* Curran, 1935 e *Strebla curvata* Wenzel, 1976 em *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766), encontradas nesta espécie em áreas de cerrado (Eriksson *et al.* 2011, Graciolli *et al.* 2010), além do parasitismo por *Paraeuctenodes longipes* Pessôa e Guimarães, 1937 registrado no sul do Brasil (Graciolli e Rui 2001). Destaca-se, também, a inexistência de parasitismo em *D. cinerea*, espécie que tem registro de parasitismo por moscas ectoparasitas do gênero *Neotrichobius* Wenzel e Aitken, 1966 na região amazônica (Guerrero 1994a).

Registramos somente duas associações acidentais, *T. joblingi* em *L. carrikeri* e *Stizostrebla longirostris* Jobling, 1939 em *Lophostoma silvicolium* Tomes, 1863. Desconsiderando estas associações, encontramos uma proporção de espécies monoxênicas similar (88%) ao estudo realizado por Dick e Gettinger (2005, 87,1%), que também priorizaram métodos que reduzissem o número de associações acidentais. A única espécie polixênica encontrada (*M. minuta*) está atualmente agrupada em um complexo, por haver pequena variação morfométrica e morfológica entre os indivíduos de espécies hospedeiras diferentes (Wenzel 1976). No entanto, a sua maior especificidade registrada em *Lophostoma* (99,6%) neste estudo corrobora com sua maior abundância em morcegos deste gênero (Guerrero 1995, Wenzel 1976).

A prevalência e a intensidade média de infestação de *T. joblingi* em *C. perspicillata* (54,7%, 2,3, respectivamente) teve valor intermediário aos encontrados em outras regiões de cerrado por Komeno e Linhares (1999, 66%, 2,1) e Eriksson *et al.*

(2011, 40,5%, 2,8). Observamos tal diferença quanto à prevalência também nas associações entre: *Trichobius parasiticus* Gervais, 1844 e *D. rotundus* (53,3%), com valor superior aos registrados no Paraguai (Dick e Gettinger 2005, 31.4%) e em cavernas no centro-oeste brasileiro (Aguiar e Antonini 2011, 29,5%); *Aspidoptera falcata* Wenzel, 1976 e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (66,7%), com valores maiores que os observados em cerrado (Eriksson 2011, 21,3%), mata atlântica (Graciolli *et al.* 2006b, 10%) e floresta de araucária (Graciolli e Bianconi 2007, 13,5%). Apesar da maioria dos estudos não apresentarem o intervalo de confiança das prevalências dos ectoparasitos, esta variação entre os valores observados em trabalhos de regiões diferentes fortalece a hipótese de que a distribuição de estreblídeos nas diversas populações hospedeiras é bastante variável (Graciolli e Bianconi 2007).

A resistência e a durabilidade dos abrigos dos hospedeiros são fatores que propiciam o aumento da infestação das moscas nos morcegos, uma vez que favorecem o desenvolvimento das pupas dos ectoparasitos nestes abrigos (ter Hofstede e Fenton 2005, Patterson *et al.* 2007). Entre as espécies parasitadas observamos uma maior proporção de morcegos filostomíneos (46,7%) e nectarívoros (20%) do que em outros estudos no Neotrópico com esforço de captura semelhante, nos quais representaram menos de 40% das espécies infestadas (Bertola *et al.* 2005, Eriksson *et al.* 2011, Komeno e Linhares 1999). As espécies destes grupos possuem abrigos mais duradouros, habitando principalmente ocos de árvores, cavernas e ninhos de cupinzeiros (Fenton *et al.* 2001, Bernard e Fenton 2003). Esta maior ocorrência de espécies com estes tipos de abrigo, possivelmente, deve ter contribuído para a maior quantidade e número de espécies de moscas ectoparasitas registradas. Da mesma forma, a menor frequência de parasitismo sobre os estenodermatíneos, o grupo mais abundante capturado, pode estar relacionada à menor durabilidade e fidelidade destes aos seus abrigos, já que estes

morcegos se abrigam principalmente em folhagens e podem mudar de abrigo mais frequentemente (Fenton *et al.* 2001).

As associações de *Pseudostrebla greenwelli* Wenzel, 1966, *Strebla tonatiae* (Kessel, 1924) e *Trichobius silvicolae* Wenzel, 1976 com *L. silvicolum*, apesar de apresentarem baixas prevalências, foram consideradas naturais, já que seus hospedeiros primários não foram capturados na mesma noite. *Pseudostrebla greenwelli* e *S. tonatiae* são encontradas principalmente em *Lophostoma brasiliense* (Peters, 1866) (Guerrero 1994a, Dias 2009, Graciolli e Bernard 2002), tendo a primeira apenas seis espécimes em coleções (Guerrero 1996, Graciolli e Bernard 2002). Já a espécie *T. silvicolae*, apesar de aparecer com maior prevalência em *L. brasiliense*, parasita principalmente *L. silvicolum* (Wenzel 1976, Graciolli e Bernard 2002).

As espécies de *Lophostoma* têm como abrigo principalmente ninhos de cupins (Bernard e Fenton 2003, Kalko *et al.* 1999), que em áreas de cerrado desempenham um papel chave como refúgios resistentes às queimadas sazonais deste tipo de vegetação (Redford 1984). Uma vez que encontramos *L. silvicolum* em três dos quatro pontos de captura em que *L. brasiliense* estava presente, a prevalência invertida das moscas ectoparasitas entre estas espécies hospedeiras pode ser relacionada ao compartilhamento de abrigo pelos indivíduos de *Lophostoma*. Uma baixa disponibilidade de cupinzeiros na área de estudo, para a abundância de *Lophostoma* encontrada, pode ser a razão para este provável compartilhamento, assim como para os maiores valores dos índices parasitológicos nestas espécies (Tabela 1).

No neotrópico, a existência de quirópteros com mais de uma espécie de mosca ectoparasita já foi observada também em áreas de mata atlântica (Teixeira e Ferreira 2010, Bertolla *et al.* 2005), cerrado (Aguiar e Antonini 2011) e em floresta amazônica venezuelana (Wenzel 1976) e oriental (Santos *et al.* 2009). Neste estudo encontramos a

maior proporção de hospedeiros com infracomunidades de moscas ectoparasitas (40.5%), principalmente nas espécies de *Lophostoma* (Tabela 2). Destaca-se ainda a ocorrência em todas as composições de infracomunidades, de uma mesma espécie hospedeira, a presença das espécies de moscas mais abundantes (*M. minuta*, *T. costalimai* e *T. joblingi*), padrão de co-ocorrência observado também em outros estudos no parasitismo de: *M. proxima* em *S. liliun* (Bertola *et al.* 2005); *T. joblingi* em *C. perspicillata* e *T. costalimai* em *P. discolor* (Santos *et al.* 2009). Com exceção das espécies de *Lophostoma*, todas as infracomunidades das demais espécies hospedeiras já haviam sido registradas em outros estudos (Bertola *et al.* 2005, Santos *et al.* 2009).

Em relação ao número de indivíduos com infracomunidades, encontramos em *S. liliun* um valor maior que o registrado por Bertola *et al.* (2005) e Santos *et al.* (2009), mesmo apresentando uma quantidade menor de infestações (quatro) nesta espécie. Já em *C. perspicillata*, observamos uma menor proporção de indivíduos infestados com infracomunidades (25,4%) do que nestes estudos, que capturaram menos indivíduos infestados (30 e 12, respectivamente). A variação na frequência de infracomunidades de moscas pode sugerir a existência de fatores ecológicos dos morcegos (e.g., tipo de abrigo ou nível de agregação de suas colônias) que devem facilitar o encontro dos hospedeiros pelos parasitas, favorecendo a co-ocorrência das espécies de moscas (Presley 2011). Esta relação pode ser responsável pela maior ocorrência de infracomunidades de moscas em hospedeiros que possuem abrigos mais duradouros, como as espécies de *Lophostoma* aqui registradas.

Quanto às reinfestações, devido ao tipo de marcação que utilizamos, somente na espécie *L. mordax* foi possível identificar quantos ectoparasitos o hospedeiro recapturado possuía, já que somente um espécime foi capturado neste ponto amostral até então. Este hospedeiro, em sua primeira captura, estava infestado por um indivíduo

de *Trichobius* sp. e foi recapturado 95 dias depois com outro ectoparasito da mesma espécie. Registramos os demais hospedeiros recapturados (três indivíduos de *C. perspicillata*) no terceiro e quarto mês da pesquisa em um único ponto amostral, onde capturamos 35 espécimes desta espécie (excluindo as três recapturas). O fato dos indivíduos destas espécies viverem em grupos dentro de abrigos duradouros, como ocos de árvore (Sampaio *et al.* 2008, Cloutier e Thomas 1992), podem ser as causas determinantes para aumentar a chance de reinfestação destes morcegos em seus abrigos (Reckardt e Kerth 2006, ter Hofstede e Fenton 2005).

O elevado número de espécies de moscas ectoparasitas e de hospedeiros, assim como os altos valores das taxas de parasitismo e de infracomunidades, revela que esta área de cerrado possui boas condições de abrigo para estas espécies. Esta abundância tanto de espécies quanto de ectoparasitos por hospedeiro se contrapõe à hipótese de que uma maior intensidade média de ectoparasitos seria consequência de uma menor competição das moscas por hospedeiros, em áreas com menor riqueza de espécies ectoparasitas (Camilloti *et al.* 2010). Provavelmente, fatores históricos e biogeográficos das populações hospedeiras em cada área também devem ter sua contribuição no número de espécies e intensidade de infestação dos ectoparasitos. No entanto, maiores esforços são necessários para compreender os processos que influenciam os padrões de parasitismo ao longo da distribuição das espécies de moscas ectoparasitas, a fim de poder relacioná-los aos diferentes tipos de clima, vegetação e populações de hospedeiros na Região Neotropical.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq) pelos auxílios ao projeto relacionado a este trabalho, além da bolsa de estudos a C.L.C. Santos concedida por esta última instituição. Agradecemos também a Gustavo A. Brito, Jorge L.P. Moraes, Joudellys A. Silva, Leandro S. Moraes e Marco A.M. Ferreira pelo apoio no trabalho de campo, assim como a Marcelo A. Bordignon pela confirmação taxonômica das espécies hospedeiras.

Referências

- Ab'Saber, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. *Geomorfologia*, 52, 1–21.
- Aguiar L.M.Z., 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. DOI: 10.1590/S0074-02762011000200009.
- Autino A.G., Claps G.L., Sánchez M.S., Barquez R.M. 2009. New records of bat ectoparasites (Diptera, Hemiptera and Siphonaptera) from northern Argentina. *Neotropical Entomology*, 38(2), 165–177. DOI: 10.1590/S1519-566X2009000200002.
- Bernard E., Fenton M.B. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 35(2), 262–277. DOI: 10.1646/02156.
- Bertola P.B., Aires C.C., Favorito S.E., 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, Brasil: parasitism rates and host-parasite associations. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100, 25–32. DOI: 10.1590/S0074-02762005000100005.
- Bush A.O., Lafferty J.M., Lotz J.M., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology in its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575–583. DOI: 10.2307/3284227.
- Camilotti V.L., Graciolli G., Weber M.M., Arruda J.L.S., Cáceres N.C. 2010. Bat flies from the deciduous Atlantic Forest in southern Brazil: Host-parasite relationships

- and parasitism rates. *Acta Parasitologica*, 55(2), 194–200. DOI: 10.2478/s11686-010-0026-2.
- Cloutier D., Thomas D.W. 1992. *Carollia perspicillata*. *Mammalian Species*, 417, 1–9.
- Coimbra C.E.A., Guimarães L.R., Mello D.A. 1984. Ocorrência de Streblidae (Diptera: Pupipara) em morcegos capturados em regiões de cerrado do Brasil central. *Revista Brasileira de Entomologia*, 28, 547–550.
- Dias P.A., Santos C.L.C., Rodrigues F.S., Rosa L.C., Lobato K.S., Rebêlo J.M.M. 2009. Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53, 128–133. DOI: 10.1590/S1519-566X2009000500006.
- Dick C.W. 2007. High host specificity of obligate ectoparasites. *Ecological Entomology*, 32, 446–450. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2006.00836.x.
- Dick C.W., Gettinger D. 2005. A faunal survey of streblid flies (Diptera: Streblidae) associated with bats in Paraguay. *Journal of Parasitology*, 91, 1015–1024. DOI: 10.1645/GE-536R.1.
- Dittmar K., Morse S., Gruwell M., Mayberry J., DiBlasi E. 2011. Spatial and temporal complexities of reproductive behavior and sex ratios: a case from parasitic insects. *PLoS ONE*, 6(5), e19438. DOI: 10.1371/journal.pone.0019438.
- Eriksson A., Graciolli 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. DOI: 10.1590/S0074-02762011000300004.
- Fenton M.B., Bernard E., Bouchard S., Hollis L., Johnston D.S., Lausen C.L., Ratcliffe J.M., Riskin D.K., Taylor J.S., Zigouris J. 2001. The bat fauna of Lamanai,

- Belize: roosts and trophic roles. *Journal of Tropical Ecology*, 17, 511–524. DOI: 10.1017/S0266467401001389.
- Gardner A.L (Ed.). 2007. Mammals of South America: Volume 1, marsupials, xenarthrans, shrews and bats. The University of Chicago Press, Chicago, 690 pp.
- Graciolli G., Aguiar L.S. 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, 177–181. DOI: 10.1590/S0101-81752002000500012.
- Graciolli G., Bernard E. 2002. Novos registros de moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Amazonas e Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19, 77–86. DOI: 10.1590/S0101-81752002000500003.
- Graciolli G., Cáceres N.C., Bornschein M.R. 2006a. 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., Passos F.C., Pedro W.A., Lim B.K. 2006b. Moscas ectoparasitas (Diptera, Streblidae) de morcegos filostomídeos (Mammalia, Chiroptera) na Estação Ecológica de Caetetus, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 298–299. DOI: 10.1590/S0101-81752006000100025.
- Graciolli G., Rui A.M. 2001. Streblidae (Diptera, Hippoboscoidea) em morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, 90, 85–92. DOI: 10.1590/S0073-47212001000100009.

- Gracioli G., Zórtea M., Carvalho L.F.A.C. 2010. Bat flies (Diptera, Streblidae and Nycteribiidae) in a Cerrado area of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3), 511–514. DOI: 10.1590/S0085-56262010000300025.
- Guerrero R. 1994a. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia:Chiroptera) del Nuevo Mundo. IV. Trichobiinae com alas desarrolladas. *Boletín Entomologia Venezolana*, 9, 161-192.
- Guerrero R. 1994b. 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*, 15, 1-18.
- Guerrero R. 1995. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Nuevo Mundo. V. Trichobiinae com alas reducidas o ausentes y miscelaneos. *Boletín Entomologia Venezolana*, 10, 135-160.
- Guerrero R. 1996. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia, Chiroptera) del Nuevo Mundo. VI. Streblinae. *Acta Biologica Venezuelica*, 16, 1–26.
- Guerrero R. 1997. Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del novo mundo. VII. Lista de especies, hospedadores y países. *Acta Biologica Venezuelica*, 17(1), 9–24.
- IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e cartográficos (2011)
Mapas cartográficos do Maranhão. Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br>
(acessado em março de 2012)
- Kalko E.K.V., Friemel D., Handley Jr. C.O., Schnitzler H. 1999. Roosting and foraging behavior of two neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops*

cirrhosus (Phyllostomidae). *Biotropica*, 31 (2), 344-353. DOI: 10.1111/j.1744-7429.1999.tb00146.x.

Komeno C.A., Linhares A.X. 1999. Bat flies parasitic on some Phyllostomidae bats in southeastern Brazil: Parasitism rates and host-parasite relationships. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94, 151–156.

Marshall A.G. 1982. Ecology of insects ectoparasitic on bats. In: (Ed. T.H. Kunz) *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York, USA, 369–401.

Oliveira-Filho A.T., Ratter J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: (Eds. P.S. Oliveira and R.J. Marquis) *The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, 91-120.

Patterson B.D., Dick K.W., Dittmar K. 2007. Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology*, 23, 177–189. DOI: 10.1017/S0266467406003816.

Patterson B.D., Dick K.W., Dittmar K. 2009. Nested distributions of bat flies (Diptera: Streblidae) on Neotropical bats: artifact and specificity in host-parasite studies. *Ecography*, 32, 1–7. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2008.05727.x.

Presley S.J. 2011. Interspecific aggregation of ectoparasites on bats: importance of hosts as habitats supersedes interspecific interactions. *Oikos*, 120, 832–841. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2010.19199.x.

Prevedello J.A., Gracioli G., Carvalho C.J.B. 2005. A fauna de dípteros (Streblidae e Nycteribiidae) ectoparasitas de morcegos (Chiroptera) do estado do Paraná, Brasil: Composição, distribuição e áreas prioritárias para novos estudos. *Biociências*, 13, 193–209.

- Reckardt K., Kerth G. 2006. The reproductive success of the parasitic bat fly *Basilia nana* (Diptera: Nycteribiidae) is affected by the low roost fidelity of its host, the Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Parasitology Research*, 98, 237–243. DOI: 10.1007/s00436-005-0051-5.
- Redford K.H. 1984. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, 16(2), 112–119.
- Redondo R.A.F., Brina L.P.S., Silva R.F., Ditchfield A.D., Santos F.R. 2008. Molecular systematics of the genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49, 44–58. DOI: 10.1016/j.ympev.2008.07.001.
- Rios G.F.P., Sá-Neto R.J., Graciolli G. 2008. Fauna de dípteros parasitos de morcegos em uma área de caatinga do nordeste do Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 14(1), 339–345.
- Rózsa L., Reiczigel J., Majoros G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86, 228–232. DOI: 10.2307/3284760.
- Rui A.M., Graciolli 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, 438–445. DOI: 10.1590/S0101-81752005000200021.
- Sampaio E., Lim B., Peters S. 2008. *Lonchophylla mordax*. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 September 2011.
- Santos C.L.C., Dias P.A., Rodrigues F.S., Lobato K.S., Rosa L.C., Oliveira T.G., Rebêlo J.M.M. 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. DOI: 10.1590/S1519-566X2009000500006.
- Simmons N.B. 2005. Order Chiroptera. In: (Eds. D.E. Wilson, D.M. Reeder) *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 312–529.
- Solari S., Hooper S.R., Larsen P.A., Brown A.D., Bull R.J., Guerrero J.A., Ortega J., Carrera J.P., Bradley R.D., Baker R.J. 2009. Operational criteria for genetically defined species: analysis of the diversification of the small fruit-eating bats, *Dermanura* (Phyllostomidae: Stenodermatinae). *Acta Chiropterologica*, 11, 279–288. DOI: 10.3161/150811009X485521.
- Straube F.C., Bianconi G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar o esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*, 8, 150–152.
- Teixeira A.L.M., Ferreira R.L. 2010. Fauna de dípteros parasitas (Diptera: Streblidae) e taxas de infestação em morcegos presentes em cavidades artificiais em Minas Gerais. *Chiroptera Neotropical*, 16(2), 748–754.
- ter Hofstede H.M., Fenton M.B. 2005. Relationships between roost preferences, ectoparasite density and grooming behaviour of neotropical bats. *Journal of Zoology*, 266, 333–340. DOI: 10.1017/S095283690500693X.
- Wenzel R.L. 1976. The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). Brigham Young University, *Science Bulletin, Biological Series*, 20, 1–177.
- Wenzel R.L., Tipton V.J., Kiewlicz A. 1966. The streblid bat flies of Panama (Diptera: Calyptera: Streblidae). In: (Eds. R.L. Wenzel and V.J. Tipton) *Ectoparasites of Panama*. Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, USA, 405–675.

* Este artigo foi formatado de acordo com as normas da revista *Acta Parasitologica*, com exceção do posicionamento das figuras e tabelas – que foram inseridas no texto para facilitar a revisão deste manuscrito.

ANEXO II
Normas da revista Acta Parasitologica

INTRODUCTION

It is essential for us that authors write and prepare their manuscripts according to the instructions and specifications listed below. The length and effectiveness of the peer review process will largely depend upon the care used by authors in preparing their manuscripts. Therefore, contributors are strongly encouraged to read these instructions carefully before preparing a manuscript for submission, and to check the manuscript for conformance before submitting it for publication.

Manuscripts preferred for publication in Acta Parasitologica (AP) are those which:

1. contain original work - which is not published elsewhere in any medium by the authors or anyone else, and is not under consideration for publication in any other medium. This restriction does not apply to review articles
2. are focused on the core aims and scope of the journal - AP is a scientific journal publishing fundamental research results from all fields of parasitology
3. are clearly and correctly written - should contain all essential features of a complete scientific paper, should be written in a clear, easy to understand manner, and be readable for a wide audience of parasitologists
4. are written in English - should be clearly and grammatically written, in correct and checked by a native English-speaking biologist. Attention to detail of the language will avoid severe misunderstandings which might lead to rejection of the paper
5. are delivered in electronic format

How to prepare your paper

Paper elements:

1. title page with:
 - 1.1. title and short title
 - 1.2. name(s) of author(s)
 - 1.3. name and address of workplace(s)
 - 1.4. personal e-mail address(es)
2. abstract

3. key words
4. text
5. reference lists
6. figure legends
7. tables and table legends

Each of these elements is detailed below

1.1. Title and short title

We suggest the title should be relatively short but informative.

1.2. Name(s) of author(s)

A list of all authors of the paper should be prepared. We need full first name, initial(s) for middle name(s) and full last name.

1.3. Name and address of workplace(s)

Authors' affiliations should be indicated in this section. A footnote can be used to present additional information (for example: permanent, adequate postal addresses).

1.4. Personal e-mail address(es)

At least one e-mail address is needed. It will be used as the corresponding author's e-mail address in all contacts with the authors.

2. Abstract

An abstract must accompany every article. It should be a brief summary of the significant items of the main paper. An abstract should give concise information about the content of the core idea of your paper. It should be informative and not only present the general scope of the paper but also indicate the main results and conclusions. An abstract should not normally exceed 200 words. It should not contain literature citations or allusions to the tables or illustrations. All non-standard symbols and abbreviations should be defined. In combination with the title and key words, the abstract is an indicator of the content of the paper. Authors should remember that online systems rely heavily on the content of titles and abstracts to identify articles in electronic bibliographic databases and search engines. They are therefore requested to take great care in preparing these elements.

3. Key words

List of all key words proposed by the authors, separated by commas.

4. Text

General rules for writing:

- use simple and declarative sentences, avoid long sentences, in which the meaning may be lost by complicated construction;
- be concise, avoid idle words;
- make your argumentation complete; use commonly understood terms; define all non-standard symbols and abbreviations when you introduce them;
- explain all acronyms and abbreviations when they first appear in the text;
- use all units consistently throughout the article;
- be self-critical as you review your drafts.

Structure of a paper

Research papers and review articles should follow a strict structure. Generally a standard scientific paper is divided into:

- introduction: you present the subject of your paper clearly, indicate the scope of the subject, present the goals of your paper and finally its the organization;
- materials and methods: units and dimensions should be expressed according to the metric system and SI units;
- main text: you present all important elements of your scientific message; Latin genus and species names should be in italics;
- conclusion: you summarize your paper.

Results and Discussion - may be combined or kept separate and may be further divided into subsections. This section should not contain technical details. Abbreviations and acronyms should be used sparingly and consistently. Where they first appear in the text, they should be defined.

Footnotes/Acknowledgements

We encourage authors to restrict the use of footnotes. Allowable footnotes may include:

- the designation of the corresponding author of the paper;
- the current address of an author (if different from that shown in the affiliation);
- traditional footnote content.

Information concerning research grant support should appear in a separate

Acknowledgements section at the end of the paper, not in a footnote. Acknowledgements of the assistance of colleagues or similar notes of appreciation should also appear in an Acknowledgements section, not in footnotes.

Tables

Authors should use tables only to achieve concise presentation, or where the information cannot be given satisfactorily in other ways. Tables should be numbered consecutively using Roman numerals and referred to in the text by number. Each table should have an explanatory caption which should be as concise as possible.

Figures

Authors may use line diagrams and photographs to illustrate theses from their text. The figures should be clear, easy to read and of good quality. Styles and fonts should match those in the main body of the article. All figures must be mentioned in the text in consecutive order and be numbered with Arabic numerals.

Authors should indicate precisely in the main text where tables/figures should be inserted, if these elements are given at the end in the original version of the manuscript.

Images

Authors can attach files in most popular formats, including (for example):

- images in GIF, JPG or TIF formats and/or standard office applications (Adobe Acrobat Reader, Microsoft Office etc.). Your attachments may be accessible through links to external locations or to our internal locations (if you choose the second option, please remember to send us your attachments).

5. Reference list

Only references cited in the text may be included in their list. They should be arranged in the alphabetical order in the following format for journal article: Author(s), year of publication, journal title (full name in italics), volume, range of pages, DOI.

Example:

Dabert J., Skoracki M. 2007. *Syringoplutarchusia nordmanni*, a new genus and species of the feather mite family Syringobiidae (Acari, Astigmata, Pterolichoidea) from the

Black-winged Pratincole *Glareola nordmanni* (Charadriiformes, Glareolidae). *Acta Parasitologica*, 52, 62–69. DOI: 10.2478/s11686-007-0008-1.

For a book: Author(s), date, title, publisher, publication place.

Example:

Rohde K. (Ed.). 2005. *Marine Parasitology*. CSIRO Publishing, Collingwood VIC 3066, Australia and CABI Publishing, Wallingford, UK, 565 pp.

For book chapter or article in an edited book: Author(s) of chapter, year, chapter title. In: Editors of the book (Eds.), book title in italics, place of publication, publisher, chapter page range.

Example:

Cribb T.H. 2005. Family Opecoelidae Ozaki, 1925. In: (Eds. A. Jones, R.A. Bray and D.I. Gibson) *Keys to the Trematoda*. Vol. 2. CABI Publishing and The Natural History Museum, Wallingford, 443–531.

For proceedings from a conference: Author(s), year of publication, title. In: Conference name, date, place of conference, page range.

Example:

Świdorski Z., Chomicz L., Grytner-Zięcina B., Sereda M.J. 2002. Ultrastructural characteristic of the oncospherical germinative cells in *Echinococcus multilocularis* and *E. granulosus*. In: *Proceedings of the 10th International Congress of Parasitology ICOPA X: Symposia, Workshops and Contributed Papers*, 4–9 August, 2002, Vancouver, Canada, 551–554.

For thesis: Author(s), year of publication, title, information, place of publication.

Example:

McKerr G. 1985. *The fine structure and physiology of a trypanorhynch tapeworm Grillotia erinaceus*. PhD Thesis, The Queen's University of Belfast, Northern Ireland, UK.

Names of authors and titles of references should be given in original languages, except these written in non Latin characters. The latter should be translated into English. When

there is more than one reference of a given author in the same year, the references should be distinguished by letter 'a' being used for the first reference and 'b', 'c' for the following. The method of citation in the text should conform to that in recent issues of *Acta Parasitologica*. Correct references are the responsibility of the author. In addition, authors should provide complete, correct and properly structured DOI number to references, whenever it is possible. If the article and book has DOI number, the author should include it in the references. DOIs are very easy to find. Most publishers, if they have them, place them at the top of the article front page. Please keep in mind that the DOI number will automatically make the active link.

Submission formats

Manuscripts for AP can be submitted in the following formats:

- MS Word (97 or higher) either as standard DOCUMENT (.doc) or RICH TEXT FORMAT (.rtf)

Supplementary data

Authors can also submit any data files and additional figures in attachments. These elements can be submitted in any of the usual formats (PDF, MS Word, GIF, TIF, etc.).

CONCLUSÃO

O expressivo número de espécies de morcegos e de moscas ectoparasitas registrado neste trabalho revela que a área de cerrado estudada deve possuir boas condições de abrigo e recurso para estas espécies. Entre as razões para esta quantidade de espécies destaco a sua localização próxima à zona de transição da Amazônia Oriental, abrangendo o limite de distribuição de espécies amazônicas, e a reduzida perda de hábitat em boa parte da região estudada.

A ocorrência de parasitismo principalmente nas espécies hospedeiras que possuem abrigos mais duradouros confirma a importância do tipo de hábitat dos morcegos nos valores dos índices parasitológicos. Isto reforça a hipótese de que o tipo de abrigo do hospedeiro é mais importante para a intensidade média de ectoparasitos do que uma menor competição das moscas por hospedeiros em áreas com menor riqueza de espécies ectoparasitas.

A associação da maioria das espécies a uma maior proporção e proximidade das áreas de vegetação arbórea destaca o papel das zonas ripárias para a manutenção das populações de morcegos em áreas de cerrado. No entanto, a realização das capturas somente em áreas de cerrado (*stricto sensu*) indica que este tipo de hábitat é utilizado por todas as espécies amostradas durante a estação chuvosa, seja como área de forrageio ou de abrigo. Estes resultados ressaltam a necessidade de políticas conservacionistas que visem à proteção dos diversos tipos de fisionomias dentro das reservas legais a serem criadas em áreas de cerrado.