



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CAMPUS SÃO BERNARDO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

ADÃO COELHO DE CARVALHO FILHO

**LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE MORCEGOS DO MUNICÍPIO DE SÃO
BERNARDO, MARANHÃO.**

**São Bernardo
2019**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

ADÃO COELHO DE CARVALHO FILHO

**LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE MORCEGOS DO MUNICÍPIO DE SÃO
BERNARDO, MARANHÃO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão, campus São Bernardo como requisito para a obtenção do diploma.

Orientador:

Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz

Coorientador:

MSc. Arthur Serejo Neves Ribeiro

**São Bernardo - Ma
2019**

ADÃO COELHO DE CARVALHO FILHO

**LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE MORCEGOS DO MUNICÍPIO DE SÃO
BERNARDO, MARANHÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências Naturais/Química da
Universidade Federal do Maranhão,
campus São Bernardo como requisito
para a obtenção do diploma.

Aprovado em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz (Orientador)

Prof. Dra. Maria Jose Herculano Macedo

Prof. Dra. Louise Lee da Silva Magalhães

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Carvalho Filho, Adão Coelho de.

Levantamento das espécies de morcegos no município de São Bernardo, Maranhão / Adão Coelho de Carvalho Filho. - 2019.

24 f.

Coorientador(a): Arthur Serejo Neves Ribeiro.

Orientador(a): Leonardo Dominici Cruz.

Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2019.

1. Chiroptera. 2. Metacomunidades. 3. Modelos DAES. 4. Phyllostomidae. I. Cruz, Leonardo Dominici. II. Ribeiro, Arthur Serejo Neves. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Pai Criador e minha família, cujo suporte tornou tudo possível. A eles todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Leonardo Dominici Cruz pela orientação deste trabalho de conclusão de curso, à equipe de coleta composta por Arthur Serejo, Carol Caldas, Domingos Altomelio, Samara Santos e Paulo Júnior, pela amizade construída ao longo dessa pesquisa.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e aos professores por contribuir com todo o conhecimento adquirido ao longo de minha graduação.

Aos senhores proprietários das áreas que foram cedidas para estudo, João Jose, Bernardo Jairo, Venescau, Junior Esperança e Bernardo Gumercindo.

A minha família por compreender a minha dedicação no esboço do mesmo e acreditar em minha perseverança.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) que financiou o projeto de pesquisa “Redes ecológicas de interação de artrópode ectoparasitos e morcegos nas microrregiões de Chapadinha e do Baixo Parnaíba”, coordenado por Leonardo Dominici Cruz e no qual este trabalho de conclusão de curso está inserido.

RESUMO

Devido à falta de informações sobre composição da quiropterofauna na região do Baixo Parnaíba, realizou-se um levantamento das espécies de morcegos da cidade de São Bernardo, Maranhão, que é relevante para elaboração de planos de conservação dos mesmos, considerando que estes animais são polinizadores e dispersores de sementes, atuam no controle de pragas, sendo também considerados como bioindicadores de habitats alterados. As capturas se deram através de redes neblina 12m x 2,5m cada, armadas à altura do solo, ficando abertas das 18h00min às 00h00min, vistoriadas em intervalos de 15 a 20min. Para analisar o esforço amostral foi utilizado a curva de acumulação de espécies, a riqueza foi comparada com estimativas de riquezas de três índices, a saber Chao1, Jackknife1 e Jackknife2. A fim de investigar os processos organizadores presentes na comunidade de morcegos, foram ajustados 5 modelos de distribuição de abundância das espécies (DAES), sendo eles *broken-stick* ou nulo, *niche-preemption*, *log-normal*, *Zipf* e *Zipf-Mandelbrot*. Foram capturados 384 morcegos, um esforço amostral despendido de 7.920 m²h, totalizando 14 espécies, distribuídas em quatro famílias, sendo Phyllostomidae a família com maior riqueza. As espécies mais abundantes foram *Glossophaga soricina* (26,82%), *Carollia perspicillata* (19,01%), *Artibeus planirostris* (16,66%). As espécies consideradas raras foram *Molossus* sp., *Myotis nigricans*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx leptura* e *Tonatia saurophila*. A curva de acumulação de espécies mostrou-se estabilizada a partir de 22 noites de campanha, com formação de assíntota, já na décima noite. O modelo de distribuição de abundância das espécies (DAES) de melhor ajuste foi o Nulo, onde não há mecanismos estruturantes atuando na organização dos conjuntos de espécies. Todavia, a alteração antrópica da paisagem natural poderá levar à perda destes conjuntos, ocasionando extinções locais das populações de morcegos. Uma evidência que isto possa estar acontecendo em São Bernardo é vista na distribuição das abundâncias das espécies. O desenvolvimento do presente estudo possibilitou obter informações sobre os conjuntos de espécies de quirópteros da cidade de São Bernardo, Maranhão, Brasil, além de permitir observar a existência de metacomunidades, as quais correm risco de extinção locais por conta das alterações antrópicas.

Palavras-Chaves: Chiroptera, Phyllostomidae, Modelos DAES, Metacomunidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pontos de capturas dos morcegos no município de São Bernardo – MA	14
Figura 2: Distribuição dos morcegos por família	17
Figura 3: Riqueza acumulada de espécies (linha preta) ao longo do estudo comparada à curva da rarefação (linha tracejada vermelha; as barras correspondem ao erro padrão obtido a partir de 1.000 permutações)	19
Figura 4 Distribuição da abundância das espécies de morcegos (círculos pretos) e o modelo de distribuição de melhor ajuste (Modelo Nulo; linha tracejada)	20

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Número de espécies registradas no município de São Bernardo, classificadas de acordo com sua guilda trófica.....	18
Tabela 2: Estimativas da riqueza de espécies de morcegos.....	19
Tabela 3: Modelos de distribuição de abundância (DAES) ajustados à fauna de morcegos em São Bernardo.	20
Tabela 4: Dissimilaridades ($1 - J'$) da composição de espécies de morcegos de cinco localidades do Maranhão (INH = APA Inhamum, Caxias; PEB = Parque Estadual do Bacanga, São Luís; BAR = Barreirinhas; GUR = Reserva Biológica do Gurupi; BAL = Balsas; SBE = São Bernardo)	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC	Critério de informação de Akaike
Aw	Clima Tropical, com inverno seco
BAL	Balsas
BAR	Barreirinhas
DAES	Distribuição de Abundancia de Espécies
FRU	Frugívoro
GUR	Reserva Biológica do Gurupi
ha	Hectare
i.e	isto é
INH	Área de Proteção Ambiental do Inhamum
INS	Insetívoro
NEC	Nectarívoros
ONI	Onívoros
PEB	Parque Estadual do Bacanga
p.ex	por exemplo
SBE	São Bernardo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Área de estudo.....	14
2.2 Captura dos morcegos e coleta dos dados.....	14
2.3 Análise dos dados	16
3 RESULTADOS	17
4 DISCUSSÃO	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Morcegos são os únicos mamíferos voadores e devido essa característica, habitam quase todas as regiões da Terra, exceto os polos (SIMMONS, 2005). No Brasil, recebem o nome guandira, andirá ou guandiruçu na linguagem indígena tupi (REIS et al., 2007). São pertencentes à ordem Chiroptera, a segunda maior entre os mamíferos, com aproximadamente 1.386 descritas (BURGIN et al., 2018). Até o momento, 178 espécies têm as ocorrências registradas no Brasil, classificadas em 68 gêneros e 9 famílias, sendo que 10 espécies são endêmicas (NOGUEIRA et al., 2014).

Tradicionalmente, Chiroptera é subdividida em duas subordens Megachiroptera e Microchiroptera, baseado principalmente no tamanho e capacidade de ecolocalização (DOBSON, 1875; GUNNELL; SIMMONS, 2005). Os megaquirópteros, também conhecidos como raposas voadoras, são morcegos geralmente grandes, com algumas espécies pesando até 1,5 kg e com envergadura de 1,7 m, com boa capacidade visual. Correspondem aos morcegos frugívoros do Velho Mundo e pertencem à família Pteropodidae, ocorrendo na África, Ásia e Oceania (ALMEIDA; GIANNINI; SIMMONS, 2016). Os microquirópteros são os morcegos menores, sendo que a maior espécie *Vampyrum spectrum* pesa em torno de 200 g e até 1 m de envergadura (NAVARRO; WILSON, 1982). Apresentam uma grande variação na morfologia craniana, relacionada à alimentação, que vai desde a insetivoria, frugivoria e predação de outros vertebrados, assim como espécies nectarívoras e hematófagas (DUMONT, 2006). Ocorrem em todos os continentes.

Estudos recentes, baseados em comparações de sequências genômicas, demonstraram que esta divisão em Megachiroptera e Microchiroptera não corresponde a um grupo natural. Assim, Chiroptera é atualmente subdividida em duas subordens: Ynpetrochiroptera e Yangochiroptera (TEELING et al., 2005; TSAGKOGEOGA et al., 2013). Ynpetrochiroptera agrupa a família Pteropodidae e outras cinco famílias antes incluídas em Microchiroptera, a saber Rhinopomatidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Craseonycteridae e Megadermatidae, ao passo que Yangochiroptera agrupa as famílias Emballonuridae, Furipteridae, Miniopteridae, Molossidae, Mormoopidae, Mystacinidae, Myzopodidae, Natalidae, Noctilionidae, Nycteridae, Phyllostomidae, Thyropteridae, Cistugidae e Vespertilionidae. No Brasil, ocorrem as famílias Phyllostomidae, Molossidae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Mormoopidae, Thyropteridae, Natalidae, Noctilionidae e Furipteridae (REIS et al., 2007).

Os morcegos são importantes para o ecossistema por serem capazes de dispersar sementes a grandes extensões de áreas, controle de pragas, polinização, bioindicadores de

alterações do habitat onde vivem (BERNARD et al., 2012; TORRES, 2016). Muitas espécies são consideradas sinantrópicas, i.e., são favorecidas pela alteração dos ambientes naturais pela ação humana, seja transitando pelo ambiente urbanos em busca de recursos ou utilizando as edificações como locais de poleiros alimentares ou abrigo (CEVS, 2012). Os abrigos de morcegos são geralmente locais onde há uma disponibilidade de recursos na proximidade não necessitando de voos longos de forrageio.

O Brasil apresenta uma elevada riqueza de espécies, tanto fauna como na flora, resultado de uma grande heterogeneidade de ambientes naturais, consistindo em um país megadiverso (BERNARD; AGUIAR; MACHADO, 2011). Os primeiros estudos sobre a fauna de morcegos brasileira datam do século 19, quando Goeldi (1893) publicou uma lista de mamíferos com 40 espécies de morcegos. Na década de 50, o número de espécies aumentou para 105 (VIEIRA, 1955). Na década de 90, a riqueza conhecida de morcegos no Brasil era em torno de 144 espécies (TADDEI, 1996), aumentando para 167 espécies na primeira década de 2000 (TAVARES; GREGORIN; PERACCHI, 2008). Em 2012, a lista de morcegos continha 174 espécies (PAGLIA et al., 2012) e atualmente encontram-se 178 espécies registradas (NOGUEIRA et al., 2014).

Apesar do crescente interesse no conhecimento da quiropterofauna brasileira, no Maranhão, o primeiro estudo sistemático de inventário deste grupo foi realizado somente em 2004 por Cruz e colaboradores (CRUZ; MARTÍNEZ; FERNANDES, 2007). Os autores registraram a ocorrência de 24 espécies em uma área de preservação ambiental no município de São Luís. Após este estudo, informações sobre a ocorrência de espécies de morcegos no estado foram obtidas por Oliveira e colaboradores (OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011) no município de Balsas e na Reserva Biológica do Gurupi, localizada entre os municípios de Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim e São João do Caru, que catalogaram 26 e 46 espécies, respectivamente. Santos e colaboradores notaram 27 espécies no município de Barreirinhas (SANTOS et al., 2013) e Olímpio e colaboradores mostraram 31 espécies na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, município de Caxias (OLÍMPIO et al., 2016).

Observa-se que há poucos trabalhos de inventário da riqueza de espécies de morcegos no estado e, dada a importância deste grupo para a composição e manutenção da diversidade dos sistemas naturais na região Neotropical, são necessários mais estudos que visem inventariar a riqueza e composição das quiropterofaunas no Maranhão. Resultados destes estudos são importantes para elaboração de planos de conservação, manejos e recuperação de ecossistemas. Portanto, este estudo de trabalho de conclusão de curso consistiu em obter informações sobre os conjuntos de espécies de quirópteros da cidade de São Bernardo, Maranhão, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

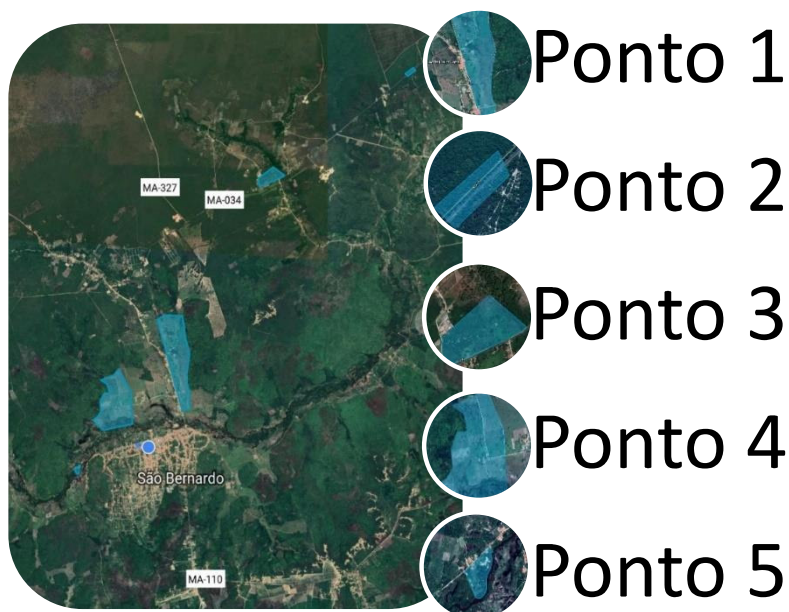
2.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de São Bernardo ($03^{\circ} 21' 41''$ S; $42^{\circ} 25' 04''$ W), altitude de 43 m, constituindo uma área total de 1006,91 km², no estado do Maranhão (IBGE, 2018). O clima é tropical savânico Aw, com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação Köppen-Geiger. A temperatura média anual é de 27,3 °C e a média anual de pluviosidade é 1.446 mm. O tipo de vegetação predominante é do tipo savana arborizada, contendo formações de savana parque, vegetação secundária (p.ex. matas de cocais) e áreas agrícolas (IBGE, 2012).

2.2 Captura dos morcegos e coleta dos dados

As coletas foram realizadas em cinco locais da cidade de São Bernardo: a Fazenda Dilino (ponto 1), Bueiro (Ponto 2), Fazenda Sensala (Ponto 3), Fazenda Bernardo Jairo (Ponto 4) e Sítio Venescau (Ponto 5) (Figura 1).

Figura 1 - Pontos de captura dos morcegos no município de São Bernardo – MA



Fonte: O autor (2019)

O Ponto 1 (Fazenda Dilino – 3°20'34" S; 42°25'13,9" W) é localizado próximo a saída do perímetro urbano de São Bernardo. Com área de 110,74 ha, apresenta uma vegetação de savana arborizada, vegetação secundária (p.ex. carnaubais, cajueiros e mangueiras) e veredas (i.e., área brejada com buritis). Há também campos abertos indicando ação antrópica para pastagem de gados no entorno da fazenda. O Ponto 2 (Bueiro – 3°16'22,9" S; 42°21'35,6" W) é localizado na rodovia MA-034, que liga São Bernardo a Parnaíba, a uma distância de 5 km de um afluente do Rio Buriti. Há um duto de escoamento de água abaixo da pista, que serve de abrigo aos morcegos. A vegetação do entorno é de savana arborizada. O Ponto 3 (Fazenda Senzala Paraiso – 3°18'05,4" S; 42°23'49,2 W) é localizado ao lado da rodovia MA-034, com área de 16,04 ha. Neste ponto, passa um afluente do Rio Buriti por dentro da fazenda, que mantém um Buritizal e mata ciliar. Há campos abertos, plantações de cana-de-açúcar, mandioca e milho, sendo que no meio do terreno encontra-se uma casa abandonada servindo de abrigo aos morcegos. Também há savana arborizada com árvores com cerca de 5 a 8 metros de altura. O Ponto 4 (Fazenda Bernardo Jairo – 3°21'18,9" S; 42°25'59,5" W) é localizado no bairro Abreu, com área de 96,99 ha. Apresenta uma vegetação original de savana arborizada, uma mata ciliar no entorno próximo a um braço do rio Buriti e campos abertos de pastagem e lavoura. No meio da fazenda está localizada uma casa histórica abandonada, que tem potencial para abrigar morcegos. O Ponto 5 (Sitio Venescau – 3°22'08,0" S; 42°26'32,4" W) é localizado no bairro Faveira, com área de 1,8 ha. A vegetação é composta principalmente de mata ciliar, pois é ao lado do Rio Buriti. É uma área muito antropizada e serve de balneário.

As capturas de morcegos ocorreram entre o período 25 de janeiro de 2018 à 2 de agosto de 2019, sendo realizadas 22 campanhas de capturas, sempre em noites de lua nova ou minguante. Duas a quatro redes neblina 12 m x 2,5 m (malha 36 mm), armadas ao nível do solo, foram utilizadas para a captura dos morcegos. As redes eram abertas após o crepúsculo e as seções de captura duraram em média 4 horas a cada noite (esforço amostral aproximado de 7.920 m² h (sensu STRAUBE; BIANCONI, 2002).

As redes eram vistoriadas em intervalos de 15 a 20 minutos. Os morcegos capturados eram colocados em sacos de tecidos individuais de transporte, sendo tomadas as medidas do peso corporal (g) por meio de um dinamômetro (1g), comprimento do corpo e do antebraço por meio de um paquímetro (0,1 mm). Foram registrados o sexo, estado reprodutivo e idade dos indivíduos. Os morcegos foram marcados com anilhas de alumínio, numeradas e identificadas com a sigla UFMA-SB, que corresponde a instituição e cidade na qual a pesquisa foi realizada.

Após este procedimento, os morcegos foram soltos no mesmo local de captura. Alguns espécimes de morcegos foram coletados e eutanasiados com a injeção intraperitoneal de

quetamina (CONCEA, 2015) e serão depositados na Coleção de Tecido e DNA da Fauna Maranhense — Universidade Estadual do Maranhão.

2.3 Análise dos dados

A adequação do esforço amostral de captura foi verificada por meio da curva de acumulação de espécies (ou curva do coletor) e de uma curva de rarefação com 1.000 permutações. É uma análise gráfica da relação do número de espécies registradas (i.e., riqueza observada) com o esforço amostral, sendo que se a curva apresenta uma assíntota, significa que o esforço foi adequado (GOTELLI; COLWELL, 2011). A riqueza observada, foi comparada com estimativas de riquezas obtidas de três índices, a saber Jackknife de primeira ordem (Jackknife1), Jackknife de segunda ordem (Jackknife2) e Chao1. Os índices Jackknife1 e Jackknife2 estimam a riqueza com base na soma da riqueza observada, um parâmetro relacionado ao número de espécies raras e do número e amostras (ver GOTELLI; COLWELL, 2011 para mais detalhes). O índice Chao1 é igual a riqueza observada somada ao quadrado do número de espécies representadas por apenas um indivíduo nas amostras. Estes índices foram obtidos por 1.000 simulações de reamostragem.

Para investigar a influência de algum processo organizador na comunidade de morcegos, foram ajustados 5 modelos de Distribuição às Abundâncias das Espécies (DAES), a saber *broken-stick* ou nulo, *niche-preemption*, *log-normal*, *Zipf* e *Zipf-Mandelbrot*.

O modelo *broken-stick* descreve a divisão de um recurso ambiental de forma aleatória e semelhante entre as espécies, assim é um modelo nulo, onde não há mecanismos estruturantes atuando na organização dos conjuntos de espécies. O modelo *niche-preemption* descreve processos de competição, em que cada espécie se apropria mais de uma parte do recurso ambiental, resultando em conjuntos de espécies menos uniformes. O modelo *log-normal* descreve um conjunto com muitas espécies em classes de abundância intermediárias e poucas espécies raras e comuns. Os modelos *Zipf* e *Zipf-Mandelbrot* descrevem processos de sucessão, onde espécies colonizadoras tardias utilizam recursos ambientais específicos e por isso são mais raras que as espécies colonizadoras iniciais, as quais são generalistas (MCGILL, 2011).

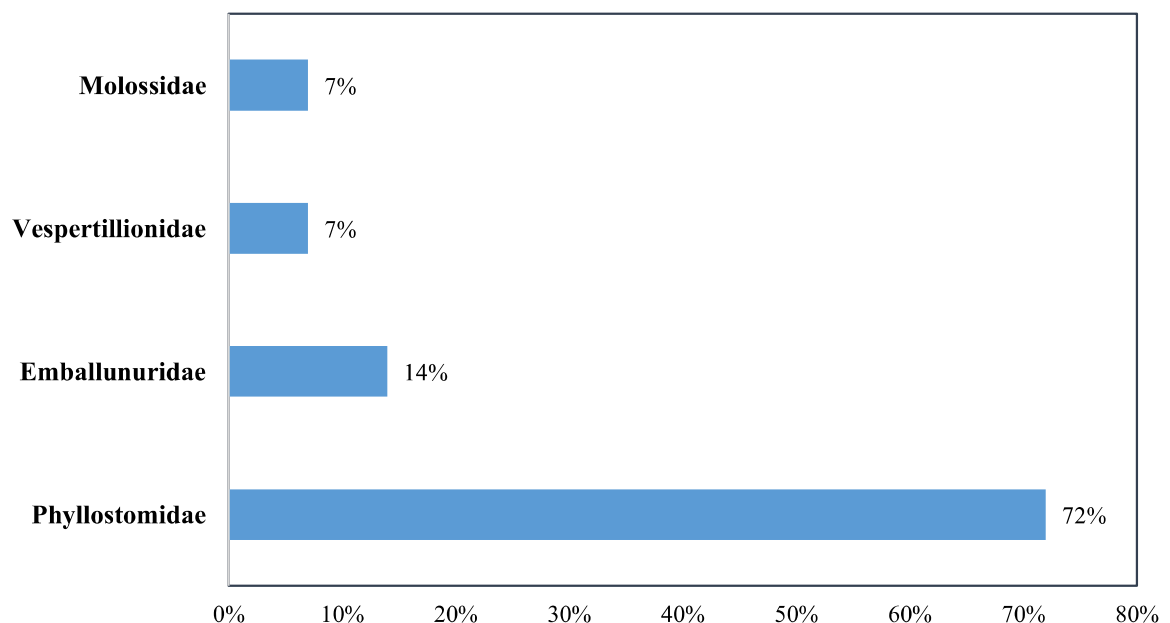
O critério de escolha do modelo com melhor ajuste foi baseado no valor de AIC (Critério de Informação de Akaike). Por fim, os dados de ocorrência das espécies, i.e., a composição de espécies do município de São Bernardo, foram comparados às composições de espécies das 5 localidades já registradas no estado, a saber Parque Estadual do Bacanga, em São Luís (CRUZ; MARTÍNEZ; FERNANDES, 2007), área de cerrado (savana) no município de Balsas (OLIVEIRA et al., 2007), Reserva Biológica do Gurupi (OLIVEIRA et al., 2011),

área de cerrado (savana) no município de Barreirinhas (SANTOS et al., 2013) e da Área de Proteção Ambiental do Inhamum em Caxias (OLÍMPIO et al., 2016). Para isso, a dissimilaridade entre as áreas foi calculada por meio do complemento do índice de Jaccard (J'), i.e. $1 - J'$ (KREBS, 1999).

3 RESULTADOS

Com o esforço amostral despendido foram capturados 384 morcegos, identificados em 14 espécies, pertencentes a 4 famílias na Tabela 1. A família com maior riqueza foi Phyllostomidae, com 10 espécies na Figura 2. As sete subfamílias encontradas foram Carrollinae, Glossophaginae, Molossinae, Myotinae, Emballonurinae, Phyllostominae e Stenodermatinae.

Figura 2 - Distribuição dos morcegos por família



Fonte: O autor (2019)

Glossophaga soricina foi a espécie mais abundante representando 26,82% do total amostrado, a segunda espécie com maior abundância foi *Carollia perspicillata* com 19,01%, seguida por *Artibeus planirostris* com 16,66%, como mostra a Tabela 1. As espécies que apresentaram 5 indivíduos ou menos, foram consideradas raras, foram elas *Molossus* sp., *Myotis nigricans*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx leptura* e *Tonatia saurophila*.

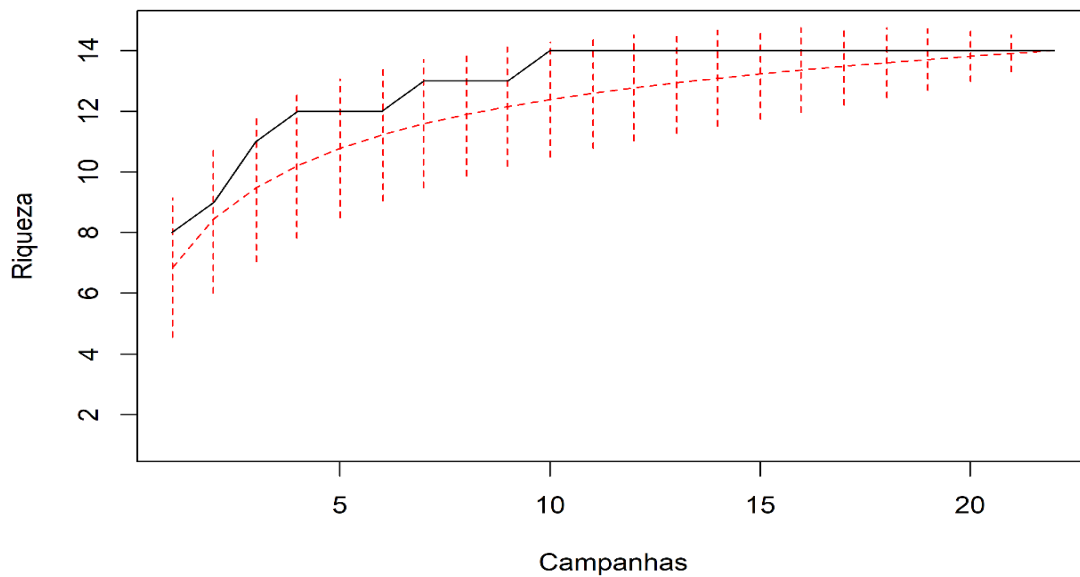
Tabela 1- Número de espécies registradas no município de São Bernardo, classificadas de acordo com sua guilda trófica

Espécies	Família	N	Guilda	%
<i>Artibeus lituratus</i>	Phyllostomidae	9	FRU	2,34
<i>Artibeus planirostris</i>	Phyllostomidae	64	FRU	16,66
<i>Carollia perspicillata</i>	Phyllostomidae	73	FRU	19,01
<i>Dermanura cinerea</i>	Phyllostomidae	38	FRU	9,89
<i>Glossophaga soricina</i>	Phyllostomidae	103	NEC	26,82
<i>Molossus</i> sp.	Molossidae	1	INS	0,26
<i>Myotis nigricans</i>	Vespertilionidae	3	INS	0,78
<i>Phyllostomus discolor</i>	Phyllostomidae	8	ONI	2,08
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Phyllostomidae	19	ONI	4,94
<i>Platyrrhinus cf. lineatus</i>	Phyllostomidae	51	FRU	13,28
<i>Rhynchonycteris naso</i>	Emballonoridae	5	INS	1,30
<i>Saccopteryx leptura</i>	Emballonoridae	1	INS	0,26
<i>Sturnira lilium</i>	Phyllostomidae	8	FRU	2,08
<i>Tonatia saurophila</i>	Phyllostomidae	1	INS	0,26
Total		384		100

Fonte: O autor (2019)

A curva acumulativa de espécies atingiu estabilidade com esforço total de capturas em 22 campanhas, observando a curva de riqueza na Figura 3, há uma estabilização já na quinta noite, notou-se um aparecimento de mais duas espécies ocasionais à medida que se aumentou o esforço de capturas, contudo o aumento do esforço de coleta não implicou no aumento do número de espécies amostradas significando assim que aproximadamente toda a riqueza da área foi verificada. A formação de uma assíntota pode ser notada a partir 10 noites de campanha.

Figura 3 - Riqueza acumulada de espécies (linha preta) ao longo do estudo comparada à curva de rarefação (linha tracejada vermelha; as barras correspondem ao erro padrão obtido a partir de 1.000 permutações)



Fonte: O autor (2019)

As riquezas estimadas pelos índices utilizados foram próximas da riqueza observada, sendo que a estimativa obtida pelo Chao1 foi a mais próxima conforme a Tabela 2. Todavia, todos os índices indicam a necessidade do aumento de esforço amostral.

Tabela 2 - Estimativas da riqueza de espécies de morcegos

Índice	Valor (S.E)
Chao1	14,95 ($\pm 1,8$)
Jackknife1	15,9 ($\pm 1,35$)
Jackknife2	16
<i>Bootstrap</i>	15,01 ($\pm 0,84$)

Fonte: O autor (2019)

Em relação à distribuição das abundâncias, o modelo com melhor ajuste aos dados foi o modelo Nulo na Tabela 3, e Figura 4. Isto indica que não há um mecanismo de estrutura atuando sobre a fauna de morcegos em São Bernardo. A distribuição da abundância das espécies de filostomídeos retratados como pontos na figura 2 mostra-se bastante próxima com relação à

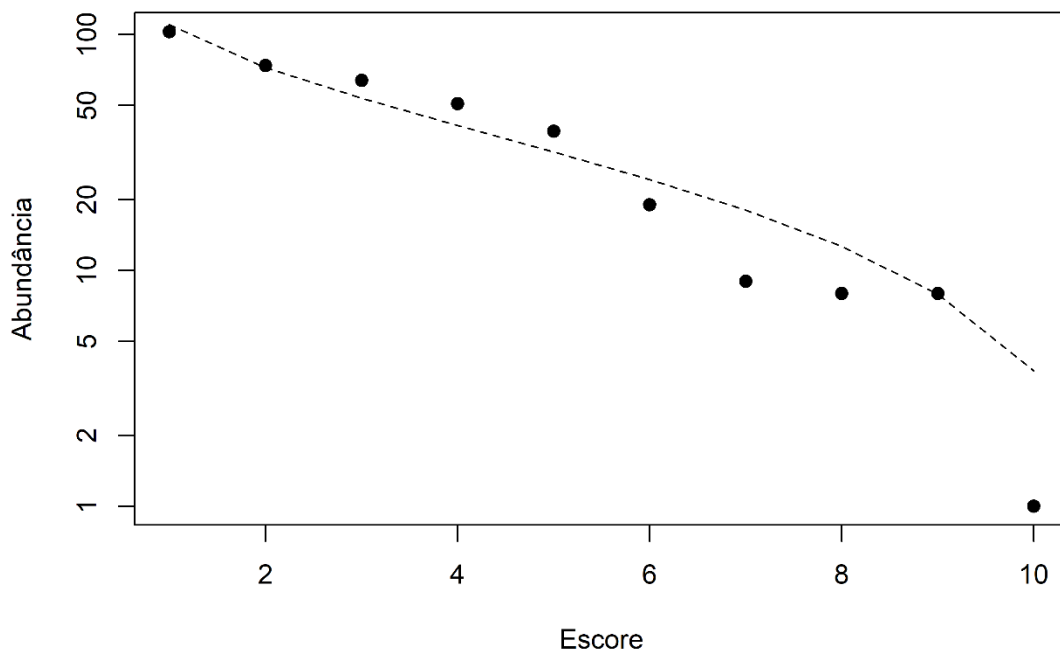
linha tracejada que representa o modelo de DAES mais adequado (Modelo Nulo), ao modo que este apresenta o menor valor de AIC.

Tabela 3 - Modelos de distribuição de abundância (DAES) ajustados à fauna de morcegos em São Bernardo.

Modelo	Deviance	AIC
Nulo	17,64	66,26
<i>Preemption</i>	16,63	67,25
<i>Lognormal</i>	28,2	80,82
<i>Zipf</i>	64,23	116,85
<i>Mandelbrot</i>	16,26	70,87

Fonte: O autor (2019).

Figura 4 - Distribuição da abundância das espécies de morcegos (círculos pretos) e o modelo de distribuição de melhor ajuste (Modelo Nulo; linha tracejada)



Fonte: O autor (2019)

De acordo com a dissimilaridade de Jaccard, foram encontradas diferenças entre as composições de espécies de morcegos de São Bernardo bem relevantes às cinco localidades comparadas, sendo que Barreirinhas (BAR) e Reserva Biológica do Gurupi (GUR) mostraram-se mais distantes da composição de espécies de São Bernardo, cerca 0,72 cada. Na comparação

entre Parque Estadual do Bacanga (PEB) em São Luís, obteve-se 0,64, a diferença de composição é a menor encontrada, em seguida a de Balsas (BAL).

Tabela 4 - Dissimilaridades ($1 - J'$) da composição de espécies de morcegos de cinco localidades do Maranhão (INH = APA Inhamum, Caxias; PEB = Parque Estadual do Bacanga, São Luís; BAR = Barreirinhas; GUR = Reserva Biológica do Gurupi; BAL = Balsas; SBE = São Bernardo)

	INH	PEB	BAR	GUR	BAL
PEB	0,66	—	—	—	—
BAR	0,68	0,66	—	—	—
GUR	0,62	0,65	0,7	—	—
BAL	0,64	0,65	0,67	0,56	—
SBE	0,71	0,64	0,72	0,72	0,67

Fonte: O autor (2019)

4 DISCUSSÃO

A fauna de morcegos encontradas neste trabalho foi consideravelmente satisfatória para um primeiro levantamento de espécies na cidade de São Bernardo, com o registro de 14 espécies. Houve uma predominância de espécies pertencentes à família Phyllostomidae (72 %), semelhante aos outros trabalhos realizados no Maranhão (75% em CRUZ; MARTÍNEZ; FERNANDES, 2007; 85,2% em SANTOS et al., 2013; 74,2% em OLÍMPIO et al., 2016). Isso deve ocorrer pelo fato da família Phyllostomidae ser a mais diversa e de distribuição mais ampla na região Neotropical e/ou por influência do método de captura por rede neblina. As famílias Molossidae e Vespertilionidae, por exemplo, são compostas de espécies insetívoras e que possuem sistemas de ecolocalização mais sensíveis, provavelmente capazes de detectar as redes e desviar-se delas.

Em relação às subfamílias, a predominância de Carrollinae, Glossophaginae e Stenodermatinae é esperada em fitofisionomias de savana arborizada (AGUIRRE, 2002; CUNHA, FISHER, SANTOS, 2011; MUYLAERT et al., 2014), visto que estas paisagens geralmente apresentam ambientes de sub-bosque composto pelas espécies de plantas preferencialmente consumidas por estes morcegos (RAGUSA-NETTO, SANTOS, 2015). Por

outro lado, a baixa frequência de espécies de stenodermatíneos de maior tamanho, p.ex. *Artibeus lituratus*, ou de filostomíneos, p.ex. *Phyllostomus discolor*, assim como de outras espécies de glossofagíneos, p.ex. *Loncophylla* sp., pode ser resultado da alteração da paisagem original devido as atividades agropecuárias, caracterizando uma paisagem extensamente antropizada.

Isto fica mais evidente ao compararmos a riqueza de morcegos observada em São Bernardo, i.e. 14 espécies, com as riquezas registradas nas outras cinco áreas estudadas no Maranhão. Cruz e colaboradores (2007) registraram 24 espécies no PEB, São Luís, Oliveira e colaboradores (2007) encontraram 26 espécies em uma área de savana, Balsas, Oliveira e colaboradores (2011) identificaram 46 espécies na REBIO – Gurupi. Santos e colaboradores notaram 27 espécies em uma área de savana, Barreirinhas, e Olímpio e colaboradores registraram 31 espécies na APA – Inhamum, uma área de mata ciliar de savana, Caxias. Observa-se que a riqueza de morcegos em São Bernardo é bem menor que às demais áreas, mesmo quando consideramos somente as paisagens de mesmo domínio fitofisionômico, i.e., savana arbustiva (OLIVEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2013; OLÍMPIO et al., 2016), ou antropizadas (CRUZ, MARTÍNEZ, FERNANDES, 2007).

Também foi observada uma distribuição diferenciada de algumas espécies no município, com espécies ocorrendo somente em um determinado ponto de captura. *Saccopteryx leptura* foi capturada somente no Ponto 1, *Tonatia saurophila* foi capturada somente no ponto 3 e *Rhynchonycteris naso* foi capturada somente no ponto 5. Estudos têm apontado a formação de conjuntos de espécies (i.e. metacomunidades) de morcegos relacionados às características locais da paisagem. Por exemplo, Bernard e colaboradores (2001), documentaram conjuntos distintos nos fragmentos de floresta de Santarém, quando comparados ao das espécies encontradas na floresta contínua. Cruz e colaboradores (2007) observaram dois conjuntos distintos no PEB, um relacionado às áreas de vegetação mangue e o outro relacionado às áreas de mata. Assim, é provável a existência de conjuntos ou subconjuntos de morcegos no município de São Bernardo, dada a relação das composições das faunas de morcegos com a estrutura da paisagem por meio de relações específicas das espécies com os recursos que utilizam (p. ex. alimentos, abrigos, entre outros) (JABERG, GUIBAN, 2001; GORRESEN; WILLIG; STRAUSS, 2005). Todavia, a alteração antrópica da paisagem natural poderá levar à perda destes conjuntos, ocasionando extinções locais das populações de morcegos.

Uma evidência que isto possa estar acontecendo em São Bernardo é vista na distribuição das abundâncias das espécies. O modelo com melhor ajuste foi o Nulo, o que indica a inexistência de um mecanismo estruturante da fauna de morcegos na região. Em paisagens

com pouca alteração humana, a distribuição das abundâncias de morcegos geralmente é descrita por modelos de *niche-preemption* ou *log-normal*, sendo que ambos descrevem comunidades grandes, estáveis e em equilíbrio (HUGHES, 1986; AGUIRRE, 2002; REX et al., 2008), o que aparentemente não é o caso das comunidades em São Bernardo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou obter informações sobre os conjuntos de espécies de quirópteros da cidade de São Bernardo, Maranhão, Brasil, além de permitir observar a existência de metacomunidades as quais correm risco de extinção locais por conta das alterações antrópicas como mostra o modelo de melhor ajuste o Nulo para a distribuição de morcegos, isso mostra a importância da realização desta pesquisa, para que, sejam elaborados planos de conservação, manejo e recuperação dos ecossistemas. Como há poucos trabalhos nesta área de estudo, se faz necessário mais pesquisas para obtenção de dados sobre a composição de quirópteros da região do leste maranhense (Baixo Parnaíba).

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, L. F. Structure of a neotropical savanna bat community. **Journal of Mammalogy**, Oxford, v. 83, n. 3, p. 775-784, 2002.
- ALMEIDA, F. C.; GIANNINI, N. P.; SIMMONS, N. B. The evolutionary history of the African Fruit Bats (Chiroptera: Pteropodidae). **Acta Chiropterologica**, Polish, v. 18, n. 1, p. 73-90, 2016.
- BERNARD, E *et al.* Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. *In*: FREITAS, T. R. O.; VIERA, E. M. (Eds) **Mamíferos do Brasil: genética, sistemática, ecologia e conservação**. Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Rio de Janeiro, p. 19-35. 2012.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mammal Review**, Bristol, v. 41, n. 1, p. 23-39, 2011.
- BERNARD, E.; ALBERNAZ, A. L. K. M.; MAGNUSSON, W. E. Bat species composition in three localities in the Amazon basin. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 36, p. 177-184, 2001.
- BURGIN, C. J. *et al.* How many species of mammals are there? **Journal of Mammalogy**, Oxford, v. 99, ed. 1, p. 1-14, 2018.
- CEVS – Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul. **Guia de manejo e controle de morcegos: técnicas de identificação, captura e coleta**. Porto Alegre, p. 132. 2012.
- CONCEA - Conselho Nacional de Controle de experimentação Animal. Ministério da ciência, tecnologia, inovações e comunicações. Normativa nº 32/2016, de 26 de setembro de 2016. Parecer técnico nº 06370/2006/RJ. Brasília: **Normativas do CONCEA**, 26 set. 2016. Disponível em: <http://www.invitare.com.br/arq/ceua/Arquivo-3-normativas-concea-2016.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2019.
- CRUZ, L.D., MARTINEZ, C., FERNANDES, F.R. Comunidades de morcegos em habitats de uma Mata Amazônica remanescente na Ilha de São Luís, Maranhão. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 613-619, 2007.
- CUNHA, N. L.; FISCHER, E.; SANTOS, C. F. Bat assemblage in savanna remnants of Sonora, central-western Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 197-201, 2011.
- DOBSON, G. E. Conspectus of the suborders, families, and genera of Chiroptera arranged according to their natural affinities. **Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 16, n. 4, p. 345-357, 1875.
- DUMONT, E. R. The correlated evolution of cranial morphology and feeding behavior in New World Fruit Bats. *In*: ZUBAID, A.; MCCRACKEN, G. F.; KUNZ, T. H. **Functional and Evolutionary Ecology of Bats**. New York: Oxford University Press, cap. 9, p. 160-177, 2006.

- GOELDI, E. A. **Os mamíferos do Brasil**. Rio de Janeiro: Livraria Clássica de Alves & Co, p. 182, 1893.
- GORRESEN, P. M.; WILLIG, M. R.; STRAUSS, R. E. Multivariate analysis of scale-dependent associations between bats and landscape structure. **Ecological Applications**, v. 15, n. 6, p. 2126-2136, 2005.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Estimating species richness. *In*: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological Diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford: Oxford university Press, p. 39-54, 2011.
- GUNNELL, G. F.; SIMMONS, N. Fossil evidence and the origin of bats. **Journal of Mammalian Evolution**, Switzerland, v. 12, n. 1/2, p. 209-246, 2005.
- HUGHES, R. G. Theories and Models of Species Abundance. **The American Naturalist**, Chicago, v. 128, n. 6, p. 879-899, 1986.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2ª ed., Rio de Janeiro, p. 271, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. São Bernardo, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-bernardo/panorama>. Acesso em 10 nov. 2019.
- JABERG, C.; GUIBAN, A. Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 38, n. 6, p. 1169-1181, 2001.
- KREBS, C. L. **Ecological Methodology**. 2. ed., Benjamin Cummings, p. 624, 1999.
- MCGILL, B. J. Species abundances distributions. *In*: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological Diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford: Oxford university Press, p. 105-122. 2011.
- MUYLAERT, R. L. *et al.* Bats (Mammalia: Chiroptera) in a cerrado landscape in São Carlos, southeastern Brazil. **Check List**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 287-291, 2014.
- NAVARRO, D. L.; WILSON, D. E. *Vampyrum spectrum*. **Mammalian Species**, Oxford, n. 184, p. 1-4, 1982.
- NOGUEIRA, M. R. *et al.* Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 808-8021, 2014.
- OLIMPIO, A. P. M. *et al.* Bat fauna of the Cerrado savanna of eastern Maranhão, Brazil, with new species occurrences. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 16, n. 3, 2016.
- OLIVEIRA, T. G. *et al.* Mamíferos do Cerrado norte do Brasil / Mammals of the northern Cerrados of Brazil. *In*: BARRETO, L. (Org.). **Cerrado norte do Brasil**. Pelotas, RS: USEB Editora, p. 261-285. 2007.

OLIVEIRA, T. G. *et al.* Mamíferos da Amazônia maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. **Amazônia Maranhense: diversidade e conservação**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 252-266. 2011.

PAGLIA, A. P. *et al.* Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 6, p. 1–76, 2012.

RAGUSA-NETTO, J.; SANTOS, A. A. Seed rain generated by bats under Cerrado's pasture remnant trees in a Neotropical savanna. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 75, n. 4, p. S25-S34, 2015.

REIS, N.R., *et al.* Sobre os morcegos brasileiros. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Eds) **Morcegos do Brasil**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, p. 17-24, 2007.

REX, K. *et al.* Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 94, p. 617-629, 2008.

SANTOS, C. L. C. *et al.* Parasitism of ectoparasitic flies on bats in the northern Brazilian cerrado. **Acta Parasitologica**, v. 58, n. 2, p. 207-214, 2013.

SIMMONS, N.B. Order Chiroptera. In: WILSON, D. E., REEDER, D. M (Eds). **Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3th ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. p. 312-529. 2005.

STRAUBE, F. C., BIANCONI G. V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, v. 8, n.1-2, p. 150-152, 2002.

TADDEI, V. A. Sistemática de Quirópteros. **Boletim do Instituto Pasteur**, São Paulo, v 1, n 2, p. 3–15, 1996.

TAVARES, V.C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. Sistemática: a diversidade de morcegos no Brasil. In: PACHECO, S. M.; MARQUES, R. V.; ESBÉRARD, C. E. L. (Eds.) **Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação**. Porto Alegre, Armazém Digital. p. 25–58, 2008.

TEELING, E. C. *et al.* A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. **Science**, Washington DC, v. 307, n. 5709, p. 580-584, 2005.

TORRES, J. M. **Biomonitoramento de uma grande congregação de morcegos no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

TSAGKOGEOGA, G. *et al.* **Phylogenomic analyses elucidate the evolutionary relationships of bats**. *Current Biology*, 23(22), 2262-2267. 2013.

VIEIRA, C.O.C. Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. **Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 8 p. 341–474, 1955.