

THALES SIMIONI AMARAL

Tese de Doutorado

AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS NEOTROPICAIS E
ESTRUTURAÇÃO DA ASSEMBLEIA CAUSADO PELA ALTERAÇÃO DE HABITAT NO
CERRADO

Orientadora: Ludmilla M.S. Aguiar
(Departamento de Zoologia, UnB)

Coorientadora: Eliana de Cássia Pinheiro
(Departamento de Ciências Fisiológicas-UnB)

Brasília-DF
Fevereiro, 2015

THALES SIMIONI AMARAL

AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS NEOTROPICAIS E
ESTRUTURAÇÃO DA ASSEMBLEIA CAUSADO PELA ALTERAÇÃO DE HABITAT NO
CERRADO

Tese apresentada à Universidade de Brasília como
parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação
em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas, para
obtenção do título de Doutor em Ecologia

Banca Examinadora:

Enrico Bernard
(Dep. Zoologia - UFPE)

Marlon Zortéa
(Instituto de Ciências Biológicas - UFG)

Antônio Sebben
(Dep. Ciências Fisiológicas- UNB)

Gabriela B. Nardoto
(Dep. Ecologia - UNB)

Ludmilla Moura de Souza Aguiar
(Departamento de Zoologia – UNB)
Orientadora

Agradecimentos

Agradeço aos órgãos financiadores pelo auxílio para execução dos projetos nos quais este trabalho esteve envolvido (FUNBIO, CAPES, CNPQ e DPP/UnB);

Agradeço também a todo pessoal que colaborou com o desenvolvimento do trabalho:

Orientadores, colegas de laboratório e de campo, amigos e familiares.

Resumo

A fragmentação de habitat pode ser uma ameaça a quase todos remanescentes de vegetação nativa do planeta. Já é bem claro que eventos de perturbação por ação antrópica afetam os organismos que vivem nestes locais. O Cerrado é um bioma brasileiro composto por vegetação savânica, campestre e florestal. Ocupa uma área que corresponde a 25% do território brasileiro e vem perdendo cerca de 1.400.000 hectares de áreas nativas anualmente. Assim como outros grupos animais, os morcegos (Mammalia: Chiroptera) são afetados pela fragmentação de habitat. No entanto, pouco se sabe sobre a resposta desse grupo frente às perturbações antrópicas no Cerrado. Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar a resposta dos morcegos à fragmentação do habitat no Cerrado, no Distrito Federal, Brasil. Avaliei a resposta fisiológica de espécies frugívoras e de assembleias de morcegos em fragmentos do bioma Cerrado com diferentes níveis de perturbação. A partir das medidas de concentração do hormônio cortisol e das reservas energéticas observei que os níveis do cortisol dos morcegos não variaram em função do tipo de habitat. No entanto, o resultado da variação nas reservas energéticas mostrou que os morcegos responderam aos diferentes tipos de habitat e também em função da espécie. Sobre as assembleias, encontrei que não há uma relação direta das variáveis que eu utilizei para caracterizar a vegetação e o uso do solo com a composição de espécies das assembleias. Além disso, a riqueza e equitabilidade das espécies não estão diretamente relacionadas com o nível de perturbação do habitat, uma vez que áreas urbanizadas e rurais apresentaram os maiores valores de riqueza e equitabilidade do que as áreas mais conservadas. Ainda, é importante destacar que este trabalho avaliou um número maior de pontos amostrais do que o habitualmente observado na literatura, o que refletiu em um maior número de registros únicos de espécies pouco comuns.

PALAVRAS-CHAVE: ASSEMBLEIA, CERRADO, FISIOLOGIA, FRAGMENTAÇÃO, MORCEGOS

Abstract

Habitat fragmentation can be a threat to almost all remnants of native vegetation on the planet. It is clear that disturbance events by human action affect the organisms that live in these places. The Cerrado is a Brazilian biome that consists of savanna vegetation, countryside and forest. It occupies an area corresponding to 25% of the Brazilian territory and has lost about 1.4 million hectares of native vegetation annually. As other animal groups, bats (Mammalia: Chiroptera) are affected by habitat fragmentation. However, little is known about the response of the front group to human disturbance in the Cerrado. Thus, this study aims to investigate the response of bats to habitat fragmentation in the Cerrado biome, at Federal District, Brazil. I evaluated the physiological response of frugivorous species of bats and assemblies in Cerrado fragments with different levels of disturbance. From the concentration measurements of the hormone cortisol and energy reserves I noticed that the bats cortisol levels did not vary as a function of habitat type. However, the variation in energy reserves results showed that the bats respond to different types of habitat, and also depending on the species. Considering the assemblies, I found that there is no direct relationship of the variables I used to characterize the vegetation and land use with the assembly species composition. In addition, the richness and evenness of the species are not directly related to habitat disturbance level, since urban and rural areas showed the highest richness and evenness values instead of conserved areas. Moreover, it is important to notice that this study evaluated a greater number of sampling points than those usually observed in the literature, which resulted in a greater number of unique records of uncommon species.

Sumário

Introdução Geral	11
Revisão de Literatura	13
O Cerrado	13
Os morcegos no Cerrado.....	15
Efeito da fragmentação sobre morcegos	16
Estresse e metabolismo energético de morcegos	17
Referências bibliográficas	20
Capítulo 1	28
Resposta fisiológica de morcegos frugívoros à alteração do habitat no Cerrado, Brasil	28
Resumo.....	28
Introdução	29
Métodos	30
Área de estudo	30
Experimentos.....	32
Avaliação das reservas energéticas	33
Determinação do cortisol plasmático.....	34
Análise estatística.....	34
Resultados	35
Experimento 1: Reservas Energéticas	35
Experimento 2: Cortisol Plasmático.....	36
Discussão.....	36
Referências bibliográficas.....	39
Capítulo 2	45
Estrutura da assembleia de morcegos em fragmentos do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil	45
Resumo.....	45
Introdução	46
Métodos	47
Área de Estudo	47
Amostragem de morcegos.....	49
Medidas de cobertura vegetal e uso do solo para cada local	49
Resultados	50
Assembleia de morcegos	50
Medidas de cobertura vegetal e uso do solo de cada local amostrado	56
Discussão.....	62
Referências bibliográficas.....	65
Conclusões gerais	70

Introdução Geral

O ambiente sofre constante alteração natural, seja por eventos catastróficos, como erupções vulcânicas, inundações, terremotos, ou, ainda, por alterações comuns como a abertura de clareira pela queda de árvores em uma floresta, e pela queima natural. Tais alterações promovem mudanças na dinâmica do ecossistema. A abertura de clareiras, por exemplo, ocasiona aumento da diversidade florística local por favorecer espécies inibidas pela baixa luminosidade, como observado em espécies pioneiras (Denslow 1980, Pearson et al. 2003). Fato similar ocorre pela ação do fogo, o qual promove a germinação de sementes anteriormente dormentes, principalmente de espécies herbáceas (Moreira 2000, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006).

Por outro lado, existem alterações de habitat provocadas por fatores antrópicos como a urbanização, a agricultura, a mineração, ente outros. A alteração do uso do solo pela agricultura, muito comum no Brasil, tem promovido a retirada da vegetação nativa para o plantio principalmente de monocultivos (Klink e Machado 2005), eliminando assim os organismos anteriormente existentes. Apesar de o novo ambiente atrair novos organismos a este associado, geralmente ocorre a redução da diversidade de espécies em áreas agrícolas (Tylianakis et al. 2006, Frishkoff et al. 2014). Desta maneira, alterações de habitats promovidas por eventos naturais ou antrópicos que alteram o ecossistema, ocasionam fragmentos nessas áreas, afetando positivamente ou negativamente os morcegos ali existentes. Em decorrência das alterações na estrutura do habitat, as espécies que utilizam esse local como parte da área de vida sofrem pressões anteriormente inexistentes gerando estresse nos indivíduos (Martínez-Mota et al, 2007) de forma que populações podem entrar em declínio (Johnstone et al, 2012).

O processo de fragmentação do habitat é preocupante principalmente no Cerrado brasileiro, onde a alteração do habitat promove uma perda anual da área nativa de 1.400.000 ha (Machado *et al.*, 2004; MMA, 2011).

A resposta das espécies ao processo de fragmentação está relacionada com a mobilidade e a capacidade dos animais cruzarem áreas desmatadas e explorarem novos habitats (Fahrig, 2007; Baguette et al., 2000; Laurance, 1991). Os morcegos são os únicos mamíferos capazes de desenvolver voo verdadeiro. Apesar desta habilidade, vários trabalhos têm demonstrado que a fragmentação do habitat reduz a riqueza e abundância destes animais (Farrow e Broders, 2011; Estrada-Villegas et al., 2010; Gorrensens e Willig, 2004; Medellín et al., 2000; Cosson et al., 1999; Fenton et al., 1992). A resposta de morcegos a possíveis fatores estressantes tem sido avaliada ainda, pelo metabolismo energético em região de Mata Atlântica (Barros et al., 2013; Amaral et al., 2012a, 2012b; Melo et al., 2012; Freitas et al., 2010). Apesar da avaliação fisiológica dos efeitos da fragmentação ser considerada uma ferramenta muito útil (Bernard et al., 2012; Romero, 2004), não existem trabalhos envolvendo a avaliação do metabolismo energético e estresse em morcegos na região do Cerrado.

Apesar de estudos sobre a fragmentação do habitat e morcegos, ainda não se conhece detalhadamente e de forma precisa como esses animais respondem à fragmentação no

Cerrado. Além disso, a análise do efeito fisiológico em morcegos em resposta à fragmentação do habitat ainda não foi realizada no Cerrado.

Desta forma meu estudo avaliou a resposta fisiológica de morcegos frugívoros à fragmentação do Cerrado por meio da concentração de reservas energéticas e do hormônio cortisol. Além disso, verifiquei se as assembleias de morcegos estão estruturadas em função do uso do solo (Figura 2). Assim, o primeiro capítulo apresentará resultados sobre a diferença de concentração de reservas energéticas de morcegos do gênero *Artibeus* (*Artibeus lituratus* e *Artibeus planirostris*) em três fragmentos do bioma Cerrado com diferentes características de cobertura vegetal e uso do solo. Ainda, avaliei a diferença no metabolismo energético entre animais do gênero *Artibeus* e *Sturnira liliium* em um mesmo fragmento. De forma complementar, quantifiquei a concentração do hormônio cortisol de *Artibeus lituratus*, *Sturnira liliium* e *Glossophaga soricina* entre os diferentes fragmentos. Neste capítulo testei a hipótese de que morcegos do gênero *Artibeus* apresentam menores concentrações de reservas energéticas em um ponto de amostragem de maior distúrbio; ainda, que *Sturnira liliium* apresenta menores concentrações de reservas que *Artibeus* em função do tamanho corporal ser menor e apresentar assim maior taxa metabólica; por fim, que morcegos menores apresentam maior concentração de cortisol plasmático do que espécies maiores e que as espécies nos fragmentos menos perturbadas possuam menores quantidades de cortisol circulante.

O segundo capítulo apresenta resultados sobre a estrutura da assembleia de morcegos em relação às características de uso do solo no Distrito Federal, Brasil. Realizei coletas em matas de galeria, por ser um ambiente que devido a sua estruturação garante um maior sucesso de captura de morcegos do que em áreas abertas como formações de cerrado. Nestes locais, avaliei as características da matriz adjacente aos pontos de coleta a partir de mapa qualificado de cobertura vegetal e do uso do solo do Distrito Federal, Brasil. A partir da riqueza, abundância e composição de espécies, calculei o índice de diversidade e de equitabilidade da assembleia em cada local. Estes dados foram utilizados para testar as seguintes hipóteses: 1) a composição da assembleia está diretamente relacionada às variáveis que mostram características de uso do solo e 2) a riqueza e equitabilidade da assembleia serão maiores nas áreas em que ocorre menor perturbação antrópica.

Este trabalho foi desenvolvido sob licença SISBIO do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, MMA de número 39296-1 e também sob consentimento da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade de Brasília (UnBDOC nº 116319/2011).

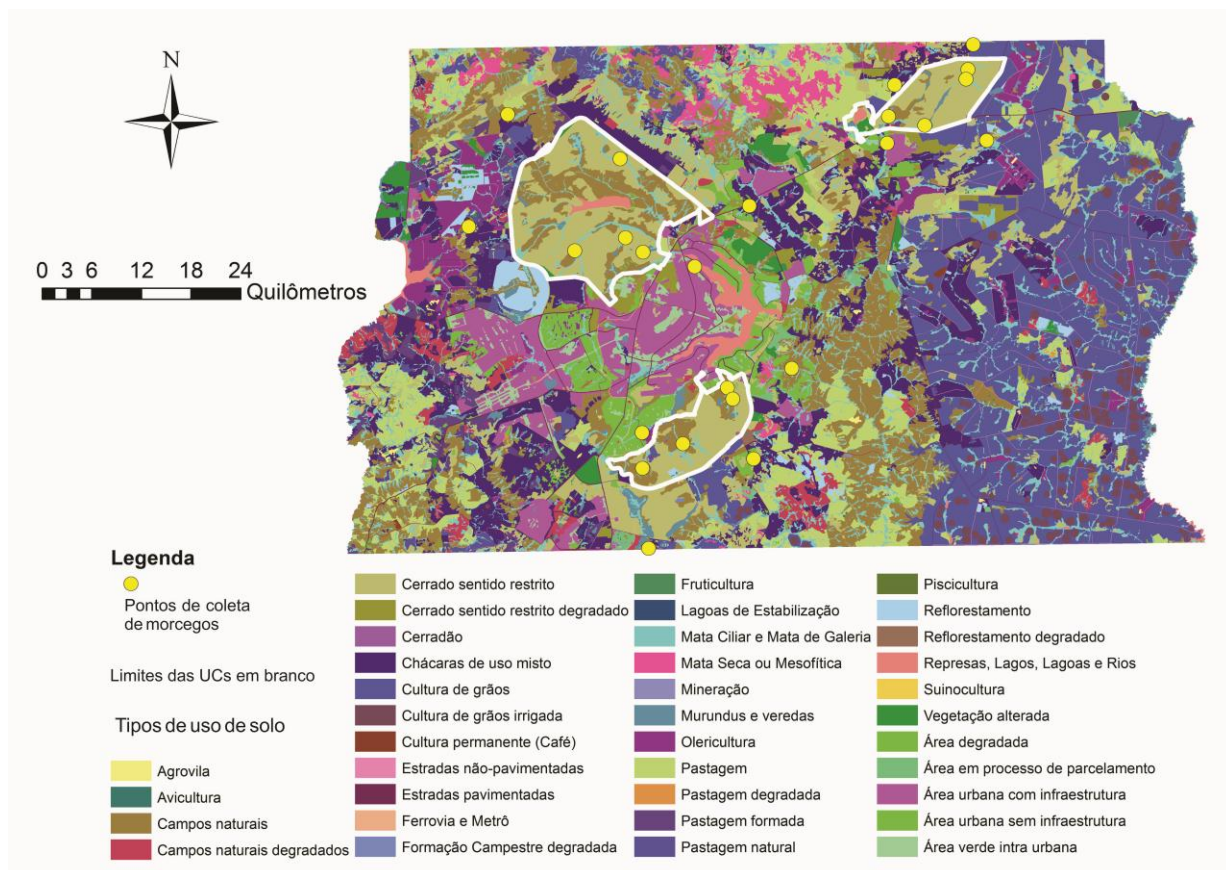


Figura 2. Mapa qualificado de cobertura vegetal e uso de solo do Distrito Federal, Brasil (Alexandre Carvalho 2012, com. pess.). Cada cor no mapa representa as variáveis de cobertura vegetal e tipos de uso do solo. A delimitação destacada na cor branca representa os limites das Unidades de Conservação (UCs) avaliadas no estudo de assembleias de morcegos no período entre abril/2012 e setembro/2013. Os pontos amarelos em destaque representam os locais de coleta de morcegos realizados no interior e entorno das UCs.

Revisão de Literatura

O Cerrado

O Cerrado é um bioma caracterizado por possuir formações savânicas, campestres e florestais (Eiten 1972). Este bioma estende-se por grande parte do Brasil, com uma área aproximada de dois milhões de Km², o que corresponde a 25% do território brasileiro (IBGE 2004) (Figura 1). Caracteristicamente, o Cerrado apresenta marcada sazonalidade no regime de chuvas, com um período seco de abril a setembro e chuvoso de outubro a março, com temperatura média anual de 25°C e precipitação média anual de 1500 mm (Klink e Machado 2005). O relevo varia bastante, com elevação de 300 a 1600 metros acima do nível do mar (Ribeiro e Walter 1998). O solo é pobre em nutrientes e com concentrações elevadas de alumínio (Haridasan 1982).

O Cerrado abrange uma variação grande de latitude e apresenta diversos tipos de fitofisionomias. Os ecossistemas nele presentes apresentam grande variação horizontal, ou seja, diversas fitofisionomias podem ocorrer em uma mesma região (Ribeiro e Walter 1998).



Figura 1. Mapa de biomas brasileiros demonstrando a extensão e localização do Cerrado no Brasil (IBGE 2004).

As fitofisionomias características de formações campestres apresentam altura da vegetação de até 2 metros e cobertura arbórea < 5%. Subgrupos são classificados em função da presença de arbustos (Campo sujo), de substrato rochoso (Campo rochoso) e também ausência de arbustos (Campo limpo) (Ribeiro e Walter 1998).

As fitofisionomias de savana são as mais abundantes no bioma e são caracterizadas pela presença de estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo bem definidos e variam bastante quanto à altura (2-8 metros), assim como a cobertura arbórea (5-70%) (Eiten 1972, Ribeiro e Walter 1998). Também são encontrados subgrupos que se diferenciam em função da densidade das espécies lenhosas (cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo) e ainda em função da presença de substrato rochoso (cerrado rupestre) (Goodland 1971, Ribeiro e Walter 1998).

Já as formações florestais presentes no Cerrado atingem uma altura média de até 25 metros, com cobertura arbórea de 50% na estação seca e até 95% na estação chuvosa. O termo cerradão é utilizado para caracterizar uma floresta com componentes florísticos mais similares ao cerrado do que com a mata seca e mata ciliar. A mata ciliar e a mata de galeria são tratadas como incrustações de floresta no Cerrado (Oliveira Filho e Ratter 1995) e estão relacionadas aos cursos d'água enquanto a mata seca e o Cerradão estão associados ao solo bem drenado (Ribeiro e Walter 1998).

A flora do cerrado é bem conhecida (Ratter 1997). Nas décadas de 60 e 70, 774 espécies haviam sido reportadas, sendo que 43% deste total representavam espécies endêmicas ao Cerrado (Rizzini 1963, Heringer et al. 1977). O número de espécies registradas neste bioma cresce a cada ano, de forma que até 2008 foram catalogadas 11 mil espécies de plantas (Mendonça et al. 2008).

O estudo da fauna do Cerrado teve um início tardio, a partir da segunda metade do século XX. A princípio, o número de espécies endêmicas era considerado baixo (Avila-Pires 1960, Redford e Fonseca 1986). Na esteira de publicação de novos trabalhos, altas taxas de

endemismo foram encontradas para o Cerrado, sendo 9% para aves (Silva 1995) e 4% para mamíferos (Marinho-filho et al. 2002). A herpetofauna apresenta valores de endemidade muito mais elevados, sendo 28% para lagartos e até 50% para anfisbenídeos (Colli et al. 2002).

O Cerrado hoje possui uma taxa de desmatamento muito elevada e apenas 2% da sua área total está inserida em áreas de proteção (Machado et al. 2004, MMA 2011). Desta forma, devido ao grande índice de endemismo e alterações promovidas pelo homem, o Cerrado é considerado um *hotspot* para conservação da biodiversidade (Myers et al. 2000).

Os morcegos no Cerrado

Dentre os animais que habitam o Cerrado, a Ordem Chiroptera (Mammalia), à qual pertencem os morcegos se destaca por apresentar o maior número de espécies dentre os mamíferos no bioma (Aguilar e Zortéa 2008) com 108 espécies (Paglia et al 2012). Estudos realizados no Cerrado mostram, ainda, que a fauna de morcegos é caracterizada pela presença predominante de morcegos da família Phyllostomidae (Marinho-Filho 1996, Bredt et al. 1999, Falcão et al. 2003, Zortéa e Alho 2008, Cunha et al. 2011, Sousa et al. 2013, Muylaert et al. 2014).

Os morcegos tem grande mobilidade e diversidade ecológica (Fenton et al. 1992, Meyer e Kalko 2008) e compreendem o segundo maior grupo de mamíferos com aproximadamente 25% do total de espécies pertencentes a esta classe (Altringham 1996). Apresentam grande diversidade de dieta, que pode ser composta por insetos, peixes, pequenos vertebrados, frutas, flores, folhas, néctar, pólen e sangue, sendo o último exclusivo desta ordem (Nowak 1994, Neuweiler 2000, Altringham 2011). Desta forma, desempenham um papel ativo na dinâmica dos ecossistemas e de regeneração florestal, polinizando flores, dispersando sementes e controlando populações de insetos e outros animais (Fleming 1988, Charles-Dominique 1991, Hutson et al. 2001). Devido a estes fatores, os morcegos são considerados agentes reguladores da dinâmica dos ecossistemas atuando sobre a ciclagem de nutrientes pela liberação das fezes, que são ricas em nitrogênio (Keleher e Sara 1996), dispersando sementes de várias espécies e auxiliando na diversidade genética pela polinização das flores (Fleming e Sosa 1994, Hutson et al. 2001, Kalka et al. 2008, Williams-Guillén et al. 2008, Kunz et al. 2011).

Os morcegos frugívoros desempenham um papel fundamental na regeneração da vegetação, especialmente em ambientes alterados. Na região neotropical, plantas que tem as sementes dispersadas por morcegos, tais como *Cecropia*, *Piper*, *Muntingia*, *Solanum* e *Vismia*, as quais promovem os primeiros estádios sucessionais na vegetação, e são mais abundantes nas clareiras, tanto naturais quanto nas provocadas pelo homem (Hutson et al. 2001). Morcegos frugívoros da família Phyllostomidae atuam como agentes dispersores de sementes de até 24% das espécies neotropicais. Desta forma, assume-se que membros desta família são cada vez mais importantes atuando como agentes de dispersão não apenas em florestas úmidas (Humphrey e Bonaccorso 1979), mas também em áreas mais abertas e mais secas (August 1981, Duncan e Chapman 1999, Azihou et al. 2014).

Efeito da fragmentação sobre morcegos

O processo de fragmentação basicamente transforma ambientes naturais contínuos em varias porções menores, isoladas por uma matriz distinta da natural (Wilcove *et al.*, 1986; Tabanez *et al.*, 1997; Fahrig, 2003). A matriz é a parte da paisagem que está mais propícia a sofrer ações antrópicas, composta por diversos tipos de uso do solo e cobertura vegetal (Lindenmayer and Franklin, 2002) que circundam os fragmentos (Metzger 1999). Assim, a capacidade de algumas espécies persistirem em locais fragmentados vai depender da habilidade das espécies em utilizar a matriz como parte de sua área de vida (Antongiovanni e Metzger 2005).

Os novos fragmentos sofrem pressão direta do aumento da proporção de borda, a qual delimita a matriz e o fragmento. Na borda há um ressecamento do solo (Kapos 1989) e também alterações microclimáticas, fatores estes que determinarão quais espécies e comunidades poderão se estabelecer nestes novos habitats (Metzger 1999).

As alterações consequentes da fragmentação de habitats aumentam a taxa de emigração dos organismos entre os fragmentos, elevando a mortalidade dos animais pelo seu deslocamento (Fahrig 2007), além de propiciar a predação de algumas espécies (Robinson et al. 1995). A fragmentação promove, ainda, alteração na riqueza e abundância de organismos invertebrados (Parker e Mac Nally 2002). Já para mamíferos e aves, o fragmento em si não é o principal fator que afetará a riqueza das espécies, mas sim, o tamanho da área original remanescente (Andrén 1994). Além disso, a ocorrência de populações com poucos indivíduos, mais sujeitas à deriva genética, pode ocasionar perda de alelos e diminuição da diversidade gênica (Saunders et al. 1991, Baskent 1999), como observado em representante da ordem Lagomorfa (Peacock e Smith 1997). Segundo os autores, o habitat fragmentado promoveu o cruzamento entre indivíduos mais próximos geneticamente em comparação às áreas contínuas, diminuindo a variabilidade genética.

A alteração do uso do solo em áreas de vegetação de floresta seca, principalmente para formação de pastagens, promove a redução da diversidade de espécies de morcegos filostomídeos frugívoros. Isto prejudica a chegada de espécies vegetais dispersas pelos morcegos, que, por conseguinte, afeta o ciclo reprodutivo das plantas já estabelecidas nestes locais (Avila-Cabadilla et al. 2009).

Diversos estudos sobre resposta dos morcegos à alteração do habitat foram realizados e não foi possível verificar um padrão similar nesta resposta. A maioria destes trabalhos avaliou valores de riqueza, abundância e atividade das espécies em regiões de floresta. Alguns autores apresentam efeitos negativos da fragmentação de habitat sobre os morcegos, onde assembleias em áreas com vegetação pouco alterada, ou sem nenhuma perturbação, apresentam maior riqueza de espécies do que as áreas alteradas (Fenton et al. 1992, Cosson et al. 1999, Medellín et al. 2000, Gorrensens e Willig 2004, Estrada-Villegas et al. 2010, Farrow e Broders 2011, Peña-Cuéllar et al. 2015).

Já efeitos positivos da fragmentação foram observados por outro grupo de autores. Ethier e Fahrig (2011) verificaram que a abundância de algumas espécies de morcegos

vespertilionídeos aumenta em habitats fragmentados. O estudo realizado por Klingbeil e Willig (2009) relata a variação na resposta entre as espécies e, que, para seis espécies de morcegos, a abundância aumenta em áreas como maior proporção de borda.

O processo de urbanização também não tem um padrão nos efeitos sobre os morcegos. Alguns autores indicam que o avanço das cidades pode favorecer algumas espécies insetívoras, principalmente pelo aumento de recurso alimentar, proveniente da atração de insetos pelas lâmpadas das cidades (Gehrt e Chelsvig 2003, Avila-Flores e Fenton 2005), enquanto outros indicam que promove diminuição da atividade de espécies de insetívoros em função da perda de mata nativa (Threlfall et al. 2012).

Estresse e metabolismo energético de morcegos

A resposta ao estresse tem ação direta sobre o metabolismo dos indivíduos, fornecendo maior energia para enfrentar as ameaças que perturbam seu equilíbrio homeostático (Greenberg et al. 2002). O estresse pode ser monitorado pelas variações hormonais, permitindo a compreensão das consequências dos distúrbios ambientais aos animais (Romero 2004), uma vez que indicam o estado fisiológico (Creel 1997, Mason 1998), a suscetibilidade ao estresse (Wasser et al. 1997) e o potencial reprodutivo das espécies (Wingfield et al. 1997).

De uma forma geral, a amplitude na variação hormonal pode estar diretamente relacionada à saúde do indivíduo ou até mesmo de toda a população (Romero 2004). Os hormônios glicocorticóides (cortisol e corticosterona) regulam o balanço energético dos animais, particularmente durante períodos estressantes, como mudanças sociais (competição por território) ou ambientais (períodos de seca prolongada) (Sapolsky et al. 2000). Tais hormônios atuam no metabolismo hepático aumentando a síntese de enzimas que promovem a neoglicogênese (Randall et al. 2004), agindo, assim, diretamente na mobilização de energia para os músculos, no aumento do tônus cardiovascular e também inibem processos como digestão, crescimento e reprodução (Sapolsky 1999). Desse modo, os níveis normais de glicocorticóides são necessários para a manutenção do balanço homeostático e energético dos animais (Dallman et al. 1993).

Por outro lado, níveis elevados de glicocorticóides por períodos prolongados são prejudiciais (Sapolsky et al. 2000, Wingfield e Romero 2001). Nestas situações, pode ocorrer atrofia muscular, deterioração das funções imunes, hipertensão e redução das taxas de crescimento e de reprodução (Sapolsky et al. 2000, Wingfield e Romero 2001), além de distúrbios na plasticidade sináptica, atrofia dos dendritos e até mesmo a morte neuronal (Sapolsky 1999).

Como os animais estão em constante mudança comportamental e fisiológica, a aclimação é uma forma de ajuste ao ambiente, o que lhes permite enfrentar as adversidades naturais e resistir ao estresse ambiental por um determinado período (Romero 2004). Após repetitivas exposições a uma mesma fonte de estresse, o organismo passa a responder normalmente por não mais perceber a fonte estressante como sendo nociva (Romero 2004), uma vez aclimatado às novas condições ambientais. Esse organismo deixa então de ser

considerado como estressado, para aquele fator (Cyr e Romero 2009). No entanto, essa aclimação pode ser prejudicial em determinados casos, pois altera os processos fisiológicos do eixo HPA de tal forma que a resposta dos glicocorticóides a novos fatores de estresse podem ser potencializadas promovendo danos mais críticos aos indivíduos, quando comparadas com animais não aclimatados (Bhatnagar e Vining 2003).

O estudo do estresse pela quantificação dos hormônios glicocorticóides já foi realizado em diferentes grupos de mamíferos. Em esquilos, foi evidenciado por meio de amostras fecais de animais de vida livre que o estágio reprodutivo afeta a concentração de cortisol nos animais (Dantzer et al. 2010). Outro estudo revela que os níveis de glicocorticóides foram menores em macacos-aranha de áreas preservadas em relação aos animais de áreas fragmentadas e de cativeiro (Rangel-Negrín et al 2009). Aumento destes hormônios também foi observado em lêmures em áreas fragmentadas (Balestri et al. 2014).

Em análise realizada em fragmentos de diferentes tamanhos, no entanto, observou-se que não houve influência da fragmentação do habitat sobre os níveis de cortisol em macacos-aranha e bugios (Rimbach et al. 2013). Contudo, os autores observaram uma relação direta da concentração de cortisol em relação à presença humana para a espécie de macaco-aranha.

O estudo da concentração de cortisol em morcegos tem caminhado lentamente nos últimos 20 anos. O trabalho mais recente é de McMichael e colaboradores (2014) que quantificaram o estresse de morcegos da família Pteropodidae satisfatoriamente a partir de amostras de urina como teste alternativo para amostras de sangue. Outros estudos avaliaram os níveis do cortisol plasmático em morcegos da família Pteropodidae em cativeiro (Widmaier et al. 1994, Reeder et al. 2004a, 2006), e, em morcegos das famílias Phyllostomidae (Widmaier et al. 1994, Klose et al. 2006) e Vespertilionidae (Reeder et al. 2004b). Widmaier e Kunz (1993) observaram que os níveis de cortisol plasmático de três espécies permaneceram constantes ao longo do dia, com um declínio durante o período de alimentação. Lewanzik e colaboradores (2012), ao avaliarem a variação do cortisol plasmático em espécies de morcegos filostomídeos em função dos períodos de chuva e seca em florestas, concluíram que a resposta hormonal está ligada à disponibilidade de recurso alimentar naquelas épocas do ano. Porém, mesmo conhecendo um pouco sobre os níveis de cortisol desses animais, nenhum desses estudos avaliou a relação entre fragmentação do habitat e nível do estresse nos morcegos. E ainda, nenhum estudo sobre esse tema foi desenvolvido no Cerrado.

Além das análises hormonais, outra forma de avaliar os efeitos da fragmentação de habitat sobre o metabolismo dos organismos é por meio da quantificação das concentrações de reservas energéticas. Melo e colaboradores (2012) observaram que morcegos frugívoros em área preservada possuem maior concentração de reservas energéticas do que os animais de um fragmento de mata inserida em uma matriz urbana, como no bioma de Mata Atlântica.

Na literatura encontramos estudos relacionados ao metabolismo energético e alteração das reservas metabólicas em morcegos. A concentração de glicogênio no fígado diminui logo ao pôr do sol, momento de maior período de jejum já que é próximo do horário de alimentação, tanto para morcegos da família Pteropodidae quanto Molossidae (Okon et al. 1978, Okon e

Ekanem 1979). A variação das reservas em função do período de jejum foi avaliada em morcegos insetívoros *Molossus molossus*, os quais apresentaram queda na concentração das reservas em função do período de jejum (24 e 48 horas) assim como em relação ao sexo (Freitas et al., 2010). Esta mesma espécie, apresenta variação na concentração das reservas em função das estações do ano (Barros et al. 2013).

Estudos realizados com morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* no Cerrado (Freitas et al. 2003, 2005, 2006) mostram que estes animais não possuem reservas energéticas armazenados na forma de tecido adiposo. Já a mobilização de reservas energéticas em resposta ao jejum de morcegos frugívoros do gênero *Artibeus*, no Cerrado, demonstrou que o glicogênio é a reserva primária para manutenção dos níveis de glicose circulante (Pinheiro et al. 2006). Protzek et al. (2010) observou, ainda, os padrões hormonais da homeostase glicídica destes morcegos frugívoros no Cerrado. Apesar de alguns estudos já realizados, observa-se que há uma grande lacuna a ser preenchida sobre o conhecimento dos efeitos da fragmentação do habitat sobre os mecanismos fisiológicos dos morcegos na região do Cerrado.

Referências bibliográficas

- AGUIAR, L.M.S., ZORTÉA, M. 2008. A diversidade de morcegos conhecida para o Cerrado. In II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais. ParlaMundi, Brasília, Brasil.
- ALTRINGHAM, J.D. 1996. Bats biology and behavior. Oxford University Press, Oxford. 278 p.
- ALTRINGHAM, J.D. 2011. Bats: From Evolution to Conservation. Oxford University Press, Oxford, 352p.
- AMARAL, T.S., CARVALHO, T.F., SILVA, M.C., BARROS, M.S., PICANÇO, M., NEVES, C.A., FREITAS, M.B., 2012a. Short-term effects of a spinosyn's family insecticide on energy metabolism and liver morphology in frugivorous bats. Braz. J. Biol. 72, 299-304.
- AMARAL, T.S., CARVALHO, T.F., SILVA, M.C., GOULART, L.S., BARROS, M.S., PICANÇO, M., NEVES, C.A., FREITAS, M.B., 2012b. Metabolic and histopathological alterations in the fruit-eating bat induced by the organophosphorous pesticide fenthion. Acta Chiropterol. 14, 225-232.
- ANDRÉN, H. 1994. Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. Oikos 71, 355-366.
- ANTONGIOVANNI, M., METZGER, J.P. 2005. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments Biological Conservation 122, 441-451.
- AUGUST, P.V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the llanos of Venezuela. Biotropica 13, 70-76.
- AVILA-CABADILLA, L.D., STONER, K.E., HENRY, M., AÑORVE, M.Y.A. 2009. Composition, structure and diversity of phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a tropical dry forest. Forest Ecology and Management 258, 986-996.
- AVILA-FLORES, R., FENTON, M.B. 2005. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. Journal of Mammalogy 86, 1193-1204.
- AVILA-PIRES, F.D. 1960. Roedores colecionados na região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro 50, 25-45.
- AZIHOU, F.A., Kakaï, R.G., Sinsin, B. 2014. Importance of functional traits and regional species pool in predicting long-distance dispersal in savanna ecosystems. Plant Ecology 215, 651-660.
- BAGUETTE, M., PETIT, S., QUÉVA, F., 2000. Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation. Journal of Applied Ecology 37, 100-108.
- BALESTRI, M., BARRESI, M., CAMPERA, M., SERRA, V., RAMANAMANJATO, J. B. 2014. Habitat Degradation and Seasonality Affect Physiological Stress Levels of *Eulemur collaris* in Littoral Forest Fragments. PLoS ONE 9(9), 1-11.
- BARROS, M.S., MORAIS, D.B., ARAUJO, M.R., CARVALHO, T.F., MATTA, S.L.P., PINHEIRO, E.C., FREITAS, M.B., 2013. Seasonal variation of energy reserves and reproduction in neotropical free-tailed bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). Brazilian Journal of Biology 73, 629-635.

- BASKENT, E.Z. 1999. Controlling spatial structure of forested landscapes: A case study towards landscape management. *Landscape Ecology* 14(1), 83-97.
- BERNARD, E., AGUIAR, L.M.S., BRITO, D., CRUZ-NETO, A.P., GREGORIN, R., MACHADO, R.B., OPREA, M., PAGLIA, A.P., TAVARES, V.C. 2012. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. *In: Freitas, T.R.O., Vieira, E.M. (eds.) Mamíferos do Brasil: Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação. Vol. II. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozologia. ISBN 978-85-63705-01-3. p. 19-35*
- BHATNAGAR S, VINING, C. 2003. Facilitation of hypothalamic-pituitary-adrenal responses to novel stress following repeated social stress using the resident/intruder paradigm. *Hormones and Behavior* 43,158-165.
- BRETT, A., UIEDA, W., MAGALHÃES, E.D. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 16(3), 731-770.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 7, 243-256.
- COLLI, G.R., BASTOS, R.P., ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado Herpetofauna. In *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. (Oliveira, P.S. & Marquis, R.J., eds.). Columbia University Press, New York. p. 223-241.
- COSSON, J.F., PONS, J.M., MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15, 515-534.
- CREEL, S., CREEL, N.M., MONFORT, S.L. 1997. Radiocollaring and stress hormones in African wild dogs. *Conservation Biology* 11, 544-548.
- CUNHA, N.L., FISCHER, E., SANTOS, C.F. 2011. Bat assemblage in savana remnants of Sonoro, central-western Brazil. *Biota Neotropical* 11, 197-201.
- CYR, N.E., ROMERO, L.M. 2009. Identifying hormonal habituation in field studies of stress. *General and Comparative Endocrinology* 161, 295–303.
- DALLMAN, M.F., STRACK, A.M., AKANA S.F., BRADBURY, M.J., HANSON, E.S., SCRIBNER, K.A., SMITH, M. 1993. Feast and famine: critical role of glucocorticoids with insulin in daily energy flow. *Frontiers in Neuroendocrinology* 14, 303–347.
- DANTZER, B., MCADAM, A. G., PALME, R., FLETCHER, Q. E., BOUTIN, S., HUMPHRIES, M. M., BOONSTRA, R. 2010. Fecal cortisol metabolite levels in free-ranging North American red squirrels: Assay validation and the effects of reproductive condition. *General and Comparative Endocrinology* 167(2), 279-286.
- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical forest trees. *Biotropica* 12, 45-47.
- DUNCAN, R.S., CHAPMAN, C.A. 1999. Seed dispersal and potential Forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9(3), 998-1008.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38, 139-148.

- ESTRADA-VILLEGAS, S., MEYER, C.F.J., KALKO, E.K.V., 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biology Conservation* 143, 597-608.
- ETHIER, K., FAHRIG, L. 2011. Positive effects of forest fragmentation, independent of forest amount, on bat abundance in eastern Ontario, Canada. *Landscape Ecology* 26, 865-876.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34, 487-515.
- FAHRIG, L. 2007. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *Functional Ecology* 21, 1003-1015.
- FALCÃO, F.C., REBELO, V.F., TALAMONI, S.A. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, South-east Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(2), 347-350.
- FARROW, L.J., BRODERS, H.G. 2011. Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling tri-colored bat (*Perimyotis subflavus*). *Mammalian Biology* 76, 172-179.
- FENTON, M.B., ACHARYA, L., AUDET, D., HICKEY, M.B.C., MERRIMAN, C., OBRIST, M.K., SYME, D.M., ADKINS, B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3), 440-446.
- FLEMING, T.H. 1988. The short tailed fruit bat: a study in plant–animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- FLEMING, T.H., SOSA, V.J. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75, 847-851.
- FREITAS, M.B., PINHEIRO, E., MILLAN, S., WELKER, A., 2003. Metabolic responses induced by fasting in the common vampire bat *Desmodus rotundus*. *Journal of Comparative Physiology B* 173, 703-707.
- FREITAS, M.B., PASSOS, C.B.C., VASCONCELOS, R.B., PINHEIRO, E.C., 2005. Effects of short-term fasting on energy reserves of vampire bats. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 140, 59-62.
- FREITAS, M.B., WELKER, A., PINHEIRO, E., 2006. Seasonal variation and food deprivation in common vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Brazilian Journal of Biology* 66, 1051-1055.
- FREITAS, M.B., GOULART, L.S., MORAIS, D.B., AMARAL, T.S, BARROS, M.S., MATTA, S.L.P., 2010. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). *Brazilian Journal of Biology* 70, 617-621.
- FRISHKOFF, L.O., KARP, D.S., M'GONIGLE, L.K., MENENHALL, C.D., ZOOK, J., KREMEN, C., HADLY, E.A., DAILY, G.C. 2014. Loss of avian phylogenetic diversity in neotropical agricultural system. *Science* 345(6202), 1343-1346.
- GEHRT, S.D.; CHELSVIG, J.E. 2003. Bat activity in an urban landscape: patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecology Applied* 13, 939-950.
- GOODLAND, R.A. 1971. A physiognomic analysis of the “cerrado” vegetation of Central Brazil. *Journal of Ecology* 59:411-419.

- GORRENSEN, P.M., WILLIG, M.R. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy* 85(4), 688-697.
- GOTTSBERGER, G., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2006. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. 1. Origin, structure, dynamics and plant use. Reta Verlag. 277p.
- GREENBERG, N., CARR, J.A., SUMMERS, C.H. 2002. Causes and consequences of stress. *Integrative and Comparative Biology* 42, 508-516.
- HARIDASAN, M. 1982. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil*, 65:265-273.
- HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. 1977. A Flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6, Belo Horizonte. Ed. Itatiaia, p.211-232, 1977.
- HUMPHREY, S.R., BONACCORSO, F.J. 1979. Population and community ecology. in: BAKER, R.J., KNOX JONES JR, J., CARTER, D.C. (Eds.). 1979. *Biology of the bats of the New World family Phyllostomatidae. Part III. Special Publications of the Texas Tech University* 16, 409–441.
- HUTSON, A.M., MICKLEBURGH, S.P., RACEY, P.A. 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 258 pp.
- IBGE, 2004. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000 <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>.
- JOHNSTONE, C.P., REINA, R.D., LILL, A. 2012. Interpreting indices of physiological stress in free-living vertebrates. *Journal of Comparative Physiology B* 182, 861-879.
- KALKA, M.B., SMITH, A.R., KALKO, E.K.V. 2008. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science* 320, 71.
- KAPOS, V. 1989. Effects os isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 5: 173-185.
- KELEHER, H., SARA, A. 1996. Guano: bats' gift to gardeners. *Bats* 14, 15-17.
- KLINGBEIL, B.T., WILLIG, M.R. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology* 46, 203–213
- KLINK, C.A., MACHADO, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19, 707–713.
- KLOSE, S.M., SMITH, C.L., DENZEL, A.J., KALKO, E.K.V. 2006. Reproduction elevates the corticosterone stress response in common fruit bats. *Journal of Comparative Physiology A* 192, 341-350.
- KUNZ, T.H., TORREZ, E.B., BAUER, D., LOBOVA, T., FLEMING, T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of The New York Academy of Science* 1223, 1-38.
- LAURANCE, W.F., 1991. Ecological correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. *Conservation Biology* 5, 79-89.

- LEWANZIK, D., KELM, D.H., GREINER, S., DEHNHARD, M., VOIGT, C.C. 2012. Ecological correlates of cortisol levels in two bat species with contrasting feeding habits. *General and Comparative Endocrinology* 177, 104-112.
- LINDENMAYER, D.B., FRANKLIN, J.F., 2002. *Conserving Forest Biodiversity. A Comprehensive Multiscale Approach*. Island Press, Washington.
- MACHADO, R.B., RAMOS NETO, M.B., PEREIRA, P., CALDAS, E., GONÇALVES, D., SANTOS, N., TABOR, K., STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International, Brasília.
- MARINHO-FILHO, J.S. 1996. The Brazilian Cerrado Bat Fauna and its Conservation. *Chiroptera Neotropical* 2(1), 37-39.
- MARINHO-FILHO, J., RODRIGUES, F.H.G., JUAREZ, K.M. 2002. The Cerrado Mammals: Diversity, Ecology, and Natural history. In *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, Org.). Ed. Columbia University Press, New York, p.266-284.
- MARTÍNEZ-MOTA, R., VALDESPINO, C., SANCHES-RAMOS, M.A., SERGIO-SILVA, J.C. 2007. Effects of forest fragmentation on the physiological stress response of black howler monkeys. *Animal conservation* 10(3), 374-379.
- MASON, G. 1998. The physiology of the hunter deer. *Nature* 391, 22.
- MCMICHAEL, L.A., EDSON, D., FIELD., H. 2014. Measuring Physiological Stress in Australian Flying-Fox Populations. *EcoHealth* 11, 400-408.
- MEDELLÍN, R.A., EQUIHUA, M., AMIN, M.A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6), 1666-1675.
- MELO, B.E.S., BARROS, M.S., CARVALHO, T.F., AMARAL, T.S., FREITAS, M.B. 2012. Energy reserves of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in two areas with different degrees of conservation in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72(1), 181-187.
- MENDONÇA, R.C., FELFI LI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E. 2008. Flora Vasculare do Cerrado. Pp. 289-556. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC.
- METZGER, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 71, 435-463.
- MEYER, C.F.J., KALKO, E.K.V. 2008. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography* 35, 1711-1726.
- MMA. 2011. Relatório técnico do monitoramento do Cerrado. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais- IBAMA.
- MOREIRA, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, 27(4), 1021-1029.
- MUYLAERT, R.L., TEXEIRA, R.C., HORTENCI, L., ESTÊVÃO, J.R., Rogeri, P.K., Mello, M.A.R. 2014. Bats (Mammalia: Chiroptera) in a Cerrado landscape in São Carlos, southeastern Brazil. *Check List*, 10(2), 287-291.

- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- NEUWEILER, G. 2000. *The biology of bats*. Oxford University Press, London and New York, 310 p.
- NOWAK, R.M. *Walker's Bats of the world*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 287 p., 1994.
- OKON, E.E., UMIKORO, R.M., AJUDUA, A. 1978. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and the breast muscle of the fruit bat, *Eidolon helvum* (Kerr). *Physiological Behaviour* 20, 121-123.
- OKON, E.E., EKANEM R.J. 1979. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and breast muscle of the insect bat, *Tadarida nigeriae*. *Physiological Behaviour*. 23, 659-661.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., RATTER, J.A. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52, 141-194.
- PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B., RYLANDS, A.B., HERRMANN, G., AGUIAR, L.M.S., CHIARELLO, A.G., LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P., SICILIANO, S., KIERULFF, M.C.M., MENDES, S.L., TAVARES, V.C., MITTERMEIER, R.A., PATTON J.L. 2012. Annotated Checklist of Brazilian Mammals, second ed. *Occasional Papers in Conservation Biology*, No. 6. Conservation International, Arlington, VA.
- PARKER, M., MACNALLY, R. 2002. Habitat loss and the habitat fragmentation threshold: an experimental evaluation of impacts on richness and total abundances using grassland invertebrates. *Biological Conservation* 105, 217-229.
- PEACOCK, M.M., SMITH, A.T. 1997. The effect of habitat fragmentation on dispersal patterns, mating behavior, and genetic variation in a pika (*Ochotona princeps*) metapopulation. *Oecologia* 112,524-533
- PEARSON, T.R.H., BURSLEM, D.F.R.P., GOERIZ, R.E., DALLING, J.W. 2003. Interactions of gap size and herbivory on establishment, growth and survival of three species of neotropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 91(5), 785-796.
- PEÑA-CUÉLLAR, E., BENITEZ-MALVINO, J., AVILA-CABADILLA, L.D., MARTINES-RAMOS, M., ESTRADA, A. 2015. Structure and diversity of phyllostomid bat assemblages on riparian corridors in a human-dominated tropical landscape. *Ecology and Evolution* 5(4), 903-913.
- PEÑA-CUÉLLAR, E., BENÍTEZ-MALVIDO, J., AVILA-CABADILLA, L.D., MARTÍNEZ-RAMOS, M., ESTRADA, A. 2015. Structure and diversity of phyllostomid bat assemblages on riparian corridors in a human-dominated tropical landscape. *Ecology and Evolution* doi: 10.1002/ECE3.1375 (IN PRESS).
- PINHEIRO, E.C., KETTELHUT, I.C., MIGLIORINI, R.H., TADDEI, V.A., 2006. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (*Artibeus lituratus* and *Artibeus jamaicensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology B* 143, 279-284.
- PROTZEK, A.O.P., RAFACHO, a., VISCELLI, B.A., BOSQUEIRO, J.R., Cappelli, A.P., PAULA, F.M.M., BOSCHERO, A.C., PINHEIRO, E.C. 2010. Insulin and glucose sensitivity, insulin

- secretion and β -cell distribution in endocrine pancreas of the fruit bat *Artibeus lituratus*. *Comparative of Biochemistry and Physiology A* 157, 142-148.
- RANDALL, D.C. 2004. Discovering the role of the adrenal gland in the control of body function. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 287, 1007-1008.
- RANGEL-NEGRÍN, A., ALFARO, J.L., VALDEZ, R.A., ROMANO, M.C. SERIO-SILVAL, J.C. 2009. Stress in spider monkeys: effects of environmental conditions. *Animal Conservation* 12, 496-502.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F., BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80, 223-230.
- REDFORD, K.H., FONSECA, G.A.B. 1986. The role of Gallery Forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica* 18-126-135.
- REEDER, D.M., KUNZ, T.H., WIDMAIER, E.P., 2004a. Baseline and stress-induced glucocorticoids during reproduction in the variable flying fox, *Pteropus hypomelanus* (Chiroptera: Pteropodidae). *Journal of Experimental Zoology A* 301, 682-690.
- REEDER, D.M, KOSTECZKO, N.S, KUNZ, T.H, WIDMAIER, E.P. 2004b. Changes in baseline and stress-induced glucocorticoid levels during the active period in free-ranging male and female little brown myotis, *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *General and Comparative Endocrinology* 136, 260-269
- REEDER, D.M., RAFF, H., KUNZ, T.H., WIDMAIER, E.P., 2006. Characterization of pituitary–adrenocortical activity in the Malayan flying fox (*Pteropus vampyrus*). *Journal of Comparative and Physiology B* 176, 513-519.
- RIBEIRO, J.F., WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, Pp 87-166. In: SANO, S.M., ALMEIDA, S.P. (Eds.). 1998. Cerrado: ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados p. 87-166.
- RIMBACH, R., LINK, A., HEISTERMANN, M., GÓMEZ-POSADA, C., GALVIS, N., HEYMANN, E. W. 2013. Effects of logging, hunting, and Forest fragmente size on physiological stress levels of two sympatric ateline primates in Colombia. *Consevation Physiology* 1, 1-11.
- RIZZINI, C.T. 1963. A flora do cerrado. Análise florística das savannas centrais. In Simpósio sobre o cerrado (M.G. Ferri, org.). Edusp, São Paulo, p.126-177.
- ROBINSON, S.K., THOMPSON, F.R., DONOVAN, T.M., WHITEHEAD, D.R., FAABROG, J. 1995. Regional forest fragmentation andthe nesting success of migratory birds. *Science* 267(5206), 1987-1990.
- ROMERO, L.M. 2004. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. *TRENDS in Ecology and Evolution* 19(5), 249-255.
- SAPOLSKY, R.M. 1999. Glucocorticoids, stress, and their adverse neurological effects: relevance to aging. *Experimental Gerontology* 34(6), 721-732.
- SAPOLSKY, R.M., ROMERO, L.M., MUNCK, A.U. 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. *Endocrine Reviews* 21(1), 55-89.

- SAUNDERS, D.A., HOBBS, R.J., MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5, 18–32.
- SILVA, J.M.C. 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. *Biodiversity and Conservation* 6, 435-450.
- SOUSA, R.F., VENERE, P.C., FARIA, K.C., 2013. Bats in forest remnants of the Cerrado savanna of eastern Mato Grosso, Brazil. *Biota Neotropica*. 13, 236-241.
- TABANEZ, A.A.J., VIANA, V.M., DIAS, A.S. 1997. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto. *Revista Brasileira de Biologia*, 57, 47-60.
- THRELFALL, C.G, LAW, B., BANKS, P.B. 2012. Sensitivity of insectivorous bats to urbanization: Implications for suburban conservation planning. *Biological Conservation* 146, 41-52.
- TYLIANAKIS, J.M., TSCHARNTKE, T., KLEIN, A.M. 2006. Diversity, ecosystem function and stability of parasitoid–host interactions across a tropical gradient of habitat modification. *Ecology* 87, 3047-3057.
- WASSER, S.K., BEVIS, K., KING, G., HANSON, E. 1997. Noninvasive physiological measures of disturbance in the northern spotted owl. *Conservation Biology* 11, 1019- 1022.
- WIDMAIER, E.P., KUNZ, T.H., 1993. Basal, diurnal, and stress-induced levels of glucose and glucocorticoids in captive bats. *Journal of Experimental Zoology* 265, 533-540.
- WIDMAIER, E.P., HARMER, T.L., SULAK, A.M., KUNZ, T.H., 1994. Further characterization of the pituitary–adrenocortical responses to stress in Chiroptera. *Journal of Experimental Zoology* 269, 442-449.
- WILCOVE, D.S., MCLELLAN, C.H., DOBSON, A.P. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: SOULÉ, M.E. 1986. *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, p.237-256.
- WILLIAMS-GUILLÉN, K., PERFECTO, I., VANDERMEER, J. 2008. Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science* 320, 70.
- WINGFIELD, J.C., JACOBS, J., HILLGARTH, N. 1997. Ecological constraints and the evolution of hormone-behavior interrelationships. *Annals of the New York Academy of Science* 807, 22-41.
- WINGFIELD, J.C., ROMERO, L.M. 2001. Adrenocortical responses to stress and their modulation in free-living vertebrates. In: *Handbook of Physiology; Section 7: The Endocrine System; Volume IV: Coping with the Environment: Neural and Endocrine Mechanisms* (McEwen, B.S. and Goodman, H.M., eds) pp. 211–234, Oxford University Press.
- ZORTÉA, M., ALHO, C.J.R. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity Conservation* 17, 791-805.

Resposta fisiológica de morcegos frugívoros à alteração do habitat no Cerrado, Brasil

Artigo formatado para "Comparative Biochemistry and Physiology"

Resumo

A fragmentação do habitat no bioma Cerrado, devido ao avanço da agricultura e urbanização é crítico. Este bioma brasileiro possui elevado grau de endemismo de diversas espécies, tanto da fauna, quanto da flora, sendo considerado como um *hotspot* para conservação. A fragmentação provavelmente afeta os morcegos, os quais representam o maior grupo de mamíferos no bioma. Esse trabalho teve como objetivo verificar, se os morcegos frugívoros respondem fisiologicamente às alterações antrópicas no habitat. Para tal, a quantificação das reservas energéticas como a concentração do glicogênio, proteína e lipídio do musculo peitoral e tecido hepático, além da concentração dos lipídios no tecido adiposo, ácidos graxos da carcaça e glicemia plasmática foram avaliadas em morcegos coletados em três áreas de matriz distintas: natural, rural e urbana. Ainda, amostras de sangue foram coletadas dos morcegos *Glossophaga soricina*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* para a análise do nível basal plasmático do cortisol, considerado o hormônio do estresse. Verifiquei a partir dos resultados que *Sturnira lilium* apresentou maior concentração de glicogênio peitoral e proteína hepática do que o grupo *Artibeus* (*A. lituratus* e *A. planirostris*). Além disso, indivíduos do grupo *Artibeus* apresentaram menores concentrações de glicogênio do músculo peitoral e tecido hepático no fragmento Urbano do que indivíduos de fragmento Natural e Rural. As concentrações do hormônio cortisol, por outro lado, variaram unicamente em função do indivíduo, não apresentando associação com a espécie de morcego e/ou porte corporal, nem com as diferentes áreas em que foram avaliados. Concluo assim, que as espécies *S. lilium* e *Artibeus* diferem no armazenamento de reservas energéticas em um mesmo habitat e ainda, que o nível de degradação do habitat afeta diretamente os morcegos frugívoros do gênero *Artibeus* na região de Cerrado no Distrito Federal do Brasil. Além disso, observei que o nível de cortisol plasmático não é uma ferramenta sensível à detecção do estresse nas espécies estudadas causado pelas alterações antrópicas em áreas naturalmente heterogêneas como o Cerrado.

Palavras-chave: *Artibeus*, cortisol, *Glossophaga soricina*, metabolismo, Reserva energética, *Sturnira lilium*.

Introdução

O bioma Cerrado é uma das áreas que atualmente vem sendo mais impactada pela fragmentação no Brasil e estimativas indicam que se nada for feito ele desaparecerá em 2030 (Machado et al., 2004). Mesmo considerado um *hotspot* (Meyers et al., 2002), o Cerrado tem sido modificado continuamente devido ao avanço da agricultura e urbanização, o que têm se tornado crítico para as espécies que ali habitam (Machado et al., 2004).

O Cerrado é caracterizado como um bioma composto por formações savânicas, campestres e florestais (Ribeiro e Walter, 1998). Este bioma ocupa cerca de 25% do território do Brasil (IBGE, 2004) e apresenta grande diversidade de fitofisionomias em pequenas escalas, formando um mosaico de habitats (Ribeiro e Walter, 1998). A fragmentação do habitat por ação antrópica no Cerrado tem sido observada neste ambiente devido às mudanças no uso do solo (Klink e Machado, 2005), onde são perdidos 1.400.000 ha de áreas nativas a cada ano (MMA 2011; Machado et al., 2004). Este processo de fragmentação consiste basicamente na divisão de ambientes naturais contínuos em partes menores, o que prejudica a fauna e flora neles existentes (Fahrig, 2003; Viana et al., 1997; Wilcove et al., 1986).

A resposta das espécies ao processo de fragmentação está relacionada com a mobilidade e a capacidade dos animais cruzarem áreas desmatadas e explorarem novos habitats (Fahrig, 2007; Baguette et al., 2000; Laurance, 1991). Os morcegos são os únicos mamíferos capazes de desenvolver voo verdadeiro. Esta habilidade faz com que o grupo possua grande mobilidade e exerça diversas funções ambientais importantes (Meyer e Kalko, 2008; Fenton et al., 1992), como dispersores de sementes (Bizerril e Raw, 1998), polinizadores (Kunz et al., 2011; Kalka et al., 2008; Williams-Guillén et al., 2008; Hutson et al., 2001; Fleming e Sosa, 1994), no controle de população de insetos (Aguiar e Antonini, 2008; Kalka et al., 2008) e na dinâmica ambiental, por atuarem na ciclagem de nutrientes pela liberação das fezes ricas em nitrogênio (Keleher e Sara, 1996). Desta forma, este grupo pode não ser afetado pela fragmentação como observado por outros estudos, onde espécies são favorecidas e aumentam sua abundância nestes novos locais (Ethier e Fahrig, 2011; Klingbeil e Willig, 2009; Avila-Flores e Fenton, 2005; Gehrt e Chelsvig, 2004). Vários trabalhos, no entanto, demonstram que os morcegos são sim afetados pela fragmentação do habitat, onde a riqueza e abundância são menores em áreas fragmentadas (Farrow e Broders, 2011; Estrada-Villegas et al., 2010; Gorrensén e Willig, 2004; Medellín et al., 2000; Cosson et al., 1999; Fenton et al., 1992).

Os estudos realizados com os morcegos sobre os efeitos da fragmentação do habitat, em grande parte, avaliaram a riqueza e abundância das espécies (Farrow e Broders, 2011; Estrada-Villegas et al., 2010; Gorrensén e Willig, 2004; Medellín et al., 2000; Cosson et al., 1999). Poucos estudos analisaram a resposta no nível específico, como atividade e área de ocorrência (Montaño-Centellas et al. 2015; Ethier e Fahrig, 2011; Klingbeil e Willig, 2009; Avila-Flores e Fenton, 2005; Gehrt e Chelsvig, 2003).

A avaliação fisiológica dos efeitos da fragmentação, apesar de ser uma ferramenta muito útil (Bernard et al., 2012; Romero, 2004), é negligenciada. Na literatura recente, encontramos trabalhos que avaliaram o metabolismo energético e a mobilização das reservas metabólicas

em morcegos no Brasil. No entanto, a maioria desses estudos foi realizada em região de Mata Atlântica (Barros et al., 2013; Amaral et al., 2012a, 2012b; Melo et al., 2012; Freitas et al., 2010) e, apenas Melo e colaboradores (2012) relacionaram as reservas energéticas à alteração do habitat.

No Cerrado, a maior parte dos trabalhos realizada com armazenamento e mobilização das reservas foi feita com a espécie *Desmodus rotundus*. Esse morcego é hematófago e seu comportamento metabólico e dieta são muito particulares (Freitas et al., 2006, 2005, 2003). Poucos estudos avaliaram o metabolismo de morcegos frugívoros (Protzek et al., 2010; Pinheiro et al., 2006), mas nenhum relacionou a resposta fisiológica ao habitat.

O monitoramento das funções endócrinas, por meio da quantificação da concentração de hormônios dos indivíduos, tem sido sugerido como ferramenta auxiliar para a compreensão da resposta fisiológica dos animais às alterações de hábitat (Romero, 2004). Hormônios glicocorticóides (cortisol e corticosterona) funcionam como mediadores fisiológicos e atuam diretamente na regulação da mobilização de reservas energéticas (Romero, 2004). A alteração no metabolismo energético por sua vez, geram mudanças no comportamento e na fisiologia do animal, desencadeando respostas aos estímulos estressantes e possibilitando que os indivíduos suportem determinados distúrbios (Möstl e Palme, 2002; Sapolsky et al., 2000).

Desta forma, compreender as alterações fisiológicas das espécies de morcego frente à fragmentação do habitat é importante para avaliar se esses animais vão persistir em longo prazo nesses remanescentes alterados. Assim, buscando ampliar o conhecimento sobre a resposta fisiológica dos morcegos à fragmentação de habitat no bioma Cerrado, os objetivos do presente trabalho foram: 1) avaliar se as concentrações de reservas energéticas do grupo de espécies do gênero *Artibeus* (*Artibeus lituratus* + *Artibeus planirostris*) variam entre fragmentos do Cerrado de diferentes níveis de perturbação (Natural, Rural e Urbana) 2) avaliar se espécies de morcegos frugívoros de tamanho corporal distinto (grupo *Artibeus* e *Sturnira lilium*) apresentam padrão de armazenamento de reservas diferente, em um mesmo fragmento e, ainda, 3) se o nível de perturbação no habitat provoca estresse nos morcegos.

Para responder o primeiro objetivo, testei a hipótese de que, em função do metabolismo mais acelerado, *S. lilium* possui menores concentrações de reservas energéticas que *Artibeus*. A hipótese do segundo objetivo é de que espécies de *Artibeus* que ocorrem no fragmento inserido em matriz Urbana apresentam menor concentração de reservas energéticas. Por meio da avaliação da concentração plasmática do hormônio cortisol nos morcegos, testei a hipótese de que, o tamanho corporal influencia no menor estresse de morcegos grandes e maior concentração de cortisol em morcegos menores e que os diferentes fragmentos influenciam na concentração desse hormônio nos morcegos.

Métodos

Área de estudo

Esse estudo foi realizado no Distrito Federal, Brasil, região central do bioma Cerrado, no Parque Nacional de Brasília e seu entorno. Neste estudo, considerei uma distância de até 4,5 Km como sendo entorno do limite do Parque Nacional de Brasília. Os animais foram amostrados em Matas de Galeria inseridas em fragmentos com diferentes tipos de matriz adjacente (Natural, Urbana e Rural) conforme mostrado na Figura 1.

As matrizes foram caracterizadas a partir de mapa qualificado de cobertura vegetal e tipos de uso de solo (Figura 2). Com 37 variáveis presentes no mapa de cobertura vegetal e uso de solo, foi possível dividir essas variáveis em três grupos distintos: Natural (cerrado típico, cerradão, campo limpo, mata de galeria, mata seca, entre outros); Urbano (área urbana com e sem infraestrutura, pista pavimentada e área verde intraurbana) e Rural (olericultura, chácaras de uso misto, cultivo de grãos, pastagem, entre outros). A partir destes fatores, formei grupos de fragmentos inseridos em matriz Urbana, Natural e Rural, de acordo com a porcentagem de cada categoria no interior de um buffer de 3,5 km utilizando a extensão Patch Analyst 3.0 do ArcGIS (Rempel, 2006). Os valores da porcentagem de cada grupo de uso do solo estão apresentados na Tabela 1. O fragmento do Cerrado de matriz Natural localiza-se na unidade de conservação Parque Nacional de Brasília, composta principalmente por manchas de fitofisionomias de cerrado e de mata de galeria. O entorno do Parque Nacional de Brasília possui matriz predominantemente antropizada, onde foram avaliados os parâmetros fisiológicos em dois fragmentos distintos, um de matriz Rural e outro de matriz Urbana. O fragmento circundado por matriz Rural é composto por pastagens, criação de suínos, pomares e vegetação natural de pequenas porções de mata e cerrado e ainda uma porção urbana. Já o fragmento inserido em matriz Urbana localiza-se no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, onde quase toda vegetação natural foi suprimida e com presença pequena mancha remanescente de mata de galeria circundada por construções humanas.



Figura 1. Fragmentos do bioma Cerrado onde foram realizadas coletas de morcegos de com diferentes tipos de matriz caracterizadas a partir da porcentagem de cobertura vegetal e tipo de uso do solo em Brasília/DF, Brasil, para avaliação dos parâmetros fisiológicos.

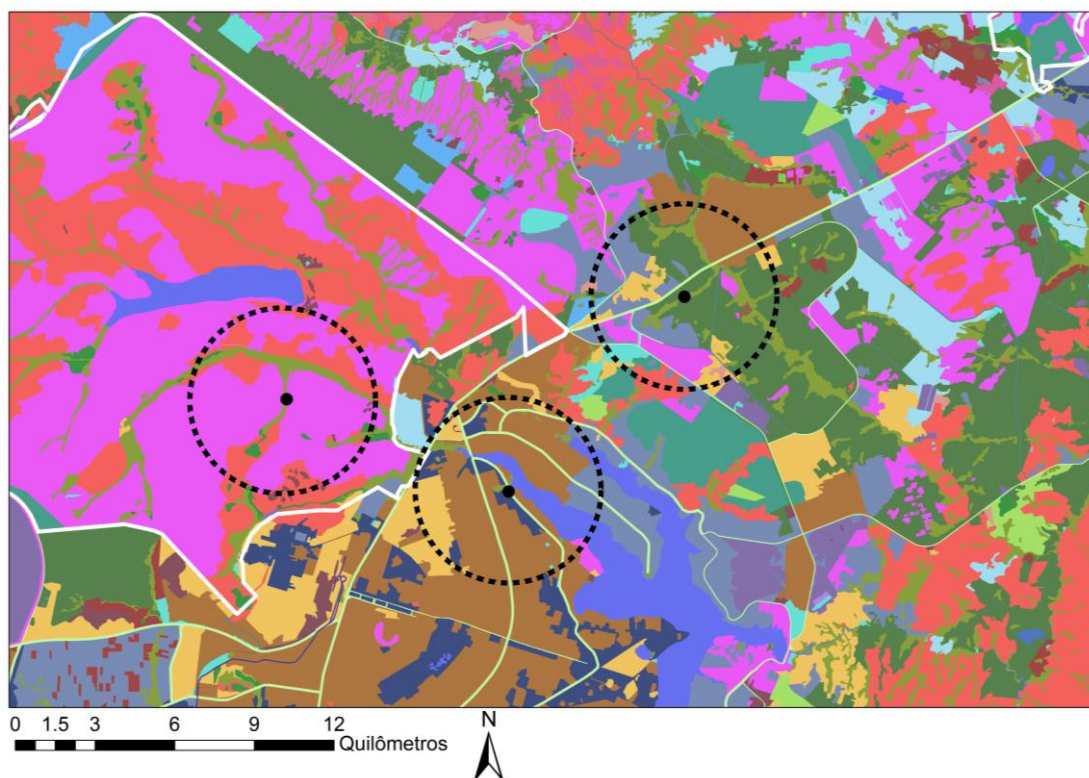


Figura 2. Mapa qualificado de cobertura vegetal e de tipo de uso do solo na região de Brasília, no Distrito Federal do Brasil, onde foram realizadas as coletas para avaliar os parâmetros fisiológicos dos morcegos em resposta à fragmentação do habitat. Cada cor no mapa representa as variáveis de cobertura vegetal e tipo de uso do solo. Ponto preto indica o local de coleta e o círculo tracejado representa o limite do buffer no qual foi caracterizada a matriz predominante do fragmento.

Tabela 1. Proporção dos grupos de cobertura vegetal e tipo de uso do solo calculado dentro do buffer de cada fragmento de Cerrado nos quais foram realizadas as coletas de morcegos para avaliação dos parâmetros fisiológicos, na região de Brasília/DF, Brasil.

Matriz/Use do solo	Cobertura Vegetal		
	Natural	Urbano	Rural
Natural	99,01	0,00	32,01
Urbana	2,15	76,83	21,02
Rural	21,14	23,17	46,97

Experimentos

Realizei dois experimentos distintos para avaliar as respostas fisiológicas dos morcegos em relação à fragmentação do habitat no Cerrado, Brasília:

Experimento1: Para as análises das reservas energéticas, os animais foram capturados com redes de neblina em fragmento e mantidos durante uma noite em gaiolas individuais (25 x 39 x 45 cm), em temperatura ambiente, no escuro, no biotério do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Na manhã seguinte os animais foram eutanasiados por decapitação e tiveram o sangue rapidamente coletado em tubos heparinizados, mantidos sob gelo. Os tecidos foram separados, pesados e armazenados a -20 °C até o momento das

análises. O trabalho foi realizado com morcegos machos adultos das espécies *Sturnira liliium* (n=10), todos do fragmento de matriz Rural, *Artibeus* (n=26, *Artibeus lituratus* (n=20) e *Artibeus planirostris* (n=6)) distribuídos entre os três fragmentos.

Avaliação das reservas energéticas

Para avaliar as reservas energéticas dos morcegos quantifiquei as concentrações de glicose no plasma, de proteínas totais do músculo peitoral e no fígado, assim como as concentrações de lipídios totais da carcaça, músculo peitoral e fígado. Obtive as concentrações de glicogênio do fígado e do músculo peitoral a partir de porções conhecidas destes tecidos colocadas em 2 mL de KOH (30%), de acordo com procedimentos de Sjörgren et al. (1938). As concentrações de proteína total do músculo peitoral e do fígado foram obtidas após homogeneização de porções conhecidas desses tecidos em solução de NaCl 0,9%. A quantificação de proteína total foi determinada com o uso do Kit BSA (Sigma-Aldrich®), utilizando espectrofotômetro (UV-1601-1601 PC, Shimadzu). Os lipídios totais em porções conhecidas do fígado e do músculo peitoral foram homogeneizadas em clorofórmio-metanol (2:1) e quantificados de acordo com o método de Folch et al. (1957). Quantifiquei os ácidos graxos totais da carcaça após a remoção dos tecidos acima referidos e do trato digestivo da porção terminal do esôfago até o ânus. Para a quantificação da concentração total de ácidos graxos das carcaças, as carcaças, após serem completamente digeridas em 100 mL de KOH (6 N), foram filtradas e adicionadas do mesmo volume de álcool absoluto, resultando em KOH-etanol (50% v/v), lavadas com éter de petróleo e extraídas com clorofórmio. A concentração total de ácidos graxos das carcaças foi determinada por gravimetria.

Experimento 2: Para a análise dos níveis basais do hormônio cortisol no plasma foram capturados 65 indivíduos machos adultos. A escolha por machos se deve ao fato de que são menos afetados metabolicamente pelo período reprodutivo do que fêmeas (Klose et al., 2006). As espécies escolhidas foram *G. soricina*, *S. liliium* e *A. lituratus*, por possuírem portes corporais diferenciados, com peso médio aproximado de 10g, 20g e 80g, respectivamente. O número de indivíduos capturados de cada espécie nas áreas está apresentado na Tabela 2. Para a rápida detecção dos animais na rede e a coleta do sangue ser realizada no menor tempo possível, foram acoplados sinalizadores sonoros ativados por movimento às redes. Após a captura do morcego, amostra de sangue foi obtida por perfusão da artéria braquial e coletada em tubo capilar heparinizado também por decapitação do animal e o sangue armazenado em tubo de ensaio heparinizados. Após a coleta, a amostra de sangue foi mantida resfriado em gelo até a chegada ao laboratório. Ao fim da noite de coleta, o material foi levado ao Laboratório de Neuroendocrinologia, Metabolismo e Reprodução, CFS, IB, UnB, onde foi centrifugado (2000 rpm.min⁻¹), o plasma coletado e armazenado em freezer a -20° C. Os animais foram pesados e o antebraço foi medido para o cálculo da Condição Corporal (peso/tamanho do antebraço). As espécies escolhidas não fazem parte das listas nacional e global de Espécies Ameaçadas de Extinção (IUCN, 2014; MMA, 2014).

Tabela 2. Morcegos coletados para análise de concentração de cortisol no plasma nos fragmentos inseridos em diferentes tipos de matriz Natural, Rural e Urbana na região de Brasília/DF, Brasil.

Matriz/Espécie	<i>Sturnira lilium</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	<i>Artibeus lituratus</i>
Natural	sa	6	12
Rural	11	sa	7
Urbana	sa	16	13

sa = sem amostra, não foram capturados morcegos destas espécies nos respectivas fragmentos.

Determinação do cortisol plasmático

Determinei a concentração do cortisol a partir de amostra de sangue coletado em campo, com tempo máximo de 5 minutos após o animal ter sido capturado em rede. Este tempo foi estipulado devido ao fato de que a liberação de cortisol na corrente sanguínea em mamíferos levar em torno de 3 a 5 minutos após o evento estressante (Wingfield e Romero, 2001). Com as amostras de plasma, quantifiquei o hormônio cortisol por meio da técnica de Ensaio Eletroquimioluminescente (ECLIA) utilizando kit específico para cortisol (COBAS®) o em laboratório de análises clínicas de animais (Santé Laboratório Veterinário).

Análise estatística

Experimento 1: Para a análise das reservas energéticas, as espécies *Artibeus lituratus* e *Artibeus planirostris* foram agrupadas (*Artibeus*). Estas espécies possuem o mesmo padrão na mobilização das reservas (Pinheiro et al., 2006), não afetando a média do grupo em função da utilização de espécies diferentes. Distribuí os dados em dois grupos para análise: o primeiro grupo de análise comparou as reservas do grupo *Artibeus* com *Sturnira lilium* no fragmento de matriz Rural e o segundo grupo de análise comparou as reservas dos indivíduos do grupo *Artibeus* entre os fragmentos de Cerrado. Realizei teste de média para cada reserva energética, entre fragmentos e entre espécies.

Experimento 2: Para a avaliação dos níveis do hormônio cortisol primeiramente realizei a análise de correlação de Pearson para avaliar se havia correlação entre os níveis de cortisol e o tempo de coleta da amostra (entre 0 e 5 minutos) e também entre o cortisol e a condição corporal. Posteriormente, realizei análise de Modelo Linear com todos os dados obtidos das espécies e as áreas de coleta, utilizando como variável resposta a concentração de cortisol e variável explicativa a espécie e a matriz do fragmento. Verificamos a interação entre as variáveis espécie e matriz do fragmento. A variável “espécie” é categórica e reflete o tamanho corporal das espécies de morcegos avaliadas (grande, médio e pequeno porte). A variável “matriz do fragmento” é categórica e reflete o nível de perturbação do habitat por meio antrópico. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa R (R Development Core Team 2014).

Resultados

Experimento 1: Reservas Energéticas

Observei diferença significativa apenas na concentração de glicogênio peitoral entre as espécies com os dados logaritimizados ($t_{1,15} = -3.375$, $p < 0.01$). Os valores médios de cada reserva energética são apresentados na Tabela 3.

Ainda observei uma tendência de diferença nas concentrações de proteínas totais no tecido hepático com dados logaritimizados ($t_{1,15} = 1.903$, $p = 0.077$) e no músculo peitoral ($t_{1,15} = 1.840$, $p = 0.086$). Apesar do pequeno número amostral, foi possível explorar os resultados das demais reservas energéticas, uma vez que sugerem uso distinto de determinadas reservas entre as espécies.

Tabela 3. Concentração das reservas energética de morcegos frugívoros em três tipos de matriz de fragmentos do Cerrado de diferentes níveis de perturbação antrópica. Dados apresentados como Média±Erro Padrão. GH (Glicogênio Hepático), GP (Glicogênio Peitoral), PH (Proteína Hepática), PP (Proteína Peitoral), LH (Lipídios Totais do tecido Hepático), LP (Lipídios do Músculo Peitoral), LA (Lipídios do Tecido Adiposo), AC (Ácidos Graxos Totais da Carcaça) e Glic (Glicemia).

Tecido/Grupo amostral	<i>Artibeus</i>			<i>S. liliium</i>
	Natural	Urbano	Rural	Rural
GH (μmol^{-1} glicosil-unidades/g)	442.44±42.29 ^{ab}	341.31±29.55 ^b	472.73±52.30 ^a	440.73±40.97
GP (μmol^{-1} glicosil-unidades/g)	186.35±32.40	120.80±16.29	151.34±14.20	276.37±30.34 [*]
PH (g.100g ⁻¹)	15.71±1.05	14.43±0.81	11.20±0.89 ^A	16.11±1.88
PP (g.100g ⁻¹)	11.05±0.91	11.01±0.69	12.28±0.92	10.62±0.44
LH (g.100g ⁻¹)	7.30±0.60	8.52±2.04	7.59±1.27	8.55±1.35
LP (g.100g ⁻¹)	8.78±1.55	8.70±2.50	9.89±2.52	16.75±3.75
LA (g.100g ⁻¹)	25.19±3.80	20.45±3.41	36.62±7.28	54.74±9.14
AC (g.100g ⁻¹)	2.54±0.20	1.94±0.12 ^A	2.93±0.40	2.66±0.28
Glic (mmol.L ⁻¹)	7.92±0.74	7.80±0.64	7.22±0.48	6.71±0.52

(*) Diferença significativa entre *Artibeus* e *Sturnira liliium* no ponto fragmento de matriz Rural ($p < 0.05$). Letras (a, b) indicam diferença significativa entre as reservas de *Artibeus* nos três fragmentos ($p < 0.05$).

No grupo *Artibeus*, comparando as reservas energéticas dos animais de diferentes fragmentos de Cerrado, observou-se que há diferença significativa nas concentrações de glicogênio hepático ($F_{2,23} = 3.457$, $p = 0.049$), dos ácidos graxos totais da carcaça com dados logaritimizados ($F_{2,23} = 4.675$, $p = 0.019$) e da proteína hepática ($F_{2,23} = 4.869$, $p = 0.017$). Ainda encontrei resultados marginalmente significantes das concentrações de glicogênio (log, $F_{2,23} = 2.59$, $p = 0.09$), lipídios totais do músculo peitoral ($H_{2,23} = 5.259$, $p = 0,072$) e também para lipídios totais do tecido adiposo ($F_{2,23} = 3.061$, $p = 0.066$) entre os morcegos coletados nos três fragmentos.

Experimento 2: Cortisol Plasmático

Não encontrei correlação significativa entre os valores de cortisol (ng.mL^{-1}) e tempo de coleta da amostra ($t_{46} = -0.334$, $p = 0.74$; $\text{cor} = -0.049$) e também entre a Condição Corporal ($t_{70} = 0.0795$, $p = 0.94$; $\text{cor} = 0.009$). A partir da análise do modelo linear, verificamos que não houve diferença nos níveis de cortisol entre as espécies e entre os fragmentos de Cerrado ($F_{4,60} = 0.801$, $p = 0.529$) (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração média de cortisol (ng.mL^{-1}) de morcegos das espécies *G. soricina*, *A. lituratus* e *S. liliium* em diferentes tipos de matriz de três fragmentos do bioma Cerrado (Natural, Rural e Urbana) em Brasília, Brasil. Os valores estão apresentados como Média \pm Erro Padrão, (n) representa o número de indivíduos analisados.

Local	<i>G. soricina</i>	<i>A. lituratus</i>	<i>S. liliium</i>
Natural	282.6 \pm 81.5 (6)	246.3 \pm 52.6 (12)	sa
Rural	sa	182.7 \pm 33.1 (7)	247.8 \pm 60.5 (11)
Urbano	202.1 \pm 36.6 (16)	171.0 \pm 27.6 (13)	sa

sa= Sem amostragem, não foram capturados indivíduos da espécie no fragmento.

Discussão

Morcegos frugívoros no Experimento 1 responderam diferentemente no armazenamento de reservas energéticas aos diferentes tipos de matriz dos fragmentos de Cerrado. A concentração de cortisol circulante, no entanto, independe da espécie (*Sturnira liliium*, *Glosophaga soricina* e *Artibeus lituratus*) e do nível de alteração antrópica nos fragmentos (Natural, Rural e Urbano).

A espécie *Sturnira liliium* apresentou um maior acúmulo de reserva energética no músculo peitoral, em relação ao grupo *Artibeus*. Este resultado se deve provavelmente ao maior gasto energético durante o voo de *S. liliium* (Odekanyin et al., 2007; Okon et al., 1979, 1978), pois espécies menores apresentam taxa metabólica mais elevada (Thomas, 1975).

Os valores de glicogênio e lipídios totais no músculo peitoral de *S. liliium*, sugerem que, nesta espécie, o músculo peitoral parece ser metabolicamente mais ativo no fornecimento de energia do que *Artibeus*, enquanto a proteína apresenta ser estritamente estrutural. Além disso, a concentração de lipídios totais do tecido adiposo segue o mesmo padrão de variação destas reservas avaliadas para a espécie, assim como a maior concentração de proteínas no tecido hepático. Essa maior concentração de proteínas no fígado deve ser, muito provavelmente, em função de maior concentração de enzimas hepáticas necessárias para as vias metabólicas (Tawa e Golberg, 1992). Esse aumento na concentração de enzimas poderia ser resultado da absorção de nutrientes pelo intestino, quando os lipídios processados no fígado seriam incorporados em lipoproteínas, como as VLDL (*Very Low Density Lipoproteins*), responsáveis por distribuir ácidos graxos para o tecido adiposo e muscular para utilização ou armazenamento (Sheridan, 1988; Allen, 1976).

O ambiente exerce pressão sobre os organismos, podendo haver variação na resposta em cada bioma. O Cerrado apresenta marcada sazonalidade no regime de chuvas (Silva et al., 2008) enquanto que regiões florestais são mais estáveis. Desta forma, morcegos frugívoros podem apresentar diferenças na utilização das reservas energéticas em cada ambiente, fato que corrobora a diferença nos dados obtidos para algumas reservas analisadas quando comparadas com animais da Mata Atlântica (Melo et al., 2012; Barros, 2009).

A urbanização pode promover efeitos diretos sobre os morcegos (Farrow e Broders, 2011; Estrada-Villegas et al., 2010; Gorrensens e Willig, 2004; Medellín et al., 2000; Cosson et al., 1999; Fenton et al., 1992) e isto força estes animais a se adequarem a estes novos ambientes com disponibilidade alterada e qualidade de recursos alimentares além da necessidade de deslocamento maior para forrageamento.

Dados sobre armazenamento de reservas energéticas em *S. liliium* são escassos na literatura. Em um único trabalho realizado, Barros (2009) avaliou a variação sazonal de reservas energéticas de morcegos capturados em região de Mata Atlântica e observou menor concentração de lipídios e maior concentração de glicogênio peitoral em machos em relação às fêmeas na estação chuvosa e, o que não possibilita uma comparação efetiva devido aos objetivos distintos e também as diferenças climáticas e heterogeneidade e complexidade (August, 1983) entre a Floresta Atlântica e o Cerrado.

Os resultados obtidos para grupo dos morcegos do gênero *Artibeus* (*A. lituratus* e *A. planirostris*) nos mostra que há menor armazenamento das reservas energéticas no fragmento com maior nível de distúrbio antrópico (matriz Urbana). Esta menor concentração de reservas energéticas pode ser consequência da menor disponibilidade e qualidade do recurso alimentar em áreas com maior distúrbio. Apesar de Brasília possuir áreas verdes, a variedade de alimento disponível e distância a ser percorrida para encontrá-lo, pode ser um fator que determine a menor concentração de reservas energéticas dos morcegos neste ambiente. Em comparação aos três fragmentos amostrados, o grupo *Artibeus* apresentou menor concentração de proteína hepática, no fragmento de matriz Rural, em comparação aos animais coletados nos outros dois ambientes (Natural e Urbano). Quando animais possuem dieta pobre em ingestão de proteínas, eles apresentam diminuição da síntese proteica nos tecidos (Tawa e Golberg, 1992). Este resultado pode ser uma consequência da maior ingestão de frutos, devido à abundância de pomares no local, sendo suficiente para a manutenção das funções metabólicas (Morrison, 1980) onde os animais não precisem complementar sua dieta com insetos. Enquanto que nos demais ambientes (Natural e Urbano), os morcegos frugívoros estariam complementando sua dieta a partir de outras fontes, como insetos (Passos et al., 2004; Zortéa e Chiarello, 1994; Thomas, 1984), os quais poderiam prover uma alimentação mais rica em proteínas para os morcegos, promovendo assim uma maior concentração desse tipo de reserva nos tecidos.

Os indivíduos de *Artibeus* coletados no ponto Urbano apresentaram significativamente menores concentrações de glicogênio hepático e de ácidos graxos totais da carcaça e diferenças marginais nas concentrações de glicogênio do músculo peitoral e lipídios totais do

tecido adiposo e músculo peitoral e maior concentração de proteína hepática que animais do ponto Rural. Esta diferença no armazenamento de reservas energéticas poderia ser explicada pela disponibilidade e qualidade do recurso alimentar encontrada nas cidades.

Uma vez que a porção de Mata de Galeria no fragmento de matriz Urbana é restrita a uma pequena área, os animais devem se deslocar por maiores distâncias durante o forrageio, influenciando no gasto energético. Ambientes urbanizados fornecem diferentes fontes de alimentos, principalmente pelo plantio de plantas frutíferas para consumo humano ou de ornamentação na cidade, como *Terminalia catappa*, *Psidium guajava*, *Carica papaya* e *Mangifera indica* (Lobova et al., 2009; Uieda et al., 1999; Bredt et al., 1996), mas dispersas espacialmente. Além disso, a presença concentrada de insetos próximos às lâmpadas instaladas nas cidades (Rydell e Racey, 1995) pode ter favorecido o aumento da proteína hepática neste local. Variação nas reservas energéticas do morcego *Artibeus* em diferentes áreas também foi observada em região de Mata Atlântica (Melo et al., 2012), onde os animais apresentaram menor concentração de lipídios totais do músculo peitoral, tecido adiposo e ácidos graxos da carcaça em região urbana do que em animais coletados em área de preservação ambiental. Isso indica que alterações antrópicas ao ambiente afetam as populações de *Artibeus* tanto na mata Atlântica como no Cerrado.

Estudos que avaliaram a mobilização de reservas energéticas de morcegos na região Neotropical são voltados a poucas espécies e habitats (Barros et al., 2013; Amaral et al., 2012a, 2012b; Melo et al., 2012; Freitas et al., 2010, 2006, 2003; Pinheiro et al., 2006). A avaliação da resposta à alteração do ambiente fica limitada a comparação com outros tipos de ambiente. Em morcegos *Artibeus lituratus* na Mata Atlântica, indivíduos coletados em área contínua preservada apresentam maior concentração de lipídios do que indivíduos de fragmento inserido em matriz urbana (Melo et al., 2012).

Diferente da análise das reservas energéticas, a concentração plasmática basal do hormônio cortisol no Experimento 2 não foi uma ferramenta sensível na detecção de alterações antrópicas do habitat avaliado em três espécies de morcegos no Cerrado. Indivíduos de uma mesma espécie, coletados na mesma noite, apresentaram valores de concentração de cortisol muito distintos. De um modo geral, os níveis de cortisol encontrados nas espécies de morcegos deste estudo estão dentro dos limites da amplitude preditiva, que é a variação natural em resposta às atividades diárias, proposta por Romero et al. (2009).

Dentre os poucos estudos neste assunto, Lewanzik et al. (2012), analisando o morcego frugívoro *Carollia perspicillata*, observaram alterações nos níveis de cortisol entre as estações secas e chuvosas, em mata seca e úmida na Costa Rica. Os valores de cortisol apresentados são similares aos obtidos no nosso trabalho. Já para *Artibeus obscurus*, coletado em áreas preservadas e áreas alteradas de floresta Atlântica, não há variação nos níveis de cortisol entre os dois tipos de ambiente (Colas-Rosa, 2009). Nesses estudos, os efeitos antrópicos dos pontos amostrais são bem marcados na substituição da vegetação florestal nativa, o que é bem distinto do encontrado nas áreas do Cerrado do Brasil Central, onde o ambiente é naturalmente

heterogêneo em pequenas escalas variando de mata até campos (Ribeiro e Walter 2008; Ratter et al., 1997).

Os demais trabalhos encontrados na literatura que também avaliaram morcegos no campo não permitem uma eficaz comparação do padrão de cortisol com o meu estudo por estes terem avaliado morcegos da família Pteropodidae (Reeder et al., 2006, 2004; Widmaier et al., 1994; Widmaier e Kunz, 1993), grupo de morcegos distinto dos animais em estudo. Este grupo de morcegos apresentou valores muito superiores aos encontrados em nosso estudo. No entanto, as condições às quais estes estudos foram realizados e as características inerentes aos grupos avaliados, diferem em muito do nosso alvo de estudo.

As espécies estudadas em nosso trabalho são caracteristicamente oportunistas e usuárias de áreas degradadas (Reis et al., 2006; Silva et al., 1996), fato que pode explicar a falta de resposta dos níveis do hormônio cortisol em função do estresse causado pela fragmentação do Cerrado. A sobrevivência e manutenção de espécies de morcegos frugívoros nestes locais podem ter sido facilitadas pela adaptação da resposta fisiológica ao estresse promovido pelo ambiente por um longo período, de forma que os morcegos não mais traduzam estas alterações como fator estressante, conforme explica a Teoria da Aclimação proposta por Romero (2004).

Neste estudo, concluo que as alterações antrópicas afetam as concentrações das reservas energéticas de morcegos frugívoros no Cerrado. Ainda, que a resposta distinta das espécies sobre o armazenamento de reservas energéticas é um bom método para avaliar o efeito da fragmentação do Cerrado em morcegos. O nível de cortisol, no entanto, não foi uma ferramenta sensível para detectar diferenças entre espécies de morcegos frugívoros do Cerrado em função da fragmentação do habitat no Cerrado.

Referências bibliográficas

- Aguiar, L.M.S., Antonini, A., 2008. Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 25, 28-31.
- Allen, W.V., 1976. Biochemical aspects of lipid storage and utilization in animals. *Am. Zool.* 16, 631-647.
- Amaral, T.S., Carvalho, T.F., Silva, M.C., Barros, M.S., Picanço, M., Neves, C.A., Freitas, M.B., 2012a. Short-term effects of a spinosyn's family insecticide on energy metabolism and liver morphology in frugivorous bats. *Braz. J. Biol.* 72, 299-304.
- Amaral, T.S., Carvalho, T.F., Silva, M.C., Goulart, L.S., Barros, M.S., Picanço, M., Neves, C.A., Freitas, M.B., 2012b. Metabolic and histopathological alterations in the fruit-eating bat induced by the organophosphorous pesticide fenthion. *Acta Chiropterol.* 14, 225-232.
- August, P.V., 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64, 1495-1507.
- Avila-Flores, R., Fenton, M.B. 2005. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* 86:1193–1204.

- Baguette, M., Petit, S., Quéva, F., 2000. Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation. *J. Appl. Ecol.* 37, 100-108.
- Barros, M.S., 2009. Efeitos da sazonalidade sobre o metabolismo energético do morcego frugívoro *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em fragmento de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 69 p.
- Barros, M.S., Morais, D.B., Araujo, M.R., Carvalho, T.F., Matta, S.L.P., Pinheiro, E. C., Freitas, M.B., 2013. Seasonal variation of energy reserves and reproduction in neotropical free-tailed bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). *Braz. J. Biol.* 73, 629-635.
- Bernard, E., Aguiar, L.M.S., Brito, D., Cruz-Neto, A.P., Gregorin, R., Machado, R.B., Oprea, M., Paglia, A.P., Tavares, V.C. 2012. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. *In: Freitas, T.R.O., Vieira, E.M. (eds.) Mamíferos do Brasil: Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação. Vol. II. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozologia. ISBN 978-85-63705-01-3. p. 19-35*
- Bizerril, M.X.A., Raw, A., 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *J. Trop. Ecol.* 14, 109-114.
- Bredt, A., Araújo, F.A.A., Caetano-Júnior, J., Rodrigues, M.G.R., Yoshizawa, M., Silva, M.M.S., Harmani, N.M.S., Massunaga, P.N.T., Bürer, S., Porto, V.A.R., Uieda, W., 1996. Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle. Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde. Brasília, 117p.
- Colas-Rosa, P.F., 2009. Estresse nos morcegos *Artibeus obscurus* e *Artibeus fimbriatus* (Chiroptera, Phyllostomidae) como resposta à perturbação ambiental. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro/SP. 51p
- Cosson, J.F., Pons, J.M., Masson, D., 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *J. Trop. Ecol.* 15, 515-534.
- Estrada-Villegas, S., Meyer, C.F.J., Kalko, E.K.V., 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biol. Conserv.* 143, 597-608.
- Ethier, K., Fahrig, L., 2011. Positive effects of forest fragmentation, independent of forest amount, on bat abundance in eastern Ontario, Canada. *Landscape Ecol.* 26, 865-876.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ann. Rev. Ecol. Evol. S.* 34, 487-515.
- Fahrig, L., 2007. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *Funct. Ecol.* 21, 1003-1015.
- Farrow, L.J., Broders, H.G., 2011. Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling tri-colored bat (*Perimyotis subflavus*). *Mammal. Biol.* 76, 172-179
- Fenton, M.B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M.B.C., Merriman, C., Obrist, M.K., Syme, D.M., Adkins, B., 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24, 440-446.
- Fleming, T.H., Sosa, V.J., 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *J. Mammal.* 75, 847-851.

- Folch, J., Less, M., Sloane Stanley G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 26, 497-509.
- Freitas, M.B., Passos, C.B.C., Vasconcelos, R.B., Pinheiro, E.C., 2005. Effects of short-term fasting on energy reserves of vampire bats. *Comp. Biochem. Physiol. B* 140, 59-62.
- Freitas, M.B., Goulart, L.S., Morais, D.B., Amaral, T.S, Barros, M.S., Matta, S.L.P., 2010. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). *Braz. J. Biol.* 70, 617-621.
- Freitas, M.B., Pinheiro, E., Millan, S., Welker, A., 2003. Metabolic responses induced by fasting in the common vampire bat *Desmodus rotundus*. *J. Comp. Physiol. B* 173, 703-707.
- Freitas, M.B., Welker, A., Pinheiro, E., 2006. Seasonal variation and food deprivation in common vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Braz. J. Biol.* 66, 1051-1055.
- Gehrt, S.D.; Chelvig, J.E. 2003. Bat activity in an urban landscape: patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecol. Appl.* 13, 939-950.
- Gorrensens, P.M., Willig, M.R., 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in atlantic forest of Paraguay. *J. Mammal.* 85, 688-697.
- Hutson, A.M., Mickleburgh, S.P., Racey, P.A., 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group.
- IBGE, 2004. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000 <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>.
- IUCN. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>.
- Kalka, M.B., Smith, A.R., Kalko, E.K.V., 2008. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science* 320, 71.
- Keleher, H., Sara, A., 1996. Guano: bats' gift to gardeners. *Bats* 14, 15-17.
- Klingbeil, B.T., Willig, M.R. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology* 46:203-213.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005 Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conserv. Biol.* 19, 707-713.
- Klose, S.M., Smith, C.L., Denzel, A.J., Kalko, E.K.V., 2006. Reproduction elevates the corticosterone stress response in common fruit bats. *J. Comp. Physiol. A.* 192, 341-350.
- Kunz, T.H., Torrez, E.B., Bauer, D., Lobova, T., Fleming, T.H., 2011. Ecosystem services provided by bats. *Ann. New York Acad. Sci.* 1223, 1-38.
- Laurance, W.F., 1991. Ecological correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. *Conserv. Biol.* 5, 79-89.
- Lewanzik, D., Kelm, D.H., Greiner, S., Dehnhard, M., Voigt, C.C., 2012. Ecological correlates of cortisol levels in two bat species with contrasting feeding habits. *Gen. Comp. Endocrinol.* 177, 104-112.
- Lobova, T.A., Geiselman, C.K., Mori, S.A., 2009. Seed dispersal by bats in the neotropics. *The New York Botanical Garden Press.* New York, 471p.

- Machado, R.B., Ramos Neto, M.B., Pereira, P., Caldas, E., Gonçalves, D., Santos, N., Tabor, K., Steininger, M., 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conserv. Int. Brasília*, 26 pp.
- Medellín, R.A., Equihua, M., Amin, M.A., 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conserv. Biol.* 14, 1666-1675.
- Melo, B.E.S., Barros, M.S., Carvalho, T.F., Amaral, T.S., Freitas, M.B., 2012. Energy reserves of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in two areas with different degrees of conservation in Minas Gerais, Brazil. *Braz. J. Biol.* 72, 181-187.
- MMA, 2011. Relatório técnico do monitoramento do Cerrado. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais- IBAMA.
- MMA, 2014. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.
- Morrison, D.W., 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia*, 45, 270-273.
- Montaño-Centellas, F., Moya, M.I., Aguirre, L.F., Galeón, R., Palabral, O., Hurtado, R., Galarza, I., Tordoya, J., 2015. Community and species-level responses of phyllostomid bats to a disturbance gradient in the tropical Andes. *Acta Oecologica* 62:10-17.
- Morrison, D.W., 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia*, 45, 270-273.
- Möstl, E., Palme, R., 2002. Hormones as indicators of stress. *Domestic Anim. Endocrin.* 23, 67-74.
- Odekanyin, O.O., Agboola, F.K., Adewale, I.O., Afolayan, A., 2007. Purification and characterization of glycogen phosphorylase b from breast muscle of fruit bat, *Eidolon helvum* Kerr. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 1, 99-107.
- Okon, E.E., Umukoro, R.M., Ajudua, A., 1978. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and breast muscle of the fruit bat, *Eidolon helvum* (Kerr). *Physiol. Behav.* 20, 121-123.
- Okon, E.E., Ekanem R.J., 1979. Diurnal variations of the glycogen and fat stores in the liver and breast muscle of the insect bat, *Tadarida nigeriae*. *Physiol. Behav.* 23, 659-661
- Passos, F.C., Gracioli, G., 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. *Braz. J. Zool.* 21, 487-489.
- Pinheiro, E.C., Kettelhut, I.C., Migliorini, R.H., Taddei, V.A., 2006. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (*Artibeus lituratus* and *Artibeus jamaicensis*). *Comp. Biochem. Physiol. B* 143, 279-284.
- Protzek, A.O.P., Rafacho, A., Viscelli, B.A., Bosqueiro, J.R., Cappelli, A.P., Paula, F.M.M., Boschero, A.C., Pinheiro, E.C., 2010. Insulin and glucose sensitivity, insulin secretion and β -cell distribution in endocrine pancreas of the fruit bat *Artibeus lituratus*. *Comp. Biochem. Physiol. A* 157, 142-148.
- R Development Core Team, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S., 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80, 223-230.

- Reeder, D.M., Kunz, T.H., Widmaier, E.P., 2004. Baseline and stress-induced glucocorticoids during reproduction in the variable flying fox, *Pteropus hypomelanus* (Chiroptera: Pteropodidae). *J. Exp. Zool. A* 301, 682-690.
- Reeder, D.M., Raff, H., Kunz, T.H., Widmaier, E.P., 2006. Characterization of pituitary–adrenocortical activity in the Malayan flying fox (*Pteropus vampyrus*). *J. Comp. Physiol. B* 176, 513-519.
- Reis, N.R., Lima, I.P., Peracchi, A.L., 2006. Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19, 739-746.
- Rempel, R., 2006. Patch Analyst 3.0. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Lakehead University Campus Ontario CA.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. IN: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. Cerrado: Ecologia e flora. Brasília: EMBRAPA 1, 152-212.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, Pp 87-166. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados p. 87-166.
- Romero, L.M., 2004. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. *Trends Ecol. Evol.* 19, 249-255.
- Romero, L.M., Dickens, M.J., Cyr, N.E., 2009. The reactive scope model - a new model integrating homeostasis, allostasis, and stress. *Horm. Behav.* 55, 375-389.
- Rydell, J., Racey, P.A., 1995. Street lamps and the feeding ecology of insectivorous bats. *Symp. Zool. Soc. London* 67, 291-307.
- Sapolsky, R.M., Romero, L.M., Munck, A.U., 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. *End. Reviews* 21, 55-89.
- Sheridan, M.A., 1994. Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. 1994. *Comp. Biochem. Physiol. B* 107, 495-508.
- Silva, F.A.M., Assad, E.D., Evangelista, B.A., 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. *In: Cerrado: ecologia e flora* (Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F., eds.). Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Brasília, DF. Pp.153-212.
- Silva, M.M.S., Harmani, N.M.S., Gonçalves, E.F.B., Uieda, W., 1996. Bats from the metropolitan region of São Paulo, southeastern Brazil. *Chirop. Neotrop.* 2, 39-41.
- Sjörgren, B., Noerdenskjöld, T., Holmgren, H., Möllerstrom, J., 1938. Beitrag zur Kenntnis der Leberhythmik (glykogen, Phosphor und Calcium in der Kaninchenleber). *Pflügers Archiv – Europ. J. Physiol.* 240, 427-448.
- Tawa N.E, Goldberg, A.L., 1992. Suppression of muscle protein turnover and amino acid degradation by dietary protein deficiency. *Am. J. Physiol.* 263, E317-E325.
- Thomas, D.W., 1984. Fruit intake and energy budgets of frugivorous bats. *Physiol. Zool.* 57, 457-467.
- Thomas, S.P., 1975. Metabolism during flight in two species of bats, *Phyllostomus hastatus* and *Pteropus gouldii*. *The Journal of Experimental Biology* 63, 273-293.

- Uieda, W., Bredt, A., Rodrigues, M.G.R., 1999. Morcegos fitófagos e arborização de Brasília, DF. Relatório Técnico. UNESP-ISDF-NOVACAP. Brasília, 24p.
- Viana, V.M., Tabanez, A.A.J., Batista, J.L.F., 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. *In*: Laurance, W.F., Bierregaard, R.O., eds. Tropical forest remnants: ecology management and conservation of fragmented communities. Chicago: University of Chicago Press, p. 351-365.
- Widmaier, E.P., Harmer, T.L., Sulak, A.M., Kunz, T.H., 1994. Further characterization of the pituitary–adrenocortical responses to stress in Chiroptera. *J. Exp. Zool.* 269, 442-449.
- Widmaier, E.P., Kunz, T.H., 1993. Basal, diurnal, and stress-induced levels of glucose and glucocorticoids in captive bats. *J. Exp. Zool.* 265, 533-540.
- Wilcove, D.S., McLellan, C.H., Dobson, A.P., 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. *In*: SOULÉ, M. E. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates, Sunderland, MA, p.237-256.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I., Vandermeer, J., 2008. Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. *Science* 320, 70.
- Wingfield, J.C., Romero, L.M., 2001. Adrenocortical responses to stress and their modulation in free-living vertebrates. *In*: McEwen, B.S., Goodman, H.M. (eds) Handbook of Physiology: The Endocrine System; Volume IV: Coping with the Environment: Neural and Endocrine Mechanisms: Oxford University Press. pp. 211-234
- Zortéa, M., Chiarello, A.G., 1994. Observations on the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus*, in an Urban Reserve of South-east Brazil. *Mammalia* 58, 665-670.

Estrutura da assembleia de morcegos em fragmentos do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil.

Artigo formatado para "Acta Chiropterologica"

Resumo

Assembleias de morcegos são afetadas pela alteração do habitat, onde a diminuição da diversidade e riqueza de espécies é intensificada pelo incremento do nível de perturbação. No entanto, alguns autores citam o favorecimento de algumas espécies em áreas perturbadas. Pouco se conhece sobre como as assembleias de morcegos respondem à alteração do habitat em áreas abertas e se esta condição afeta sua estrutura. É interessante responder essa questão no bioma Cerrado, que possui características de bioma de savana, e, ao contrário de biomas florestais, é naturalmente heterogêneo. No Cerrado, várias fitofisionomias se alternam bruscamente em pequenas escalas, formando um mosaico natural de ambientes. O objetivo deste estudo foi avaliar se as assembleias de morcegos variam de acordo com a mudança dos tipos de vegetação e uso do solo da matriz em fragmentos do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil. Capturei morcegos em 24 pontos amostrais inseridos em fragmentos do Cerrado, igualmente distribuídos entre interior e entorno de três unidades de conservação em Brasília. Avaliei a riqueza, abundância, índice de diversidade, índice de equitabilidade e composição da assembleia de morcegos em cada ponto amostral. Classifiquei a matriz dos fragmentos pelo tipo de cobertura vegetal e uso de solo dentro de um buffer de 3,5 km a partir do centro da porção de fragmento amostrada. Utilizando uma análise de agrupamento, testei se a composição de espécies de cada fragmento era mais similar entre os fragmentos de maior similaridade na característica da matriz. Observei que as assembleias de morcegos não apresentam relação direta com as características da matriz, uma vez que os fragmentos inseridos em matrizes mais semelhantes não apresentam a composição das espécies de morcegos mais similares. A relação entre composição de espécies da assembleia de morcegos e a matriz do fragmento de Cerrado não apresenta um padrão definido. Ainda, a equitabilidade das espécies também não apresenta um padrão definido entre as diferentes matrizes, já que alguns fragmentos de matriz composta por porções de solo perturbado apresentaram os maiores valores. Além disso, a amostragem em um grande número de pontos amostrais de fragmentos pode ter influenciado em uma melhor representação das espécies de morcegos devido ao grande número de registros únicos de espécies.

Palavras-chave: Brasília, Chiroptera, comunidade, fragmentação de habitat, matriz.

Introdução

A perda de habitat causada pela alteração antrópica do tipo de uso do solo promove diminuição da abundância de espécies e do tamanho das populações de morcegos (Brosset *et al.*, 1996; Schulze *et al.*, 2000). Esta situação é descrita por diversos autores que demonstraram que assembleias de morcegos em áreas com vegetação pouco alterada, ou sem nenhuma perturbação, são mais diversificadas que as assembleias em áreas alteradas (Fenton *et al.*, 1992; Cosson *et al.*, 1999; Medellín *et al.*, 2000; Gorrensens e Willig 2004; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Farrow e Broders 2011; Threlfall *et al.*, 2012; Ortêncio-Filho *et al.*, 2014; Peña-Cuéllar *et al.*, 2015).

O processo de fragmentação do habitat é preocupante principalmente na região Neotropical, onde ocorre em ritmo acelerado (Brooks *et al.*, 2002). No Brasil, a alteração de habitat é gritante no Cerrado, onde se perde quase 1.400.000 ha da área nativa ao ano (Machado *et al.*, 2004; MMA, 2011).

O Cerrado corresponde a 25% do território brasileiro (IBGE, 2004) e possui grande heterogeneidade e a estrutura da vegetação varia bastante em pequenas escalas em função da presença de numerosas fitofisionomias (Ratter *et al.*, 1997; Ribeiro e Walter, 2008).

Apesar de ser conhecido que a estruturação das assembleias de morcegos é afetada diretamente por diversos fatores de escala local e da paisagem (Cosson *et al.*, 1999; Estrada e Coates-Estrada 2001; Gorrensens e Willig, 2004; Meyer e Kalko, 2008; Klingbeil e Willig, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Avila-Cabadilla *et al.*, 2012), ainda não se conhece com exatidão como a disposição dos tipos de vegetação e o tipo de uso do solo dos fragmentos atuam sobre as assembleias. Principalmente em ambientes abertos e naturalmente heterogêneos como o Cerrado.

Os trabalhos avaliando a resposta de assembleias de morcegos em função da alteração do habitat em áreas abertas no Brasil, como o Cerrado são escassos (Cunha *et al.*, 2011), mesmo quando contabilizamos estudos na região de savanas na Amazônia (Bernard e Fenton, 2007). Entretanto, em regiões temperadas e tropicais, de vegetação predominantemente florestal, estes estudos são em maior número (Reis e Muller, 1995; Cosson *et al.*, 1999; Faria *et al.*, 2006; Meyer e Kalko, 2008; Avila-Cabadilla *et al.*, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Ortêncio-Filho *et al.*, 2014).

A quiropterofauna do Cerrado é muito rica (Aguiar e Zortéa, 2008; Paglia *et al.*, 2012) e é dominada pela família Phyllostomidae na qual a guilda dos frugívoros se destaca, além da presença constante de insetívoros (Willig, 1983; Gonçalves e Gregorin, 2004; Zortéa e Alho, 2008; Cunha *et al.*, 2011; Talamoni *et al.*, 2013). O fato de apenas 2% do Cerrado estar em áreas de proteção ambiental (Klink e Machado, 2005) e possuir uma perda anual de cerca de 1.400.000 ha de áreas nativas (Machado *et al.*, 2004; MMA, 2011) faz com que os morcegos tenham cada vez mais pressões da alteração do habitat neste ambiente. Desta forma, faz-se necessário uma investigação sobre a estrutura das assembleias de morcegos em locais de diferentes características quanto ao tipo de uso do solo, fornecendo dados que auxiliarão no

entendimento de como a assembleia de morcegos responde à fragmentação de áreas abertas. Assim, o objetivo deste estudo é verificar se e como a estrutura das assembleias varia de acordo com as características da matriz dos fragmentos de Cerrado, sejam naturais ou antropizadas, no Distrito Federal do Brasil. Para tanto vou testar as seguintes hipóteses: 1) a composição de espécies da assembleia de morcegos está intimamente relacionada com as características da matriz (cobertura vegetal e uso de solo) e espero encontrar nos fragmentos de matriz mais semelhantes à mesma composição de espécies de morcegos. 2) as áreas de maior porcentagem de atividade antrópica tem assembleias como menor riqueza e menor índice de equitabilidade de espécies. Para verificar se minhas hipóteses estão corretas, comparei a riqueza, índice de diversidade, índice de equitabilidade e composição das espécies de morcegos nas assembleias de 24 pontos amostrais em fragmentos de Cerrado com as características de cobertura vegetal e tipo de uso de solo da matriz.

Métodos

Área de Estudo

Esse trabalho foi desenvolvido dentro dos limites do Distrito Federal, Brasil Central. Nesta Unidade Federativa, encontramos três Unidades de Conservação (Parque Nacional de Brasília, Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça-de-Veados e a Estação Ecológica de Águas Emendadas). O Distrito Federal está inserido no bioma Cerrado, que é caracterizado por possuir formações savânicas, campestres e florestais (Eiten, 1972). Esta região apresenta marcada sazonalidade no regime de chuvas, com um período seco de abril a setembro e chuvoso de outubro a março, com temperatura média anual de 25°C e precipitação média anual de 1500 mm (Klink e Machado, 2005). O relevo varia bastante, com elevação de 300 a 1600 metros acima do nível do mar (Ribeiro e Walter, 1998).

Morcegos foram coletados em 24 pontos amostrais inseridos em matrizes de diferentes características de cobertura vegetal e tipo de uso do solo equitativamente distribuídos entre três Unidades de Conservação (UC), totalizando oito pontos amostrais para cada UC sendo quatro pontos internos à UC e quatro pontos no entorno (Figura 1).

Os pontos de coleta estavam situados em Matas de Galeria no Parque Nacional de Brasília (PNB) (P 1-4) e no entorno do PNB (EP 1-4); na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) (E 1-4) e no entorno da ESECAE (EE 1-4), e Área de Preservação Ambiental do Gama e Cabeça-de-Veados (AGCV) (A 1-4) e entorno da AGCV (EA 1-4). Os pontos de coleta do entorno das unidades de conservação foram selecionados a partir de uma distância máxima de 6 km do limite da UC e estão inseridos em propriedades particulares, com exceção do ponto EP 4 que é território da Universidade de Brasília.

A seleção dos pontos de amostragem foi realizada a partir de imagem de satélite respeitando os limites das UCs e distância mínima de 1,5 Km entre os pontos, onde selecionei matas ciliares em ambientes que classifiquei a partir de mapa qualificado de cobertura vegetal e tipo do uso do solo do Distrito Federal como natural e ambiente alterado. Ambiente natural é aquele onde a maior proporção dos componentes da matriz é de vegetação natural. Ambiente

rural é onde possui maior proporção de uso de solo para fins agrícolas, enquanto que ambiente urbano é caracterizado por apresentar uso de solo predominantemente de área urbana com e também sem infraestrutura (Figura 2). Ao todo, trabalhei em três pontos urbanos, cinco rurais e 16 naturais.

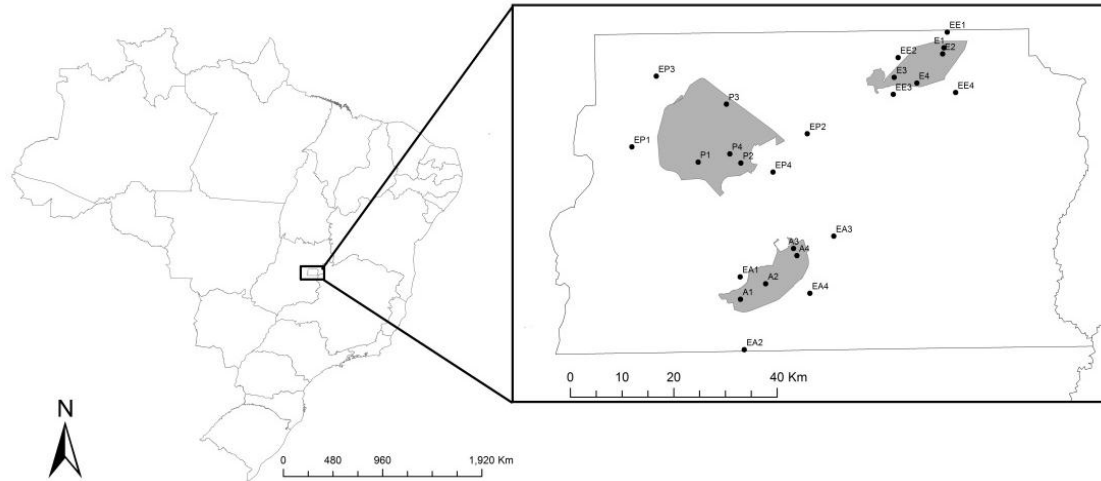


Figura 1. Mapa dos locais de coleta no Distrito Federal, Brasil. Em destaque cinza as três Unidades de Conservação e os pontos amostrais distribuídos entre elas, no interior e entorno, nos quais foram realizadas as coletas de morcegos no período entre abril/2012 e setembro/2013.

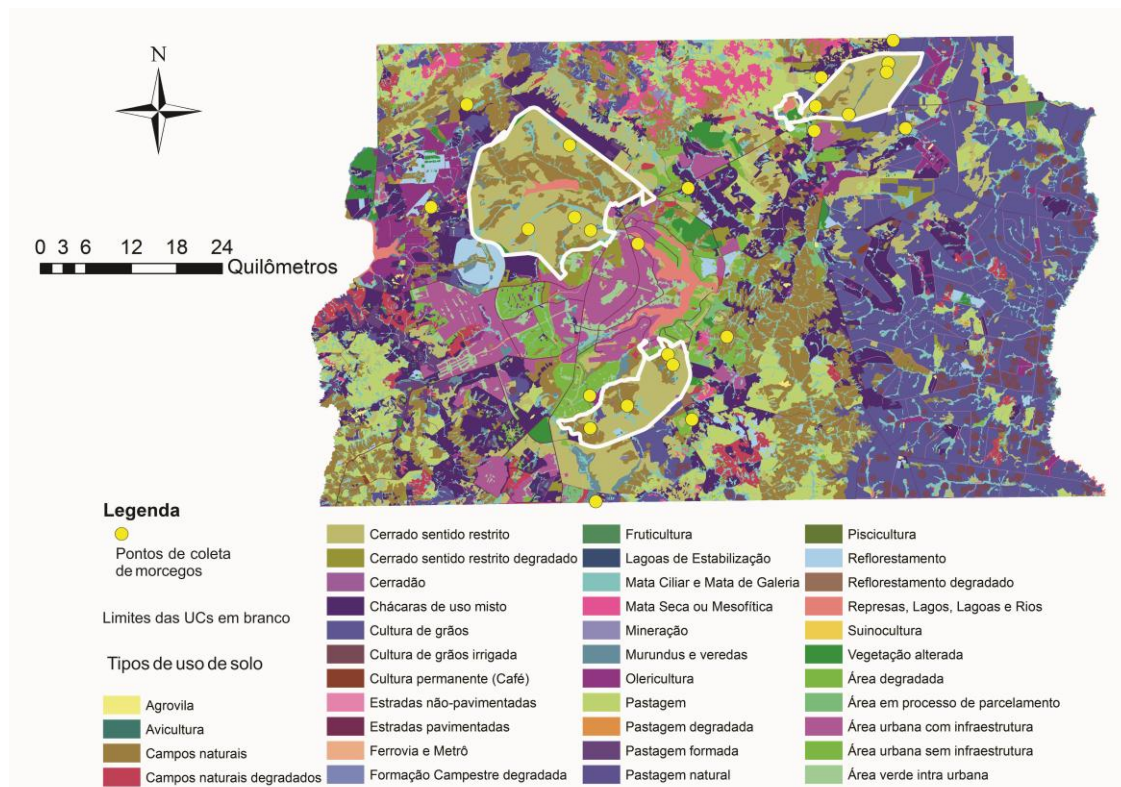


Figura 2. Mapa qualificado de cobertura vegetal e uso de solo do Distrito Federal, Brasil (Alexandre Carvalho 2012, com. pess.). Cada cor no mapa representa as variáveis de cobertura vegetal e tipos de uso do solo. A delimitação destacada na cor branca representa os limites das Unidades de Conservação (UCs) avaliadas no estudo de assembleias de morcegos no período entre abril/2012 e setembro/2013. Os pontos amarelos em destaque representam os locais de coleta de morcegos realizados no interior e entorno das UCs.

Amostragem de morcegos

A coleta de morcegos foi realizada em cada um dos pontos amostrais com a utilização de 10 redes de neblina medindo 12 x 2,6 metros cada. As redes ficaram abertas por 6 horas a partir do pôr do sol. Foram 96 noites de coleta e cada ponto foi amostrado por quatro vezes, sendo duas campanhas na estação seca e duas na estação chuvosa, com intervalo mínimo de 90 dias. Ao todo, realizei um esforço de captura de 207.360 m².h (Straube e Bianconi, 2002). As campanhas ocorreram entre abril/2012 e setembro/2013, sempre em períodos de lua nova e sem chuva. Os morcegos capturados foram identificados até o nível de espécie quando possível ou até o nível de gênero (Vizotto e Taddei, 1973; Lim e Engstrom, 2001; Gardner, 2008; Díaz *et al.*, 2011). Foram medidos, pesados, marcados com anilha plástica numerada presa ao antebraço e soltos no campo. Não foi observado ao longo do estudo e ao manusear morcegos recapturados, nenhum dano causado pelas anilhas. Um exemplar de cada sexo de cada espécie, sempre que possível, foi coletado e depositado como material testemunho na Coleção de Chiroptera da Universidade de Brasília.

Medidas de cobertura vegetal e uso do solo para cada local

Para cada um dos 24 pontos amostrais, foi delimitado um buffer de 3,5 km que corresponde ao deslocamento diário de algumas espécies pequenas (Aguiar *et al.*, 2014). Foram avaliados a porcentagem do tipo de cobertura vegetal (mata de galeria, cerrado sentido restrito, campos naturais, entre outros), e tipo de uso do solo (área urbana com infra estrutura, área urbana sem infraestrutura, pastagem, cultivo de grãos, mineração, olericultura, entre outros) com utilização da extensão Patch Analyst 3.0 do ArcGIS (Rempel, 2006). Todas essas medidas foram feitas no limite interno de cada buffer a partir de mapa qualificado de cobertura vegetal e tipo de uso de solo no Distrito Federal (Alexandre Carvalho, com. pess.) (Figura 2).

Ainda calculei a heterogeneidade da matriz a partir da proporção das variáveis encontradas no interior de cada buffer utilizando o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H').

Realizei a seleção de modelos de Akaike (AIC) (Burnham e Anderson, 2002) de dados da matriz dos fragmentos e índice de diversidade de morcegos entre os 24 pontos amostrais e seu respectivo buffer utilizando as seguintes métricas: 1) Área do fragmento de mata; 2) Distância do limite da UC mais próxima; 3) heterogeneidade da paisagem; 4) Porcentagem de Mata na paisagem 5) Porcentagem de cerrado.

As métricas foram definidas seguindo trabalhos de Carvalho *et al.* (2009) e Threlfall *et al.* (2012).

Análise estatística

Foi quantificada a composição de espécies, riqueza e abundância de morcegos dos pontos amostrais em estudo. Não utilizei as recapturas nas análises, assim como não

contabilizamos as recapturas na mesma noite de marcação. Utilizei o estimador de riqueza CHAO2 (Colwell e Coddington, 1994; Colwell, 2004) para comparar a riqueza total observada com a estimada para a região e também calculei a curva de acumulação de espécies para os grupos amostrais em diferentes escalas. Classifiquei as guildas alimentares em função do hábito alimentar predominante de cada espécie (Frugívoros, Nectarívoros, Insetívoros, Hematófagos e Onívoros) (Gardner, 1977).

Calculei o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a equitabilidade de Pielou para cada ponto de amostragem.

Realizei o teste de Mantel (Mantel, 1967) para verificar se há autocorrelação espacial entre a composição de espécies e as características da matriz no interior dos 24 buffers dos pontos amostrais.

Analisei também a dissimilaridade da composição da paisagem em cada local amostrado e composição da assembleia de morcegos entre os pontos amostrais por meio do Índice de Jaccard com apresentação gráfica de dendrograma de dissimilaridade.

Resultados

Assembleia de morcegos

Capturei 2.097 morcegos representando 31 espécies. Destes, 137 indivíduos foram recapturas (6,5%), totalizando 1.960 indivíduos amostrados (Tabela 1). Somente morcegos pertencentes à família Phyllostomidae foram recapturados e todos no mesmo ponto de captura inicial. Registrei cinco famílias e cinco guildas alimentares (Tabela 1). Sete espécies representaram 91,48% das capturas (1.793 indivíduos): *Artibeus lituratus* (23,01%), *Sturnira lillium* (18,67%), *Carollia perspicillata* (18,16%), *Platyrrhinus lineatus* (9,23%), *Dermanura cinerea* (8,62%) *Artibeus planirostris* (7,35%) e *Glossophaga soricina* (6,43%). Nenhuma outra espécie atingiu 2% do total de capturas. Oito espécies tiveram apenas um indivíduo registrado e outras três foram registradas em um único ponto representando 0,98% do total de registros (Tabela 1). A equitabilidade de Pielou variou bastante entre os pontos amostrados (máximo 0,92 e mínimo 0,66). As curvas de acumulação de espécies mostram que a grande maioria dos pontos amostrais não atingiu a estabilidade no número de espécies (Figura 3). Baseado no observado ($n=31$), a riqueza estimada para o conjunto total de amostragem segundo o índice CHAO 2 é de 51 espécies. A diversidade de espécies de morcegos (H') variou entre 1,17 e 2,28 de acordo com o ponto amostral e a diversidade de todo conjunto de áreas de estudo foi 2,17.

Os valores de riqueza, abundância diversidade e equitabilidade estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Lista das espécies de morcegos capturadas 24 matas de galreira em fragmentos do Cerrado região de Brasília/DF, Brasil no período de abril/2012 e setembro/2013. Os locais de coleta estão agrupados de acordo com a Unidade de Conservação e seu respectivo entorno: Parque Nacional de Brasília (PNB), P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), APA do Gama e Cabeça de Veado (AGCV) , A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4), e ESEC de Águas Emendadas, E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4). Guilda alimentar: Nec (Nectarívoro), Fru (Frugívoro), Ins (Insetívoro), Hem (Hematófago), Oni (Onívoro)

Família/Espécie	Guilda alimentar	P1	P2	P3	P4	EP1	EP2	EP3	EP4
PHYLLOSTOMIDAE									
<i>Anoura caudifer</i>	Nec	1	2	1	2	5	6	0	0
<i>A.geofroyii</i>	Nec	0	2	0	5	1	0	1	0
<i>Glossophaga soricina</i>	Nec	1	5	2	13	4	2	3	29
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Nec	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Artibeus lituratus</i>	Fru	3	4	8	14	14	116	0	27
<i>A. planirostris</i>	Fru	0	5	1	18	3	19	3	21
<i>A. obscurus</i>	Fru	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>A. concolor</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermanura cinerea.</i>	Fru	2	1	3	7	3	13	2	0
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Fru	0	0	1	3	15	74	3	5
<i>Chiroderma doriae</i>	Fru	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Uroderma bilobatum</i>	Fru	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>U. magnirostris</i>	Fru	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	Fru	5	6	6	3	41	122	15	0
<i>S. tildae</i>	Fru	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	Fru	0	16	4	6	14	39	42	3
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Oni	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>P. discolor</i>	Oni	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Mimon crenulatum</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micronycteris sp.</i>	Ins	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Glyphonycteris behnii</i>	Ins/Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	Hem	0	0	2	1	0	0	2	0
VESPRTLIONIDAE									
<i>Eptesicus furinalis</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.brasiliensis</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. diminutus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp.</i>	Ins	0	2	0	0	1	0	4	0
MOLOSSIDAE									
<i>Molossus molossus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Molossops temminckii</i>	Ins	1	1	0	0	1	0	0	0
NATALIDAE									
<i>Natalus macrourus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	1	0
MORMOOPIDAE									
<i>Pteronotus parnellii</i>	Ins	0	2	2	0	0	0	2	0

Tabela 1. Continuação...

Família/Espécie	Guildd alimentar	A1	A2	A3	A4	EA1	EA2	EA3	EA4
PHYLLOSTOMIDAE									
<i>Anoura caudifer</i>	Nec	0	0	3	2	0	0	5	0
<i>A.geofroyii</i>	Nec	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glossophaga soricina</i>	Nec	1	0	1	3	25	2	4	2
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Nec	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Artibeus lituratus</i>	Fru	19	14	47	23	12	11	9	26
<i>A. planirostris</i>	Fru	2	0	5	0	25	12	2	17
<i>A. obscurus</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. concolor</i>	Fru	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dermanura cinerea.</i>	Fru	8	0	18	7	7	14	3	5
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Fru	0	0	3	0	0	15	2	4
<i>Chiroderma doriae</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uroderma bilobatum</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. magnirostris</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	Fru	1	33	28	0	12	22	7	39
<i>S. tildae</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	Fru	9	11	84	3	11	28	3	6
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Oni	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>P. discolor</i>	Oni	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimon crenulatum</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micronycteris sp.</i>	Ins	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Glyphonycteris behnii</i>	Ins/Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	Hem	0	0	0	0	0	14	1	4
VESPERTILIONIDAE									
<i>Eptesicus furinalis</i>	Ins	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>E.brasiliensis</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>E. diminutus</i>	Ins	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Ins	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp.</i>	Ins	1	0	2	1	0	7	1	2
MOLOSSIDAE									
<i>Molossus molossus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Molossops temminckii</i>	Ins	0	0	0	0	0	1	6	0
NATALIDAE									
<i>Natalus macrourus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
MORMOOPIDAE									
<i>Pteronotus parnellii</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 1. Continuação...

Família/Espécie	Guildd alimentar	E1	E2	E3	E4	EE1	EE2	EE3	EE4
PHYLLOSTOMIDAE									
<i>Anoura caudifer</i>	Nec	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>A.geofroyii</i>	Nec	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Glossophaga soricina</i>	Nec	3	13	1	3	1	3	1	4
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Nec	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artibeus lituratus</i>	Fru	18	36	7	6	4	1	17	15
<i>A. planirostris</i>	Fru	3	2	0	0	1	2	3	0
<i>A. obscurus</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. concolor</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermanura cinerea.</i>	Fru	14	21	6	12	15	3	4	1
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Fru	19	13	1	0	14	5	2	2
<i>Chiroderma doriae</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uroderma bilobatum</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>U. magnirostris</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	Fru	0	0	4	0	2	11	0	9
<i>S. tildae</i>	Fru	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Carollia perspicillata</i>	Fru	2	12	8	2	18	16	3	16
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Oni	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. discolor</i>	Oni	0	0	0	0	0	0	3	4
<i>Mimon crenulatum</i>	Ins	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Micronycteris sp.</i>	Ins	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Glyphonycteris behnii</i>	Ins/Fru	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	Hem	1	0	0	0	0	0	0	0
VESPERTILIONIDAE									
<i>Eptesicus furinalis</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.brasiliensis</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. diminutus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis sp.</i>	Ins	0	2	0	0	1	0	0	0
MOLOSSIDAE									
<i>Molossus molossus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Molossops temminckii</i>	Ins	0	0	0	0	2	1	0	1
NATALIDAE									
<i>Natalus macrourus</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	0
MORMOOPIDAE									
<i>Pteronotus parnellii</i>	Ins	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 2. Valores de Riqueza, Abundância e Índices de Diversidade e Equitabilidade das assembleias de morcegos coletados em fragmentos de Cerrado no Distrito Federal, Brasil entre abril/2012 e setembro/2013. Local: P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4), E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4).

Local	Abundância	Riqueza	Diversidade (H')	Equitabilidade (J)
P1	13	6	1.59	0.89
P2	47	12	2.1	0.85
P3	30	10	2.06	0.89
P4	72	10	2.02	0.88
EP1	103	12	1.9	0.77
EP2	406	14	1.78	0.67
EP3	81	13	1.7	0.66
EP4	86	6	1.41	0.79
A1	41	7	1.43	0.73
A2	60	5	1.12	0.69
A3	197	13	1.73	0.68
A4	40	7	1.35	0.69
EA1	93	7	1.34	0.69
EA2	126	10	2.08	0.90
EA3	45	12	2.28	0.92
EA4	110	12	1.87	0.75
E1	60	7	1.55	0.80
E2	100	8	1.68	0.81
E3	29	8	1.81	0.87
E4	23	4	1.17	0.84
EE1	64	11	1.88	0.78
EE2	42	8	1.67	0.80
EE3	39	8	1.73	0.83
EE4	53	10	1.8	0.78

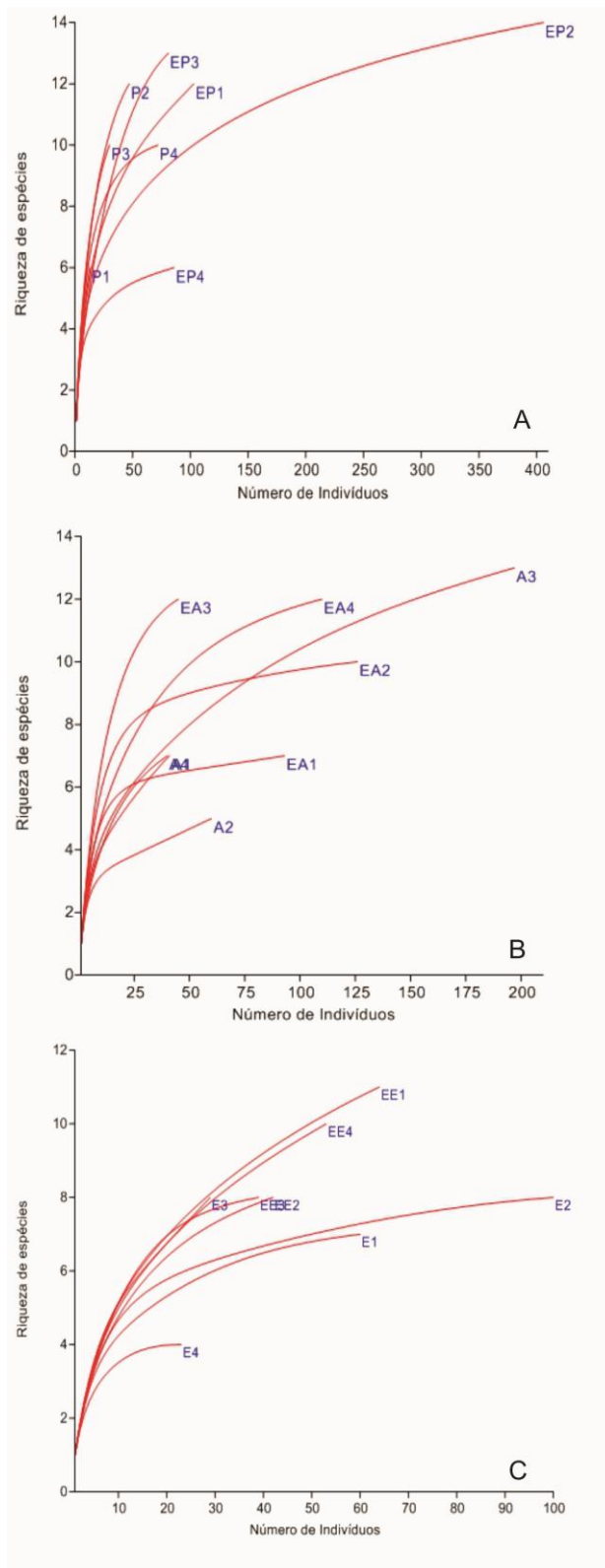


Figura 3. Curva de acumulação de espécies em cada ponto de amostragem em fragmentos de Cerrado no Distrito Federal, Brasil durante o período de abril/2012 e setembro/2013. (A) Grupo amostral do PNB, P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), (B) grupo amostral da AGCV, A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4) (C) grupo amostral da ESECAE, E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4).

Quanto às guildas, morcegos frugívoros foram capturados em todos os locais, enquanto os nectarívoros foram ausentes em apenas uma localidade, e os insetívoros em três pontos de

coleta. Observei ainda que os frugívoros correspondem a grande maioria das capturas, enquanto os onívoros são os menos abundantes (Figura 4).

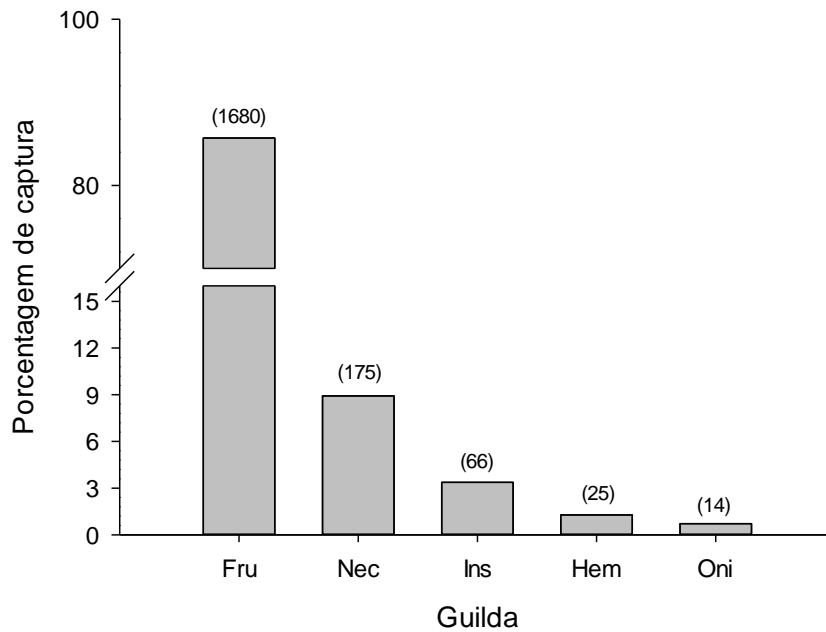


Figura 4. Porcentagem de captura de morcegos em suas respectivas guildas alimentares, de acordo com a dieta predominante em 24 pontos amostrais inseridos em fragmentos de Cerrado no Distrito Federal, Brasil durante o período de abril /2012 e setembro/2013. Números entre parêntesis indicam abundância. Fru (Frugívoros), Nec (Nectarívoros), Ins (Insetívoros), Hem (Hematófagos) e Oni (Onívoros).

Medidas de cobertura vegetal e uso do solo de cada local amostrado

A seleção de modelos de Akaike (AIC), não encontrou nenhum modelo robusto a partir das variáveis utilizadas, que pudesse explicar a variação da diversidade ($r^2=-0.21$, $p=0.963$) e da abundância ($r^2=0.11$, $p=0.106$) das assembleias de morcegos. Os valores das variáveis da paisagem estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Variáveis da matriz calculadas em um “buffer” de 3.5 quilômetros a partir do ponto de coleta de cada assembleia de morcegos de fragmentos do Cerrado no Distrito Federal, Brasil, entre abril/2012 e setembro/2013. Área da Mata equivale à porção de mata no “buffer” na qual foi realizada a coleta de morcegos. % de Mata e % de cerrado indicam a proporção desses dois tipos de vegetação total no “buffer”. Heterogeneidade representa a diversidade de tipos de uso de solo no “buffer”. Local: P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4), E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4).

Ponto	Área da Mata (ha)	Heterogeneidade (H')	% Mata	% cerrado
P1	240.19	0.72	8.69	82.36
P2	343.30	1.16	9.48	50.14
P3	260.46	1.37	8.04	47.49
P4	343.30	1.05	7.49	65.88
EP1	16.64	1.92	3.49	8.27
EP2	78.71	1.76	9.17	17.85
EP3	98.60	1.85	4.90	16.87
EP4	16.57	1.40	1.81	9.94
A1	162.20	1.85	7.32	40.76
A2	335.07	1.26	9.40	54.10
A3	205.11	1.84	8.83	30.62
A4	205.11	1.85	7.59	44.59
EA1	77.27	1.88	6.52	12.59
EA2	9.64	2.03	1.90	16.80
EA3	508.14	1.64	20.44	0.77
EA4	38.81	2.21	10.41	15.78
E1	33.53	1.27	3.25	70.46
E2	33.53	1.13	3.03	79.40
E3	96.25	2.16	5.47	36.13
E4	37.90	1.63	2.55	58.49
EE1	14.29	1.48	1.49	25.96
EE2	38.97	1.81	3.82	42.30
EE3	84.86	2.01	7.31	19.41
EE4	324.23	1.81	9.68	14.87

A partir do resultado do teste de autocorrelação espacial de Mantel, não foi observada relação direta entre a composição de espécies e os 24 pontos amostrados (Mantel statistic $r = 0.09$, $p = 0.174$). Também não foi observada relação entre as variáveis da matriz e as variáveis riqueza, índice de diversidade e equitabilidade das assembleias (Mantel statistic $r = 0.047$, $p = 0.25$).

A análise de dissimilaridade entre a composição da assembleia e das localidades amostradas mostrou que não há uma relação direta entre a composição da assembleia e características da matriz no interior do buffer de cada local, pois locais com matrizes mais similares não apresentam a maior similaridade na composição de espécies (Figura 5). Os

valores de porcentagem de tipos de uso de solo de cada ponto amostral das assembleias estão representados na Tabela 4.

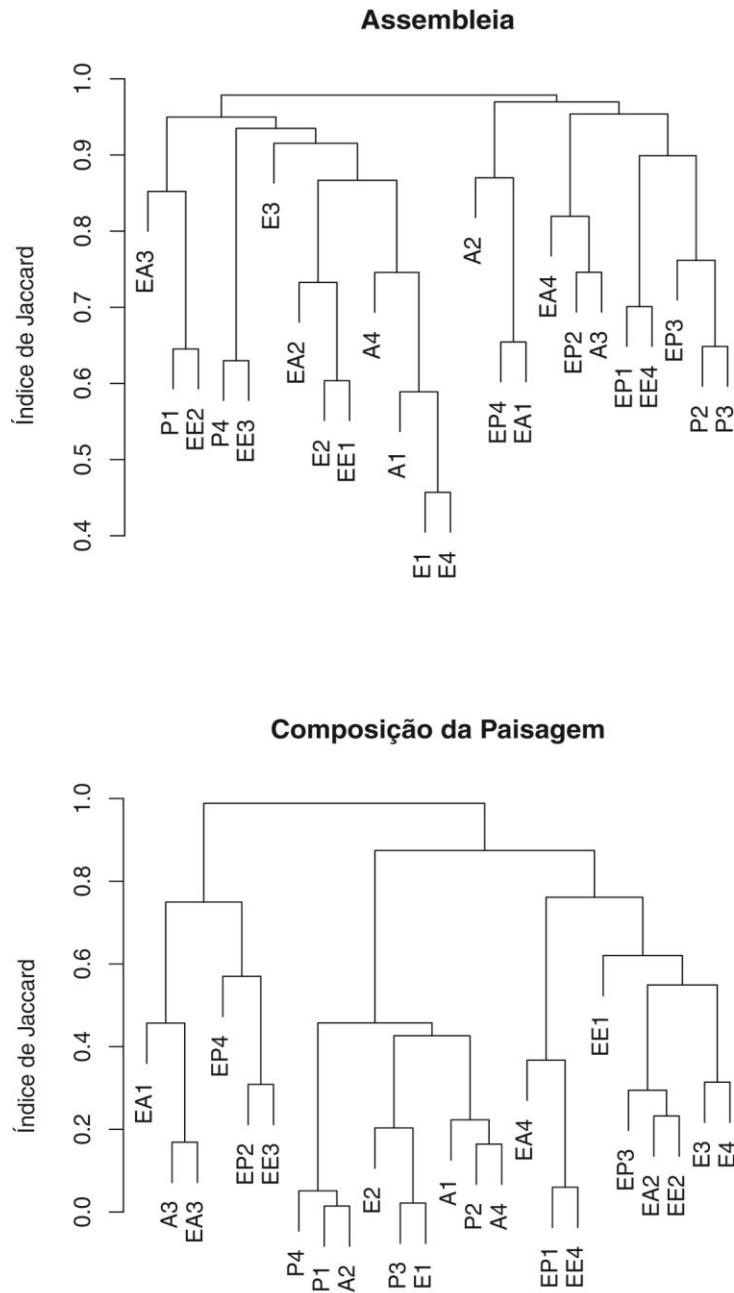


Figura 5. Dendrograma de dissimilaridade da composição das assembleias de morcegos e da composição de cobertura vegetal e uso de solo dos pontos amostrais calculados dentro de um buffer de 3,5 km de raio a partir do ponto amostral em fragmentos do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil. Local: P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4), E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4).

Tabela 4. Porcentagem de cobertura vegetal e tipo de uso de solo para que compõe a matriz adjacente de cada ponto amostral das assembleias de morcegos em fragmentos do bioma no Distrito Federal, Brasil entre abril/2012 e setembro/2013. Local: P1-P4 (PNB 1-4), EP1-EP4 (Entorno PNB 1-4), A1-A4 (AGCV 1-4), EA1-EA4 (Entorno AGCV 1-4), E1-E4 (ESECAE 1-4) e EE1-EE4 (Entorno ESECAE 1-4).

Cobertura vegetal e Uso do Solo	P1	P2	P3	P4	EP1	EP2	EP3	EP4
Agrovila	-	-	-	-	-	-	-	-
Área degradada	-	1.48	-	0.96	-	-	-	0.08
Área em processo de parcelamento	-	-	-	-	-	-	-	-
Área urbana com infraestrutura	-	2.90	-	-	-	11.59	-	57.34
Área urbana sem infraestrutura	-	3.24	-	-	-	17.48	-	5.34
Área verde intra urbana	-	3.77	-	-	-	-	-	7.52
Avicultura	-	-	19.22	-	-	-	-	-
Campos naturais	6.20	19.59	-	24.08	12.24	2.47	39.02	-
Campos naturais degradados	0.13	0.14	-	0.03	0.01	2.21	-	0.13
Cerradão	-	-	47.50	-	-	-	-	-
Cerrado sentido restrito	82.04	44.50	-	65.90	8.28	9.50	16.87	0.34
Cerrado sentido restrito degradado	0.35	5.65	24.04	-	-	8.36	-	9.60
Chácaras de uso misto	1.41	-	-	-	22.47	33.26	8.25	-
Cultura de grãos	0.04	-	-	-	-	-	11.92	-
Cultura de grãos irrigada	-	-	-	-	-	0.40	-	-
Estradas não-pavimentadas	0.25	-	0.68	-	0.28	0.69	0.41	-
Estradas pavimentadas	-	1.05	-	-	0.80	2.84	-	6.64
Ferrovia e Metrô	-	-	-	-	-	-	-	-
Formação Campestre degradada	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagoas de Estabilização	-	-	8.04	-	-	0.02	-	-
Mata Ciliar e Mata de Galeria	8.69	9.49	-	7.49	3.49	9.18	4.90	1.81
Mata Seca ou Mesofítica	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineração	-	-	0.56	-	-	0.66	-	-
Murundus e veredas	0.95	2.46	-	1.59	0.59	-	1.71	-
Olericultura	-	-	-	-	34.33	-	1.84	-
Pastagem	-	5.77	-	-	-	-	9.90	0.03
Pastagem formada	-	-	-	-	4.91	0.25	4.56	-
Pastagem natural	-	-	-	-	2.50	-	0.67	-
Piscicultura	-	-	-	-	-	-	-	-
Reflorestamento	-	-	-	-	9.48	-	-	-
Reflorestamento degradado	-	-	-	-	-	-	-	-
Represas, Lagos, Lagoas e Rios	-	-	-	-	-	-	-	11.22
Vegetação alterada	-	-	-	-	0.69	1.15	-	-

Tabela 4. Continuação...

Cobertura vegetal e Uso do Solo	A1	A2	A3	A4	EA1	EA2	EA3	EA4
Agrovila	-	-	-	-	-	-	-	-
Área degradada	0.79	-	0.90	0.98	0.13	0.21	-	0.17
Área em processo de parcelamento	-	-	0.47	0.98	-	6.32	0.98	-
Área urbana com infraestrutura	0.01	-	5.70	0.48	0.01	7.28	-	11.65
Área urbana sem infraestrutura	9.32	-	22.41	12.38	46.02	18.34	27.50	-
Área verde intra urbana	0.42	-	3.17	2.03	3.64	-	-	-
Avicultura	-	-	-	-	-	0.40	-	7.20
Campos naturais	27.49	33.44	21.35	20.31	14.87	3.08	40.87	0.70
Campos naturais degradados	0.02	0.21	0.49	0.11	0.48	3.10	0.64	0.32
Cerradão	-	-	2.00	1.87	-	-	-	15.60
Cerrado sentido restrito	40.77	54.11	30.34	43.81	11.90	16.80	0.77	0.19
Cerrado sentido restrito degradado	-	-	0.29	0.80	0.69	6.23-	-	25.12
Chácaras de uso misto	4.09	-	0.37	4.73	-	12.09	3.95	8.22
Cultura de grãos	3.58	0.71	-	-	3.37	5.29	-	-
Cultura de grãos irrigada	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradas não-pavimentadas	-	-	-	-	-	0.83	-	1.78
Estradas pavimentadas	0.81	-	2.91	1.94	1.47	0.78	-	-
Ferrovia e Metrô	1.04	-	-	-	1.09	0.50	-	-
Formação Campestre degradada	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagoas de Estabilização	-	-	-	-	-	-	-	8.25
Mata Ciliar e Mata de Galeria	7.32	9.40	6.83	5.72	6.52	13.79	15.27	1.84
Mata Seca ou Mesofítica	-	-	-	-	-	-	5.17	-
Mineração	-	-	-	-	-	-	-	1.15
Murundus e veredas	2.26	1.33	1.85	2.02	2.16	11.19	-	-
Olericultura	1.16	-	-	-	7.25	-	-	8.52
Pastagem	-	-	-	-	-	-	2.08	1.19
Pastagem formada	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem natural	-	-	-	-	-	-	-	-
Piscicultura	-	-	-	-	-	-	-	1.79
Reflorestamento	0.57	0.84	-	-	-	0.79	0.21	6.37
Reflorestamento degradado	-	-	-	-	-	-	-	-
Represas, Lagos, Lagoas e Rios	0.39	-	0.97	-	0.45	0.06	0.06	-
Vegetação alterada	-	0.01	-	1.91	-	-	2.56	-

Tabela 4. Continuação...

Cobertura vegetal e Uso do Solo	E1	E2	E3	E4	EE1	EE2	EE3	EE4
Agrovila	-	-	-	-	-	-	-	0.09
Área degradada	-	-	0.85	0.70	-	-	1.15	0.17
Área em processo de parcelamento	-	-	0.59	0.50	-	-	1.98	-
Área urbana com infraestrutura	-	-	5.40	4.87	-	-	22.61	-
Área urbana sem infraestrutura	-	-	6.12	-	-	-	17.81	-
Área verde intra urbana	-	-	0.46	-	-	-	2.34	-
Avicultura	-	-	-	-	-	-	-	0.31
Campos naturais	2.12	1.49	12.80	10.20	0.61	9.43	6.15	0.96
Campos naturais degradados	-	-	0.70	0.19	25.87	-	0.70	-
Cerradão	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerrado sentido restrito	70.38	79.42	32.24	41.29	25.87	35.19	13.51	13.30
Cerrado sentido restrito degradado	0.10	-	3.91	17.22	0.10	7.12	5.90	1.58
Chácaras de uso misto	10.08	3.84	2.36	0.73	9.71	21.12	11.53	10.06
Cultura de grãos	12.34	9.38	9.17	15.23	18.96	5.11	-	49.23
Cultura de grãos irrigada	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradas não-pavimentadas	0.73	0.64	0.27	-	0.64	-	-	1.22
Estradas pavimentadas	0.45	0.64	2.36	1.85	-	1.31	2.52	1.45
Ferrovias e Metrô	-	-	-	-	-	-	-	-
Formação Campestre degradada	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagoas de Estabilização	-	-	-	-	-	-	-	-
Mata Ciliar e Mata de Galeria	3.25	3.03	5.48	2.55	1.49	2.74	7.32	9.68
Mata Seca ou Mesofítica	-	-	-	-	-	1.08	-	-
Mineração	0.11	0.11	-	-	0.11	-	-	0.19
Murundus e veredas	0.25	1.50	1.53	3.64	-	2.55	0.48	0.61
Olericultura	-	-	-	-	-	0.25	0.87	6.40
Pastagem	-	-	7.71	-	16.64	14.15	0.32	0.27
Pastagem formada	-	-	1.79	1.07	-	-	1.79	-
Pastagem natural	-	-	-	-	-	-	-	-
Piscicultura	-	-	-	-	-	-	-	-
Reflorestamento	-	-	-	-	-	-	-	4.52
Reflorestamento degradado	-	-	-	-	-	-	-	-
Represas, Lagos, Lagoas e Rios	-	-	2.29	-	-	-	0.06	-
Vegetação alterada	-	-	4.04	-	-	-	3.00	-

Discussão

A hipótese de que as assembleias estariam associadas às características da matriz nos pontos amostrais foi refutada. Assim como a hipótese de que áreas com maior porcentagem de cobertura vegetal natural apresentariam maiores valores de riqueza e índice de equitabilidade

Neste estudo, encontrei que as assembleias são distintas entre os 24 pontos amostrados, e não estão relacionadas diretamente com as variáveis da matriz que analisei em um raio de 3,5 km a partir do ponto de coleta, de tal forma que, os pontos de amostragem que possuem as maiores similaridades na assembleia não são os mais similares nas características da cobertura vegetal e de tipo de uso do solo. Observa-se que nos pontos amostrados não há um padrão na distribuição e agrupamento das espécies em função de características da matriz avaliadas na escala local deste estudo.

Este resultado difere dos dados apresentados na literatura, na qual a estruturação das assembleias de morcegos em regiões florestais está correlacionada com a matriz circundante à área amostrada (Cosson *et al.*, 1999; Gorresen e Willig, 2004; Avila-Cabadilla *et al.*, 2012; Peña-Cuéllar *et al.*, 2015). A estrutura vertical da vegetação é um fator importante na distribuição das espécies em áreas florestadas (Bernard, 2001). No entanto, as matas presentes no Cerrado, nas quais realizamos nossas coletas, apresentam estratificação vertical bem menor que as encontradas em biomas florestados (Zortéa e Alho, 2008). Ainda, em pontos de coleta próximos (1,48 km), onde a mesma mata foi amostrada, a composição e a abundância foram distintas, apesar da mata ser a mesma e muito provavelmente com características da vegetação iguais. O Cerrado é composto por grande variedade de fitofisionomias que envolvem fisionomias florestais, campestres e savânicas (Ratter *et al.*, 1997; Ribeiro e Walter, 2008) e os ambientes presentes no Cerrado apresentam variação horizontal, de forma que diversas fisionomias podem ocorrer em uma mesma região (Ribeiro e Walter, 2008). O método de coleta com utilização de redes favorece a captura de morcegos frugívoros (O'Farrell e Gannon, 1999; Flaquer *et al.*, 2007). No entanto, vale ressaltar a captura de morcegos insetívoros, que forneceu dados sobre a ocorrência de mais quatro famílias, além da Phyllostomidae. Apesar da não ser o melhor método para o levantamento dos morcegos insetívoros, não podemos ignorar a presença desse grupo na avaliação da assembleia. A utilização deste método, próximo de áreas de mata, colabora na amostragem de insetívoros, mas não é favorável à quantificação da abundância desse grupo (Zortéa *et al.*, 2010). Assim, para a análise da composição da assembleia, a utilização de redes contribuiu com número de espécies nos locais amostrados. Consideramos a riqueza encontrada como alta, já que a média de registros para o Cerrado fica em torno de 15-25 espécies (Zortéa e Alho, 2008). O índice de diversidade da região pode ser considerado alto, semelhante aos demais trabalhos na região Neotropical ($H' = 2.1-2.2$) (Pedro e Taddei, 1997).

As guildas alimentares predominantes foram de frugívoros e nectarívoros. Quando avaliamos as espécies mais abundantes, fica evidente de que a paisagem que circunda os pontos amostrais não é um fator determinante já que essas espécies estão dominando habitats distintos quanto às características do uso do solo. Desta forma, para espécies frugívoras

comuns, as unidades de conservação não parecem exercer função determinante nas suas distribuições pelo ambiente, mesmo apresentando proporções maiores em áreas não alteradas. As espécies *A. lituratus* e *S. liliium* são indicadoras de degradação de habitats (Reis *et al.*, 2003; Bobrowiec e Gribel, 2010) e estão entre as mais abundantes em todas as áreas, com exceção dos pontos relacionados à ESECAE para *S. liliium*. Já *Carollia perspicillata* é uma das mais abundantes do Brasil (Cloutier e Thomas, 1992; Bredt *et al.*, 1999; Bernard e Fenton, 2007; Bordignon, 2006) e esteve presente em todos os pontos, com exceção do P1. Por outro lado, as espécies menos comuns são restritas a poucos pontos de coleta, não necessariamente no interior das UCs, que tendem a ser locais de menor perturbação antrópica.

Os resultados obtidos pela riqueza e equitabilidade de Pielou indicam que as assembleias estão organizadas distintamente nos pontos amostrados e que a variação da distribuição das espécies e da abundância das espécies não segue um padrão definido. Os pontos de coleta do interior do Parque Nacional de Brasília (P1-P4) e da ESEC-AE (E1-E4) apresentaram valores altos de equitabilidade, no entanto a riqueza variou entre 12 e 4 espécies. Estes locais são pouco perturbados por ações antrópicas e isto parece favorecer o equilíbrio na abundância das espécies, apesar de que o número de espécies não apresentar o mesmo comportamento. A UC ESEC de Águas Emendadas é importante para a espécie *Dermanura cinerea*, já que neste local a espécie teve seu máximo de abundância entre assembleias de no máximo oito espécies. Nos demais locais, esta espécie não apresentou abundância muito representativa quanto na UC ESEC de Águas Emendadas. No entanto, os pontos de coleta com maiores valores de equitabilidade fazem parte do Entorno da APA Gama e Cabeça de Veado (EA2 e EA3), com índices de 0.90 e 0.92 respectivamente. Estes dois locais apresentaram uma riqueza alta, assim como índice de diversidade. O ponto EA2 pode ser caracterizado como Natural com grande porção Rural, já que as características da matriz englobam uso de solo rural assim como uma porção de vegetação natural conservada em propriedade do Exército Brasileiro. Porém, a assembleia neste local é dominada por espécies frugívoras comuns. Já o Ponto EA3, que foi o ponto mais equilibrado na distribuição dos indivíduos entre as espécies ocorrentes, é predominantemente Natural com grande porção de campos naturais cerca de ¼ porção rural.

Os locais de coleta de menor equitabilidade (< 0.70) compreendem os três pontos de maior riqueza de espécies (EP2, EP3 e A3). O ponto EP2 apresenta uma matriz mais heterogênea, com formações rurais e urbanas enquanto que A3 é predominantemente composto por formações naturais. EP2 possui a maior riqueza e abundância dentre todos os pontos amostrais e apesar de ser dominado por espécies comuns, encontramos registro único para três espécies frugívoras. Já o ponto EP3 não possui áreas urbanizadas e o tipo de solo predominante é o de campos naturais dentre as formações naturais e também com diversos usos de solo de destinação rural. Este foi único ponto onde foi registrada a ocorrência da espécie *Natalus macrourus*.

As variações na equitabilidade e riqueza das assembleias observadas entre os pontos amostrados no presente estudo parecem tender a um equilíbrio (maior equitabilidade) em

áreas menos perturbadas, no entanto os locais de valores mais elevados apresentam diversos tipos de uso de solo de natureza antrópica. Enquanto que a riqueza foi geralmente maior em áreas com menor proporção de cobertura vegetal natural. Assim, a análise simplista de que alta riqueza, índice de diversidade e equitabilidade podem gerar resultados não muito precisos sobre o equilíbrio da assembleia, já que estes dois locais são dominados por poucas espécies frugívoras comuns, que é uma característica de área perturbada.

Não há um consenso na literatura sobre os efeitos da paisagem sobre a equitabilidade das assembleias de morcegos. Em regiões de floresta da Costa Rica e Equador, a equitabilidade não apresenta relação com mudança de latitude (Patterson *et al.*, 2003; Rex *et al.*, 2008) assim como entre duas regiões no Paraguai (Stevens *et al.*, 2004). Na Mata Atlântica no Brasil, encontramos que áreas de diferentes tipos de uso de solo apresentam índices de equitabilidade maiores em áreas perturbadas (Lourenço *et al.*, 2014). Em savanas da Bolívia o tipo de vegetação e a presença de áreas urbanas não influenciam na equitabilidade das assembleias de morcegos (Aguirre, 2002). Já no Cerrado de Goiás, Brasil, áreas de vegetação nativa apresentam maior equilíbrio na distribuição das abundâncias das espécies do que em plantações de eucalipto (Pina *et al.*, 2013). Assim, as assembleias de morcegos na região Neotropical não apresentam um padrão definido quanto à distribuição das abundâncias das espécies em diferentes áreas, com diferentes níveis de perturbação, de mesma forma como observado em nosso estudo. Esta variação nas respostas muito provavelmente está relacionada ao diferentes métodos empregados nos estudos, que dificultam encontrar uma resolução mais precisa sobre a resposta das assembleias à alteração do habitat (Cunto e Bernard, 2012).

Quanto aos demais fatores analisados sobre as assembleias neste estudo, dez espécies apresentaram recaptura, sendo que duas espécies apresentaram valores muito mais elevados que o geral (*C. perspicillata* com 46,0% e *S. liliium* com 24,8%). Apesar da taxa de recaptura ser relativamente alta, quando comparada com os demais trabalhos, não foi observado movimentação dos morcegos, isto é, todos foram recapturados no mesmo local de captura e marcação. Este resultado indica que as espécies de morcegos permanecem em um espaço mais restrito. Além disso, as pressões exercidas sobre estes indivíduos vão estar mais relacionadas com a paisagem mais próxima ao seu redor, fortalecendo a importância de realizar análises de assembleias em menores escalas também.

A riqueza total observada foi alta para uma escala local e este resultado corrobora Zortéa e Alho (2008). Este resultado pode ser em função do elevado número de pontos amostrais, que englobam habitats heterogêneos circundando as matas de galeria amostradas. Um menor número de pontos amostrais, neste estudo, provavelmente excluiria algumas espécies da lista apresentada, já que onze espécies ocorreram em um único ponto amostral. As espécies *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Glossophaga soricina* ocorreram em todos os locais amostrados, exceto em um ponto cada. Estas espécies são conhecidas por ocorrerem em grande abundância em locais alterados, utilizando recursos fornecidos por plantas pioneiras, estando entre as espécies mais comuns do Cerrado (Aguiar e Zortéa, 2008). Onze espécies

foram exclusivas de um único ponto amostral e algumas com um único registro. Algumas espécies de registro único ocorriam em áreas preservadas enquanto outras em áreas alteradas mostrando que a resposta é espécie-específica quanto às características do habitat.

Os resultados obtidos neste estudo não suportam a hipótese de que a composição das matrizes nos locais de amostragem, inseridas em fragmentos do bioma Cerrado determina a composição das espécies de morcegos. Na literatura encontramos dados que suportam a hipótese de que a paisagem exerce função na estruturação das assembleias de morcegos (Cosson *et al.*, 1999; ; Estrada e Coates-Estrada, 2001; Gorresen e Willig, 2004; Avila-Cabadilla *et al.*, 2012). Estes trabalhos geralmente são realizados em regiões florestadas, em processo de fragmentação. Assim nestes ambientes, os processos de extinção e colonização podem atuar mais intensamente do que em ambientes formado por mosaicos e com apenas porções de formação florestal, como é o Cerrado. De uma forma geral, concluo que a assembleia de morcegos no Distrito Federal, Brasil, utiliza pequenas porções de mata, já que não observamos recapturas em pontos diferentes do de marcação original. Ainda, a equitabilidade, riqueza, abundância e o índice diversidade das assembleias não apresentaram um padrão quanto à relação com o uso do solo. Além disso, as espécies de morcegos se agrupam independentemente da composição do tipo de uso do solo, já que as espécies mais abundantes utilizam tanto áreas naturais quanto alteradas por ações antrópicas.

Referências bibliográficas

- Aguiar, L.M.S., Zortéa, M. 2008. A diversidade de morcegos conhecida para o Cerrado. In II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais. ParlaMundi, Brasília, Brasil.
- Aguiar, L.M.S., Bernard, E., Machado, R.B. 2014. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. *Zoologia (Curitiba): An International Journal for Zoology* 31:223-229.
- Aguirre, L. F. 2002. Structure of a Neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy* 83(3):775-784.
- Avila-Cabadilla, L.D., Stoner, K.E., Henry, M., Añorve, M.Y.A. 2009. Composition, structure and diversity of phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 258:986-996.
- Avila-Cabadilla, L.D., Sanchez-Azofeifa, G.A., Stoner, K.E., Alvarez-Anorve, M.Y., Quesada, M., Portillo-Quintero, C.A. 2012. Local and landscape factors determining occurrence of Phyllostomid bats in tropical secondary forests. *Plos One* 7 (4):1-13.
- Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17(1):115-126.
- Bernard, E., Fenton, M.B. 2007. Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interaction in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation* 134:332-343.

- Bobrowiec, P., Gribel, R. 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation* 13:204-216.
- Bordignon, M.O. 2006. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24:1002-1009.
- Bredt, A., Uieda, W., Magalhães, E.D. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 16:731-770.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Konstant, W.R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16:909–923.
- Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, J.F., Masson, D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74:1974-1982.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. 2002. Model selection and inference: a practical information – theoretic approach, 2nd ed. Springer.
- Carvalho, F.M.V., Marco Júnior, P., Ferreira, L.G. 2009. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological Conservation* 142:1392-1403.
- Cloutier, D., Thomas, D. 1992. *Carollia perspicillata*. *Mammalian Species* 417:1-9.
- Colwell, R.K. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345:101-118.
- Cosson, J. F., Pons, J. M., Masson, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15:515-534.
- Cunha, N.L., Fischer, E., Santos, C.F. 2011. Bat assemblage in savana remnants of Sonoro, central-western Brazil. *Biota Neotropical* 11(3):197-201.
- Cunto, G.C., Bernard, E. 2012. Neotropical bats as indicators of environmental disturbance: what is the emerging message? *Acta Chiropterologica*, 14(1):143–151.
- Díaz, M.M., Aguirre, L.F., Barquez, R.M. 2011. Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de sudamérica. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina (PCMA), 94 pp.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:139-148.
- Estrada, A., Coates-Estrada, R. 2001. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 24: 94–102.
- Estrada-Villegas, S., Meyer, C.F.J., Kalko, E.K.V. 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation* 143:597–608.

- Faria, D., Laps, R.R., 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. *Biodiversity and Conservation* 15:587–612.
- Farrow, L.J., Broders, H.G. 2010. Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling Tri-colored Bat (*Perimyotis subflavus*). *Mammalian Biology* 76:172–179.
- Fenton, M.B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M.B.C., Merriman, C., Obrist, M.K., Syme, D.M., Adkins, B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3):440-446.
- Flaquer, C., Torre, I., Arrizabalaga, A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammalogy* 88(2):526-533.
- Gardner, A.L. 1977. Feeding habits. In: R.J. Baker, J.K. Jones & D.C. Carter (eds.), *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part II. Spec. Publ. Mus. Texas Tech. Univ., Lubbock. Pages 293-350.*
- Gardner, A.L. (ed.) 2008. *Mammals of South America: Volume I. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats* Chicago: University of Chicago Press. 669 pp.
- Gonçalves, E., Gregorin, R. 2004. Quirópteros da Estação Ecológica Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil, com primeiro registro de *Artibeus gnomus* e *A. anderseni* para o Cerrado. *Lundiana* 5:143-149.
- Gorresen, P.M., Willig, M.R. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy* 85(4):688-697.
- IBGE. 2004. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000 <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>.
- Klingbeil, B.T., M.R. Willig. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology* 46:203-213.
- Klink, C.A., Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707–713.
- Lim, B.K., Engstrom, M.D. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10:613-657.
- Lourenço, E.C., Gomes, L.A.C., Pinheiro, M.C., Patrício, P.M.P., Famadas, K.M. 2014. Composition of bat assemblages (Mammalia: Chiroptera) in tropical riparian forests. *Zoologia* 31(4):361-369.
- Machado, R.B., Ramos Neto, M.B., Pereira, P., Caldas, E., Gonçalves, D., Santos, N., Tabor, K., Steininger, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International, Brasília.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220
- Medellín, R.A., Equihua, M., Amin, M.A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675.

Meyer, C.F.J., Kalko, E.K.V. 2008. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography* 35:1711–1726.

MMA. 2011. Relatório técnico do monitoramento do Cerrado. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais- IBAMA.

O'Farrell, M.J., and W.L. Gannon. 1999. A comparison of acoustics versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy* 80:24–30.

Ortêncio-Filho, H., Lacher, T.E., Rodrigues, L.C. 2014. Seasonal patterns in community of bats in forest fragments of the Alto Rio Paraná, Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 49:169-179.

Paglia, A.P., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Herrmann, G., Aguiar, L.M.S., Chiarello, A.G., Leite, Y.L.R., Costa, L.P., Siciliano, S., Kierulff, M.C.M., Mendes, S.L., Tavares, V.C., Mittermeier, R. A., Patton J.L. 2012. Annotated checklist of Brazilian mammals, second ed. Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International, Arlington, VA.

Patterson, B.D., Willig, M.R., Stevens, R.D. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. In: Kunz TH, Fenton MB, eds. *Bat ecology*. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 536–579.

Pedro, W.A., Taddei, V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Bol. Mus. Biol. Mello Leit o* 6:3–21.

Peña-Cuéllar, E., Ben tez-Malvido, J., Avila-Cabadilla, L.D., Martínez-Ramos, M., Estrada, A. 2015. Structure and diversity of phyllostomid bat assemblages on riparian corridors in a human-dominated tropical landscape. *Ecol. Evol.* doi: 10.1002/ece3.1375 (in press).

Pina, S.M.S., Meyer, C.F.J., Zort ea, M. 2013. A comparison of habitat use by phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in natural forest fragments and Eucalyptus plantations in the Brazilian Cerrado. *Chiroptera Neotropical* 19(3):14-30.

Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.

Reis, N.R., Muller, M.F. 1995. Bat diversity of forest and open areas in a subtropical region of south Brazil. *Ecologia Austral* 5:31–36.

Rempel, R. 2006. Patch Analyst 3.0. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Lakehead University Campus Ontario CA.

Rex, K., Kelm, D.H., Wiesner, K., Kunz, T.H., Voigt, C.C. 2008. Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society* 94:617-629.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, Pp 87-166. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.). 1998. *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília, Embrapa Cerrados p. 87-166.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. IN.: Sano, S.M; Almeida, S.P; Ribeiro, J.F. *Ecologia e flora*. Brasília: EMBRAPA 1:152-212.

Schulze, M.D., Seavy, N.E., Whitacre, D.F. 2000. A comparison of phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash and burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32:174-184.

Stevens, R.D., Willig, M.R., Fox, I.G. 2004. Comparative community ecology of bats from eastern Paraguay: taxonomic, ecological, and biogeographic perspectives. *Journal of Mammalogy* 85(4):698-707.

Straube, F.C., Bianconi, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8:150-152.

Talamoni, S.A., Coelho, D.A., Dias-Silva, L.H., Amaral, A.S. 2013. Bat assemblages in conservation areas of a metropolitan region in Southeastern Brazil, including an important karst habitat. *Brazilian Journal of Biology* 73(2):309-319.

Threlfall, C.G., Law, B., Banks, P.B. 2012. Sensitivity of insectivorous bats to urbanization: Implications for suburban conservation planning. *Biological Conservation* 146: 41-52.

Vizotto, L.D., Taddei, V.A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. *Bol. Ciências*. 1:1-72.

Willig, M.R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatinga and Cerrado bat communities from northeast Brazil. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh* 23:1-131.

Zortéa, M., Alho, C.J.R. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity Conservation* 17:791-805.

Zortéa, M., Melo, F.R., Carvalho, J.C. & Rocha, Z.D. 2010. Morcegos da Bacia do rio Corumbá. *Chiroptera Neotropical*, 16:611–617.

Conclusões gerais

Neste estudo avaliei como as espécies de morcegos frugívoros lidam com a alteração de habitat e também se a assembleia está estruturada na cobertura vegetal e tipo de uso do solo de uma região do Cerrado. Morcegos frugívoros não apresentaram variação do hormônio cortisol em função do tamanho corporal e da característica da paisagem que os cerca. Por outro lado, as espécies apresentam diferente utilização das reservas energéticas e ainda, uma espécie apresenta variação nas concentrações das reservas em habitats de diferentes níveis de perturbação. Quanto à assembleia de morcegos no Cerrado, ficou evidente que a sua composição não está estruturada em função das características da cobertura vegetal e tipo de uso do solo. Além disso, é importante avaliar vários pontos em menores escalas a fim de ampliar a lista de espécies, já que diversos registros únicos foram encontrados.