



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

**DIETA DE MORCEGOS INSETÍVOROS URBANOS SOB UMA
ABORDAGEM DNA METABARCODING**

IGOR DANIEL BUENO ROCHA

BRASÍLIA, DF

2019

**DIETA DE MORCEGOS INSETÍVOROS URBANOS SOB UMA
ABORDAGEM DNA METABARCODING**

IGOR DANIEL BUENO ROCHA

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

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

IGOR DANIEL BUENO ROCHA

DIETA DE MORCEGOS INSETÍVOROS URBANOS SOB UMA
ABORDAGEM DNA METABARCODING

BANCA EXAMINADORA

Ludmilla Moura de Souza Aguiar
(Presidente)

Guilherme Corrêa de Oliveira
(1º Titular)

Pedro Henrique Brum Togni
(2ª Titular)

Marina Regina Frizzas
(Suplente)

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu

É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu [...]

É saber se sentir infinito

Num universo tão vasto e bonito

É saber sonhar.”

Ana Vilela

AGRADECIMENTOS

A minha eterna gratidão a todos que contribuíram para a conclusão de mais essa etapa da minha vida. Não foi fácil, mas foi de profundo aprendizado em todos os aspectos.

Agradeço a minha maravilhosa orientadora, Profa. Dra. Ludmilla M. S. Aguiar, pela orientação, compreensão, ensinamentos e paciência. Pelo voto de confiança e por ter acreditado que eu seria capaz de concluir esse trabalho. Sua entrega pelo trabalho que desempenha me inspira e tê-la como orientadora foi uma bat-honra.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado que pagou meus RU's e passagens de ônibus quando meu passe estudantil acabava e que, de quebra, ainda ajudou a completar a grana que faltava para o aluguel.

Ao PPG-Ecologia, à Universidade de Brasília que amo tanto e ao Departamento de Zoologia.

Aos meus colegas de trabalho do Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos, que me vejo na obrigação de agradecer nominalmente: Camila, Priscilla, Carla, Thiago, Daniel, Ugo, Lucas Damásio, Lucas Lauretto, Laís, Taís, Renato e Claysson. Podem ter a total certeza de que em algum momento dessa trajetória você contribuiu fortemente para que eu não desistisse. Agradeço pelas trocas de ideia, pelos momentos de descontração e pela valorosa ajuda em campo ou laboratório que me deram.

Ao Instituto Tecnológico Vale, em especial Eder, Santelmo e Guilherme que me receberam de braços abertos para a análise e sequenciamento das minhas amostras.

A Júlia Batalini, que durante o primeiro ano de mestrado foi a metade de mim, me dando força para continuar e doando seu tempo e esforço de todo o coração, obrigado.

A todos os colegas malucos que me acompanharam em campo e viraram noite comigo. É muito bom saber que posso contar com vocês. Foram noites inesquecíveis!

Aos donos de residência que se tornaram pontos de coleta que abriram suas casas com toda a confiança e bom grado para que a ciência acontecesse. Em especial a dona Maria, que além de tudo me alimentou e ao meu primo Lipe e meu tio Gilvan que me abrigaram em suas casas durante os campos.

Ao Ugo Diniz, novamente, pelo cálculo das métricas de redes e pelo sorriso terno que me transmite paz, serenidade e uma alegria maior do mundo.

Ao Maurício Silveira, por me ajudar com a parte estatística de maneira tão paciente.

Aos serviços de transporte da UnB, secretaria (em especial Lu e Renato) e a direção do Restaurante Universitário que agilizaram as burocracias da universidade, dentro de suas possibilidades.

A minha mãe, Sandra, e irmãos, Ingrid e Íkaro, que são o alicerce do meu ser, tudo isso não seria possível sem vocês.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | 1 |
| LISTA DE TABELAS..... | 4 |
| ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS..... | 5 |
| RESUMO | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| INTRODUÇÃO | 9 |
| | |
| RESUMO | 17 |
| INTRODUÇÃO | 18 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| <i>Área de estudo</i> | <i>21</i> |
| <i>Coleta de morcegos e fezes</i> | <i>22</i> |
| <i>Análise em Laboratório</i> | <i>24</i> |
| <i>Bioinformática</i> | <i>27</i> |
| <i>Análises de Redes de Interação</i> | <i>29</i> |
| <i>Análises Estatística</i> | <i>30</i> |
| RESULTADOS..... | 31 |
| DISCUSSÃO | 40 |
| REFERÊNCIAS | 46 |
| APÊNDICES..... | 65 |

1 **LISTA DE FIGURAS**

2 **Figura 1.** Mapa do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT) que
3 zoneia a região em área urbana (amarelo), área rural (cinza) e área de preservação
4 (verde). As estrelas marcam as colônias: 1- *Nyctinomops laticaudatus*; 2- *Cynomops*
5 *planirostris* e *Molossus molossus*; 3- *Eumops perotis*; 4- *Histiotus*
6 *diaphanopterus*..... **22**

7 **Figura 2.** Pontos de coleta com colônias de morcegos insetívoros em área urbana e suas
8 peculiaridades na forma de coleta. As setas apontam as entradas das colônias. **A** e **B**
9 mostram as colônias de *N. laticaudatus* e *M. molossus*, respectivamente, na dilatação
10 de prédios da quadra comercial da 405 Sul, Brasília. **C** mostra os prédios do
11 residencial Cidade Jardins, em Valparaíso, entorno do DF. Nesta colônia os
12 morcegos da espécie *E. perotis* vivem no sótão dos prédios, mostrado em **D** e são
13 capturados com um puçá (representado na imagem). Repare na quantidade de fezes
14 depositada no chão. **E** e **F** mostram a entrada da colônia de *N. laticaudatus* nas
15 dilatações do Restaurante Universitário (RU) da Universidade de Brasília. Nas
16 colônias do RU e na 405 Sul, os morcegos foram capturados com uma rede de neblina
17 presa a um aro (bambolê), a figura **G** mostra os morcegos presos a esta armadilha e
18 em **A** vemos a armadilha montada. Finalmente, **H** mostra o 1º andar de uma casa em
19 reforma onde a espécie *H. diaphanopterus* reside. Redes de neblina foram montadas
20 em torno de toda o andar, de forma a interceptar a saída e entrada dos morcegos,
21 como mostra a imagem. Imagens do autor, com exceção da figura **C**, pertencente a
22 Alberto Brandão. **23**

23 **Figura 3.** Esquema do passo-a-passo da análise por metabarcoding desde a coleta da amostra
24 ambiental até a comparação das sequências com o banco de dados de referência, os
25 comandos utilizados na bioinformática pertencem ao programa OBITools.
26 **25**

27 **Figura 4.** Comparação do BCI da saída (cinza escuro) e volta (cinza claro) dos indivíduos das
28 colônias em cada uma das estações (chuva e seca) nas populações de *N. laticaudatus*
29 (A) e *H. diaphanopterus* (B). BCI entre estações para *N. laticaudatus* ($b = 0.020287$;
30 $R^2 = 0.1689$; $P = 0.00811$) e *H. diaphanopterus* ($b = 0.037696$; $R^2 = 0.2396$; $P =$
31 0.00135). Não houve diferença significativa entre o BCI dos indivíduos de ambas as

| | | |
|----|--|-----------|
| 32 | espécies entre a saída e retorno à colônia (<i>N. laticaudatus</i> : $b = 0.008353$, $R^2 = 0.1689$, | |
| 33 | $P = 0.31966$; <i>H. diaphanopterus</i> : $b = 0.018721$, $R^2 = 0.2396$, $P = 0.10467$). | 32 |
| 34 | Figura 5. Comparação do peso dos indivíduos entre ida ou volta do forrageio. Não houve valor | |
| 35 | significativas entre as variáveis em nenhuma das espécies. <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | |
| 36 | (A) ($t = -1.4595$; $df = 9$; $P = 0.1784$) e <i>Histiotus diaphanopterus</i> (B) ($t = -2.9124$; df | |
| 37 | $= 10$; $P = 0.0155$). | 33 |
| 38 | Figura 6. Curvas de acumulação de presas ao nível de família presentes na dieta de | |
| 39 | morcegos..... | 33 |
| 40 | Figura 7. Abundância relativa das ordens de inseto presente na dieta das espécies de morcegos | |
| 41 | em área urbana. As abundâncias refletem o número de leituras de cada MOTU | |
| 42 | associada a ordem a cada 10000 leituras. Há variação significativa da composição da | |
| 43 | dieta entre as espécies de morcego ($R^2 = 0.21092$, $P = 0.001$), porém não entre | |
| 44 | estações ($R^2 = 0.03472$, $P = 0.101$). | 34 |
| 45 | Figura 8. Redes de interação entre morcegos insetívoros e suas presas em área urbana em | |
| 46 | período de chuva (A) e seca (B). Esferas pretas representam morcegos e esferas | |
| 47 | vermelhas representam famílias de insetos. A espessura da linha indica a força da | |
| 48 | interação morcego-inseto. As famílias de insetos comuns em períodos de seca e | |
| 49 | chuva: 7 -Carabidae, 13 -Crambidae, 14 -Culicidae, 16 -Delphacidae, 17 - | |
| 50 | Drosophilidae, 20 -Formicidae, 25 -Gyrinidae, 29 -Liturgusidae, 30 -Lycaenidae, 31 - | |
| 51 | Lygaeidae, 32 -Mantidae, 38 -Noctuidae, 40 -Nymphalidae, 42 -Papilionidae, 50 - | |
| 52 | Scarabaeidae, 54 -Syrphidae, 56 -Tephritidae, 59 -Vespidae. As famílias encontradas | |
| 53 | apenas no período de seca: 1 -Alydidae, 2 -Aphididae, 4 -Batrachedridae, 5 - | |
| 54 | Braconidae, 9 -Cercopidae, 10 -Chironomidae, 12 -Chrysopidae, 19 -Eucharitidae, 21 - | |
| 55 | Gelechiidae, 22 -Geometridae, 23 -Geotrupidae, 26 -Hesperiidae, 27 -Hymenopodidae, | |
| 56 | 28 -Limoniidae, 33 -Mantispidae, 35 -Miridae, 37 -Nabidae, 44 -Plutellidae, 45 - | |
| 57 | Pyralidae, 46 -Pyrrhocoridae, 47 -Rhaphidophoridae, 48 -Rhinotermitidae, 49 - | |
| 58 | Sarcophagidae, 51 -Sesiidae, 52 -Staphylinidae, 57 -Termitidae. As famílias | |
| 59 | encontradas apenas no período de chuva: 3 -Apidae, 6 -Calliphoridae, 8 - | |
| 60 | Cecidomyiidae, 11 -Chrysomelidae, 15 -Curculionidae, 18 -Dytiscidae, 24 - | |

61 Gracillariidae, **34**-Membracidae, **36**-Mycetophilidae, **39**-Nolidae, **41**-Oecophoridae,
62 **43**-Pentatomidae, **55**-Tenebrionidae, **58**-Tettigoniidae. **36**

63 **Figura 9.** Rede de interação bipartida relacionando morcegos insetívoros e suas presas em área
64 urbana em período de chuva. A espessura das barras cinzas corresponde à frequência
65 que cada família de inseto ocorre como item alimentar das espécies de morcego. **3**-
66 Apidae, **6**-Calliphoridae, **7**-Carabidae, **8**-Cecidomyiidae, **11**-Chrysomelidae, **13**-
67 Crambidae, **14**-Culicidae, **15**-Curculionidae, **16**-Delphacidae, **17**-Drosophilidae, **18**-
68 Dytiscidae, **20**-Formicidae, **24**-Gracillariidae, **25**-Gyrinidae, **29**-Liturgusidae, **30**-
69 Lycaenidae, **31**-Lygaeidae, **32**-Mantidae, **34**-Membracidae, **36**-Mycetophilidae, **38**-
70 Noctuidae, **39**-Nolidae, **40**-Nymphalidae, **41**-Oecophoridae, **42**-Papilionidae, **43**-
71 Pentatomidae, **50**-Scarabaeidae, **54**-Syrphidae, **55**-Tenebrionidae, **56**-Tephritidae,
72 **58**-Tettigoniidae, **59**-Vespidae..... **37**

73 **Figura 10.** Rede de interação bipartida relacionando morcegos insetívoros e suas presas em
74 área urbana em período de chuva. A espessura das barras cinzas corresponde à
75 frequência que cada família de inseto ocorre como item alimentar das espécies de
76 morcego. **1**-Alydidae, **2**-Aphididae, **4**-Batrachedridae, **5**-Braconidae, **7**-Carabidae, **9**-
77 Cercopidae, **10**-Chironomidae, **12**-Chrysopidae, **13**-Crambidae, **14**-Culicidae, **16**-
78 Delphacidae, **17**-Drosophilidae, **19**-Eucharitidae, **20**-Formicidae, **21**-Gelechiidae,
79 **22**-Geometridae, **23**-Geotrupidae, **25**-Gyrinidae, **26**-Hesperiidae, **27**-
80 Hymenopodidae, **28**-Limoniidae, **29**-Liturgusidae, **30**-Lycaenidae, **31**-Lygaeidae,
81 **32**-Mantidae, **33**-Mantispidae, **35**-Miridae, **37**-Nabidae, **38**-Noctuidae, **40**-
82 Nymphalidae, **42**-Papilionidae, **44**-Plutellidae, **45**-Pyralidae, **46**-Pyrrhocoridae, **47**-
83 Rhabdophoridae, **48**-Rhinotermitidae, **49**-Sarcophagidae, **50**-Scarabaeidae, **51**-
84 Sesiidae, **52**-Staphylinidae, **54**-Syrphidae, **56**-Tephritidae, **57**-Termitidae, **59**-
85 Vespidae..... **38**
86

87 **LISTA DE TABELAS**

88 **Tabela 1.** Informações dos primers utilizados. Os símbolos usados no primer UEA6 designam
89 bases ambíguas nas sequências: R = A / G; W = A / T; N = A / C / G / T. As letras A
90 e B na primeira coluna representam *primers* que foram utilizados em par (*forward* e
91 *reverse*). Adaptado de Zhang & Hewitt (1997). **26**

92 **Tabela 2.** Quantidade de indivíduos amostrados por espécie nas estações de seca e chuva, na
93 saída e volta do forrageio. **31**

94 **Tabela 3.** Grau de especialização para cada espécie de morcego nas duas estações. **35**

95 **Tabela 4.** Métricas de rede da comunidade trófica. **S** = tamanho da rede; **C** = conectância; **H₂'**
96 = grau de especialização da comunidade; **M_q** = modularidade da rede..... **35**

97 **Tabela 5.** Relação de espécies-praga de insetos presente na dieta de morcegos insetívoros, suas
98 abundâncias relativas nas fezes e potenciais culturas afetadas. **Cp** = *C. planirostris*,
99 **Ep** = *E. perotis*, **Hd** = *H. diaphanopterus*, **Mm** = *M. molossus*, **Nl** = *N.*
100 *laticaudatus*..... **39**

101 **Tabela S1.** Relação de artrópodes presentes na dieta de *Cynomops Planirostris* (n=8). **65**

102 **Tabela S2.** Relação de artrópodes presentes na dieta de *Histiotus diaphnopterus* (n=12). **66**

103 **Tabela S3.** Relação de artrópodes presentes na dieta de *Nyctinomops laticaudatus* (n=17). .. **67**

104 **Tabela S4.** Relação de artrópodes presentes na dieta de *Molossus molossus* (n=6). **69**

105 **Tabela S5.** Relação de artrópodes presentes na dieta de *Eumops perotis* (n=6). **70**

106 **Tabela S6.** Importância específica das famílias de insetos como itens alimentares nas redes do
107 período de seca e chuva. **71**

108

109 **ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

110 **BCI** = Índice de Condição Corporal

111 **C** = Conectância

112 **COI** = Citocromo C Oxidase I

113 **DF** = Distrito Federal

114 **DNA** = Ácido Desoxirribonucleico

115 **dNTP** = Desoxirribonucleotídeos Fosfatados

116 **H₀** = Hipótese nula

117 **H₂'** = Grau de especialização da comunidade

118 **I_{ij}** = Importância específica

119 **ITV** = Instituto Tecnológico Vale

120 **LM** = Modelo linear

121 **MgCl₂** = Cloreto de magnésio

122 **M_q** = Molaridade da rede

123 **OTU** = Unidade Taxonômica Operacional

124 **pb** = pares de base

125 **PCR** = Reação em Cadeia da Polimerase

126 **PDOT** = Plano Diretor de Ordenamento Territorial

127 **RU** = Restaurante Universitário

128 **S** = tamanho da rede

129 **TBT** = reagente aditivo formado por Trehalose, soro bovino de albumina (**BSA**) e
130 polisorbato-20 (**Tween-20**).

131 **UnB** = Universidade de Brasília

132 **V** = volts

133 **μl** = microlitro

134 **°C** = graus Celsius

135 RESUMO

136 Diversos vertebrados são afetados negativamente pela fragmentação e perda de habitat
137 resultante da urbanização, contudo algumas espécies toleram e até se beneficiam em habitats
138 urbanos. Os morcegos são o grupo de mamíferos mais sinurbanos, sobretudo os insetívoros que
139 utilizam os espaços abertos consequentes da urbanização como habitat de forrageamento,
140 utilizando edificações como abrigos e se aproveitando da luz dos postes, que atraem insetos,
141 para forragear. Contudo, na região neotropical há uma lacuna no conhecimento da dieta de
142 morcegos insetívoros de área urbana. Por isso, este trabalho objetivou identificar a diversidade
143 de insetos presentes nas fezes de cinco espécies de morcegos insetívoros utilizando a técnica de
144 DNA *metabarcoding*. Avaliou também a diferença na diversidade e composição da dieta entre
145 períodos de seca e chuva e analisou a contribuição mínima do forrageio no peso dos indivíduos
146 por noite, refletindo na quantidade de dieta consumida. Foi realizada coleta individual das fezes
147 dos morcegos em campo e análises DNA *metabarcoding* em laboratório, a fim de comparar as
148 sequências obtidas com banco de dados genético. O índice de condição corporal dos indivíduos
149 é maior no período de seca. Há menor variação de famílias de insetos na dieta no período de
150 chuva em *Nyctinomops planirostris*, *Molossus molossus* e *Histiotus diaphanopterus*, indicando
151 maior seletividade de itens que na seca, determinado pela menor disponibilidade de recursos,
152 contudo, ao nível de ordem esta diferença não é observada, o que sugere que níveis superiores
153 de identificação taxonômica de insetos podem camuflar uma ampliação na composição da dieta,
154 que pode ser observada em níveis taxonômicos mais baixos. A espécie *Cynomops planirostris*,
155 ao contrário das demais espécies, ampliou sua dieta no período de chuva. Os morcegos urbanos
156 têm dieta variada composta principalmente de Lepidoptera, Diptera e Hemiptera com diferença
157 na composição entre as espécies. Há vários itens alimentares que são potenciais pragas
158 agrícolas, que sugerem que esses morcegos complementam suas dietas fora da área urbana ou

159 que estas pragas agrícolas não encontram na área urbana um limitante para a sua distribuição.
160 Este é o primeiro estudo que avalia a dieta de morcegos insetívoros em área urbana com
161 abordagem DNA metabarcoding na região neotropical e o primeiro a descrever a dieta de
162 *Histiotus diaphanopterus*, *Cynomops planirostris* e *Nyctinomops laticaudatus*. Este tipo de
163 estudo é de suma importância em regiões inseridas em *hotspots* de biodiversidade que possuem
164 uma expansão rápida das cidades, uma vez que há um grande impacto dessas mudanças para
165 fauna silvestre.

166 **Palavras-chave:** *metabarcoding*; morcegos insetívoros; neotrópico; sazonalidade;
167 urbanização.

168

169 **ABSTRACT**

170 Several vertebrates are negatively affected by fragmentation and habitat loss resulting from
171 urbanization, but some species tolerate and even benefit from urban habitats. Bats are the group
172 of most sinurban mammals, especially insectivores that use the open spaces resulting from
173 urbanization as a foraging habitat, using buildings as shelters and taking advantage of the light
174 of the poles that attract insects to forage. However, in the neotropical region there is a gap in
175 the knowledge of the diet of urban insectivorous bats. Therefore, this study aimed to identify
176 the diversity of insects present in the feces of five species of insectivorous bats using the DNA
177 metabarcoding technique. It also evaluated the difference in diet diversity and composition
178 between periods of drought and rain and analyzed the minimum contribution of forage in the
179 weight of individuals per night, reflecting on the amount of diet consumed. Individual bat feces
180 were collected in the field and DNA metabarcoding analyzes were performed in the laboratory
181 in order to compare the sequences obtained with a genetic database. The Body Condition Index
182 (BCI) of individuals is higher during the dry season. There is less variation of insect families in

183 the rainy season diet in *Nyctinomops planirostris*, *Molossus molossus* and *Histiotus*
184 *diaphanopterus*, indicating higher item selectivity than in drought, determined by the lower
185 availability of resources, however, at the level of order this difference is not observed. This
186 suggests that higher levels of insect taxonomic identification may camouflage an increase in
187 diet composition that can be observed at lower taxonomic levels. The species *Cynomops*
188 *planirostris*, unlike the other species, expanded its diet in the rainy season. Urban bats have a
189 varied diet composed mainly of Lepidoptera, Diptera and Hemiptera with difference in
190 composition between species. There are several food items that are potential agricultural pests,
191 which suggest that these bats supplement their diets outside the urban area or that these
192 agricultural pests do not find a limit to their distribution in the urban area. This is the first study
193 to evaluate the diet of insectivorous bats in urban areas with DNA metabarcoding approach in
194 the neotropical region and the first to describe the diet of *Histiotus diaphanopterus*, *Cynomops*
195 *planirostris* and *Nyctinomops laticaudatus*. This type of study is of paramount importance in
196 regions within biodiversity hotspots that have a rapid expansion of cities, as there is a large
197 impact of these changes on wildlife.

198 **Keywords:** metabarcoding; insectivorous bats; neotropic; seasonality; urbanization.

199 INTRODUÇÃO

200 A urbanização é uma das principais formas de mudança no uso da terra e vem se
201 expandindo, especialmente no último século, com o aumento acelerado da população humana
202 (Miller & Hobbs, 2002). A população urbana mundial aumentou de 751 milhões em 1950 para
203 4,2 bilhões de pessoas em 2018 (UNPD, 2018). Esse aumento é impulsionado pelo crescimento
204 geral da população e pelo deslocamento daqueles que migram de regiões rurais (Grimm *et al.*,
205 2008). Juntos, esses dois fatores projetam um acréscimo de 2,5 bilhões indivíduos na população
206 urbana mundial até 2050, com quase 90% deste crescimento ocorrendo na Ásia e na África
207 (Montgomery, 2008). Hoje, as regiões mais urbanizadas incluem a América do Norte (82%),
208 América Latina e Caribe (81%) e Europa (74%) (UNPD, 2018) e muitos desses ambientes com
209 crescente aumento da urbanização concentram *hotspots* de biodiversidade (Seto *et al.*, 2012).
210 Essa modificação do ambiente caracterizada por grandes áreas de superfícies impermeáveis
211 (McKinney, 2002), alteram características que impactam a paisagem (Grimm *et al.*, 2008), bem
212 como regiões rurais e áreas protegidas próximas (Pereira *et al.*, 2010), o que resulta em uma
213 diminuição de área disponível para as espécies silvestres, que conseqüentemente contribui para
214 a redução da biodiversidade e uma homogeneização biótica (McKinney & Lockwood, 1999).

215 A urbanização pode suprimir algumas pressões seletivas como as variações temporais
216 de alimento, água e risco de predação (Shochat *et al.*, 2006). Contudo, traz novos estressores
217 como barulho, toxinas e doenças associadas, que podem selecionar espécies ou alterar o
218 comportamento, a morfologia e a estrutura genética das populações (Shochat *et al.*, 2006)
219 agindo como novas pressões seletivas. As espécies resistentes à tais pressões são espécies
220 tolerantes a áreas urbanas ou sinurbanas (Francis & Chadwick, 2012). As comunidades
221 formadas por essas espécies apresentam um padrão com alta dominância de indivíduos de
222 poucas espécies, gerando uma homogeneização biótica (McKinney, 2006).

223 Historicamente, o maior número de estudos da presença de vida selvagem em área
224 urbana se concentra na Europa e nos Estados Unidos (EUA), provavelmente pelo fato dos
225 principais programas e atividades de monitoramento da vida selvagem urbana estarem presentes
226 nesses locais (Adams, 2005). Muitos desses estudos são com invertebrados, em especial os
227 artrópodes, bem estudados em áreas urbanas, e indicados como excelentes bioindicadores
228 (Jones & Leather, 2013). Entre os vertebrados, excetuando animais domésticos, uma variedade
229 de répteis, aves e mamíferos são visualizados em área urbana como os pombos, esquilos,
230 lagartos, pardais, corujas, guaxinins, periquitos, lagartixas, beija-flor, ratos, raposas, gambás,
231 saguis e morcegos (Adams, 1994). No entanto, muitos animais não conseguem persistir nas
232 áreas urbanas pois dependem de características de habitat que não existem nas cidades
233 (McKinney, 2002; Luniak, 2004). Fatores como o isolamento do habitat, concorrência de
234 espécies invasoras (McDonald *et al.*, 2013), poluição (Isaksson, 2010), aumento das taxas de
235 infecção e parasitismo (Giraudeau *et al.*, 2014) e redução no sucesso reprodutivo (Chamberlain
236 *et al.*, 2009) contribuem para o declínio da diversidade da fauna nas cidades. Mudanças no
237 comportamento são observadas nas espécies persistentes (Ditchkoff *et al.*, 2006) como por
238 exemplo, a alteração no tom do canto das aves em função da poluição sonora (Slabbekoorn &
239 Peet, 2003).

240 Os morcegos e os roedores são os grupos mais diversificados de mamíferos que
241 conseguem se adaptar a área urbana (Baker & Harris, 2007; Jung & Kalko, 2011). Na ordem
242 Chiroptera as espécies respondem diferentemente à urbanização, sendo algumas afetadas pela
243 perda ou fragmentação do habitat natural, ou pela poluição associada à urbanização, enquanto
244 outras toleram o habitat urbano, ou ainda são favorecidas pela diversidade de locais de
245 empoleiramento ou forrageamento (Russo & Ancilloto, 2015). Características como distância
246 de áreas verdes, padrões de voo, tipo e intensidade da iluminação pública (Gaisler *et al.*, 1998;

247 Jung & Kalko, 2011) resultam em um padrão de baixa riqueza de espécies e alta abundância de
248 espécies de morcegos tolerantes ou favorecidos pela urbanização (Krauel & LeBuhn, 2016).

249 A maioria dos estudos com morcegos em ambientes urbanos ocorrem em regiões
250 temperadas da Europa e América do Norte (Jung & Threlfall, 2016) e tratam da resposta
251 comportamental dos morcegos à urbanização (Gaisler *et al.*, 1998; Dixon, 2012; Pearce &
252 Walters, 2012). São muitos estudos comparando a presença de morcegos em áreas iluminadas
253 e não iluminadas (Bartonicka & Zukal, 2003), em áreas industriais (Gaisler *et al.*, 1998), ou
254 sobre o efeito dos parques urbanos nos morcegos (Kurta & Teramino, 1992; Fabianek *et al.*,
255 2011; Park *et al.*, 2012). A maioria desses estudos relata maior atividade e riqueza de espécies
256 de morcegos em áreas urbanizadas com vegetação remanescente ou grandes parques que
257 aumentam a complexidade da paisagem, habitats de forrageio e potenciais locais de abrigos
258 (Avila-Flores & Fenton, 2005).

259 Recentemente foi demonstrado que o uso do habitat por morcegos diminui nas áreas
260 urbanas quando comparadas as áreas naturais e que quanto maior o grau de urbanização, menor
261 é o uso do habitat (Jung & Threlfall 2016). A relação filogenética e a ecologia funcional dos
262 morcegos sozinhas não explicam a persistência das espécies em ambientes urbanos. Contudo,
263 verifica-se diferenças na resposta de morcegos ao processo de urbanização ao nível de família.
264 Enquanto as famílias Rhinolophidae e Mormoopidae tem uma resposta global negativa para a
265 urbanização, a resposta de todas as outras famílias é heterogênea, sendo Emballonuridae e
266 Vespertilionidae as famílias que demonstram maior adaptabilidade às áreas urbanas (Jung &
267 Threlfall, 2016). Na região neotropical a presença da família Molossidae é comum nos
268 ambientes urbanos (Avila-Flores & Fenton, 2005; Pacheco *et al.*, 2010; Jung & Kalko, 2011) e
269 esses morcegos utilizam as edificações como abrigo, aproveitando os pontos de postes com luz

270 para se alimentarem (Pacheco *et al.*, 2010) e piscinas das residências para beber água (Nystrom
271 & Bennett, 2019).

272 Globalmente diversas ordens de insetos já foram observadas como presas de morcegos
273 nas áreas urbanas. Molossidae predam principalmente espécies de Lepidoptera (mariposas e
274 borboletas), Coleoptera (besouros), Hemiptera (percevejos, cigarras e cigarrinhas) e
275 Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) havendo presença considerável de Orthoptera na
276 dieta de algumas espécies (Freeman, 1979; Avila-Flores *et al.*, 2002; Aspetsberger *et al.*, 2003).
277 Vespertilionideos predam Diptera (mosquitos e moscas), Lepidoptera e Coleoptera (Sample &
278 Whitmo, 1993; Feldhamer *et al.*, 1995; Vaughan, 1997). A maioria dos estudos com morcegos
279 insetívoros em área urbana tratam da identificação dos morcegos e seus padrões acústicos de
280 forrageio através da gravação de sua atividade utilizando bioacústica (por exemplo Avila-Flores
281 & Fenton, 2005; Rhodes & Catterall, 2008; Naidoo *et al.*, 2011), poucos são os estudos que
282 avaliaram a dieta verificando seus itens alimentares. Para Molossidae de áreas urbanas já foi
283 verificada a dieta de *Molossus ater*, (Fenton *et al.*, 1998), *Mops leucostigma*, *Mormopterus*
284 *jugularis* e *Chaerephon pumilus* (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006). Para Vespertilionidae,
285 estudos com *Myotis sodalis* (Tuttle *et al.*, 2006), *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus borealis*
286 (Whittaker, 1972) e *Nyctalus noctula* (Kaňuch *et al.*, 2005) avaliaram a dieta em áreas urbanas
287 do hemisfério norte. Para ambas as famílias de morcegos, os itens alimentares encontrados em
288 ambiente urbano, sempre ao nível de ordem, são os mesmos encontrados em outras áreas. No
289 sul da Bélgica, um estudo com o morcego vespertilionideo *Eptesicus serotinus*, observou, a
290 partir de análise visual das fezes, que não há diferença de dieta comparando-se áreas urbanas e
291 rurais, sendo verificada, assim como os demais estudos citados, a presença predominante de
292 Coleoptera, Diptera e Lepidoptera, dentre os quais, algumas pragas agrícolas sincronizadas com
293 o tempo das culturas, que diminuía a amplitude da dieta do morcegos (Kervyn & Libois, 2008).

294 De fato, morcegos insetívoros podem atuar como controladores populacionais de pragas
295 agrícolas em ambientes rurais (Gándara *et al.*, 2006; Aguiar & Antonini, 2008; Aizpurua *et al.*,
296 2018), bem como controladores de vetores epidemiológicos em ambientes urbanos
297 (Ducummon, 2000; Reiskind & Wund, 2009), podendo assim prestar importantes serviços
298 ecossistêmicos relacionados ao controle de pragas e vetores de doenças (Aguiar *et al.*, 2008;
299 Kunz *et al.*, 2011).

300 Morcegos insetívoros possuem especializações para diferentes tipos de dieta, incluindo
301 adaptações no crânio (Freeman, 1979), na aerodinâmica do voo (Norberg & Rayner, 1987) e na
302 ecolocalização (Fenton *et al.*, 1999). Esses morcegos gastam muito tempo na busca de alimento
303 e um tempo relativamente curto no manuseio da presa (Bell, 1982), maximizando o sucesso de
304 forrageio e ampliando sua dieta. No contexto geral, a amplitude do nicho trófico aumenta com
305 o tamanho do corpo para a maioria dos predadores (Rosenzweig, 1968; Hespeneide, 1971;
306 Werner, 1974). Isso ocorre porque predadores pequenos não conseguem consumir presas
307 grandes. Porém, o contrário é verdadeiro, o que possibilita a ampliação do nicho de animais
308 maiores. No entanto, essa argumentação não se sustenta para morcegos, pois o sistema de
309 detecção de presas de insetívoros aéreos torna presas pequenas indisponíveis para morcegos
310 maiores (Barclay & Brigham, 1991).

311 Uma forma interessante de apresentar as relações das presas e predadores (por exemplo,
312 diversidade de presas, especialização dos predadores e sobreposição de nicho trófico) é por
313 meio das redes de interação ecológica que também são empregadas em análises de interações
314 mutualísticas (como polinização e dispersão de sementes) e relações parasita-hospedeiro (Ings
315 *et al.*, 2009). Proulx *et al.* (2005) define redes ecológicas como qualquer conjunto de unidades
316 (nós) potencialmente interagindo como um sistema (através de *links*) com outras unidades. As
317 diversas métricas que acompanham os estudos com redes de interação revelam propriedades da

318 relação predador-presa, como o grau de especialização dos predadores e de sobreposição do
319 nicho trófico, e a importância de cada táxon de presa na dieta do predador (Mello *et al.*, 2016),
320 podendo revelar no ambiente urbano, por exemplo, aumento de competição por sobreposição
321 de dieta.

322 Há, contudo, certa dificuldade em estudar morcegos insetívoros, principalmente quando
323 é necessário a captura dos indivíduos. Essa dificuldade ocorre pela utilização do método
324 tradicional de captura de morcegos com a utilização de redes de neblina. Como esses morcegos
325 voam alto e rápido, e têm facilidade de detectar a rede por ecolocalização (Kalko *et al.*, 1996;
326 Fabian & Gregorin, 2007) é difícil a captura deles com redes geralmente dispostas em baixas
327 alturas. Uma forma de contornar essa limitação é a captura desses morcegos diretamente nos
328 abrigos, abrindo-se as redes de neblina logo à frente dos acessos, pois quando os morcegos
329 emergem dos refúgios, apresentam baixa mobilidade de voo, facilitando sua captura (Peters *et*
330 *al.* 2012).

331 Assim como a captura de morcegos pelo método tradicional não é fácil, avaliar a dieta
332 de morcegos também sempre foi bastante complexo. Estudos mais antigos utilizavam métodos
333 de identificação do conteúdo estomacal desses morcegos (Ross, 1967; Pine, 1969; Kunz, 1974,
334 Vestjens & Hall, 1977), mas devido às claras desvantagens desse método, incluindo a
335 necessidade de sacrificar o morcego, ele deixou de ser usado, não tendo sido encontrado
336 nenhum artigo após o ano 2000 contendo esse tipo de método. Outra forma de relacionar os
337 insetos presentes na dieta de morcegos é a análise fecal por identificação morfológica do
338 exoesqueleto das presas (Anthony & Kunz, 1977; Swift *et al.*, 1985; Brigham & Fenton, 1991;
339 Aguiar & Antonini, 2008) ou ainda examinando restos de insetos descartados e encontrados
340 abaixo dos pousos de alimentação e no solo das colônias (Vestjens & Hall, 1977; LaVal &
341 LaVal, 1980; Jones, 1990). Contudo, esses métodos fornecem uma lista incompleta de insetos

342 presentes na dieta desses morcegos, seja porque uma parcela desses insetos ingeridos é
343 eliminada em voo (Jones, 1990), seja pelo viés dos resultados para insetos de exoesqueleto
344 rígido, em detrimento dos insetos de corpo mole que são facilmente digeridos e dificilmente
345 identificados através das fezes (Robinson & Stebbings, 1993). Além disso, os métodos descritos
346 acima não podem ser utilizados eficazmente como avaliadores quantitativos de presas, apenas
347 qualitativos (Robinson & Stebbings, 1993).

348 Avanços das técnicas moleculares possibilitaram utilizar essa abordagem na
349 identificação de presas nas fezes em estudos de ecologia de morcegos insetívoros (Symondson,
350 2002; Claire *et al.*, 2009). Duas dessas técnicas se destacam na identificação de táxons em
351 amostras ambientais: a metagenômica e o *metabarcoding* (Srivathsan *et al.*, 2015). A
352 metagenômica possui um escopo mais amplo que trabalha com genomas inteiros ou grandes
353 porções genômicas, utilizada principalmente em estudos com procariotos (Chronos, 2010),
354 enquanto o *metabarcoding*, é mais restrito, pois utiliza fragmentos selecionados de genes
355 marcadores que permitem a identificação da composição taxonômica das amostras. (Galhardo
356 *et al.*, 2018). Este último é um método direcionado a fragmentos específicos, que geralmente
357 usa amplificação por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) unida a sequenciamento de alto
358 rendimento de uma ou mais sequências marcadoras de DNA (*barcoding*) e assim permite que
359 as diferentes espécies em uma amostra sejam geneticamente diferenciadas (Epp *et al.*, 2012).
360 Com morcegos insetívoros (Wickramasinghe *et al.*, 2004; Galan *et al.*, 2018) e hematófagos
361 (Bohmann *et al.*, 2018), estas técnicas têm sido empregadas na avaliação da dieta (Bohmann *et*
362 *al.*, 2011), criando uma relação de trechos de DNA que podem ser comparados com genomas
363 em bancos de dados (Zeale *et al.*, 2011).

364 Dentro deste contexto, esta dissertação visa descrever a dieta de cinco espécies de
365 morcegos insetívoros, *Histiotus diaphanopterus*, *Molossus molossus*, *Nyctinomops*

366 *laticaudatus*, *Cynomops planirostris* e *Eumops perotis* encontrados nas cidades de Brasília e
367 entorno e que utilizam edificações urbanas para se abrigar, para responder se:

368 **1.** A diferença entre o peso dos indivíduos antes e depois do forrageio seria maior em época de
369 chuva, em comparação com a seca? Logo, quanto mais alimento disponível, mais o morcego
370 comerá? Uma vez que no período de chuva várias espécies de insetos estão em seu período
371 reprodutivo e de revoada, aumentando em abundância essa oferta de alimento para os morcegos
372 (Araújo, 2013).

373 **2.** Por causa dessa maior abundância de insetos no período de chuva, haverá menor diversidade
374 de insetos nas fezes dos morcegos em comparação ao período de seca? Uma vez que na seca,
375 por ter menor oferta de alimentos, os insetos seriam predados com menos seletividade pelos
376 morcegos, que comem aquilo que está disponível (Akasaka *et al.*, 2009; Anthony & Kunz,
377 1977; Fenton & Thomas, 1980; Hayes, 1997).

378 **3.** Será que no período de seca, seria esperado que os morcegos tivessem maior sobreposição
379 na dieta entre espécies em comparação com o período de chuva? Tendo em vista que em
380 períodos de chuva, devido a maior abundância de insetos, os morcegos poderão escolher as
381 presas, sendo mais seletivos (Akasaka *et al.*, 2009; Anthony & Kunz, 1977; Fenton & Thomas,
382 1980; Hayes, 1997).

383 **4.** Será que os morcegos terão em sua alimentação, insetos de interesse epidemiológico, vetores
384 de doença e pragas agrícolas, desempenhando potencialmente serviço ecossistêmico para o ser
385 humano?

386

387

388 **Dieta de morcegos insetívoros urbanos sob uma abordagem DNA**

389 *metabarcoding*

390

391 **Resumo**

392 A urbanização é uma das principais formas de mudança no uso da terra e vem se expandindo
393 com o aumento acelerado da população humana. No Cerrado, *hotspot* de biodiversidade, esta
394 expansão ocorre principalmente com a mudança da capital do país para o centro-oeste. Vários
395 animais toleram e até se beneficiam com áreas urbanizadas, como ocorre com alguns
396 morcegos insetívoros que utilizam os espaços abertos consequentes da urbanização como
397 habitat de forrageamento. Contudo, no neotrópico, região com maior diversidade de morcegos
398 e com crescente urbanização, há uma lacuna no conhecimento da dieta de morcegos
399 insetívoros em área urbana. Por isso, este trabalho teve como objetivo identificar os insetos
400 presentes nas fezes de cinco espécies de morcegos insetívoros utilizando DNA
401 *metabarcoding*. Foi realizada coleta individual das fezes dos morcegos em campo e análises
402 DNA *metabarcoding* em laboratório, a fim de comparar as sequências obtidas com banco de
403 dados genético. Dessa forma foi possível avaliar a diferença na diversidade de espécies e
404 composição da dieta dos morcegos comparando entre os períodos de seca e chuva. Foi
405 analisada a contribuição mínima do forrageio no peso dos indivíduos por noite, refletindo na
406 quantidade de alimento consumida. O índice de condição corporal dos indivíduos foi maior no
407 período de seca. Houve menor sobreposição e maior especialização na dieta dos morcegos
408 durante o período de chuva, indicando que os morcegos têm maior seletividade nos insetos
409 predados na chuva em comparação à seca. Contudo, esta diferença não é observada ao nível
410 de ordem. A dieta dos morcegos urbanos é diversificada e este estudo traz um maior
411 refinamento taxonômico dos itens alimentares ao nível de família e, quando possível, espécie,

412 compreendidas principalmente dentro das ordens de insetos Lepidoptera, Diptera e
413 Hemiptera, com diferença na composição da dieta entre os morcegos. Este refinamento
414 permite a observação de padrões não percebidos em estudos que avaliam a dieta à níveis
415 taxonômicos maiores. Vários insetos predados são potenciais pragas agrícolas, que sugerem
416 ou que esses morcegos complementam suas dietas fora da área urbana, ou que a área urbana
417 não é barreira para esses insetos. A conservação de morcegos insetívoros em área urbana
418 garante o controle populacional de uma grande diversidade de insetos, descrevemos pela
419 primeira vez a dieta dos molossídeos *Nyctinomops laticaudatus* e *Cynomops planirostris* e do
420 vespertilionídeo *Histiotus diphanopterus*.

421

422 **Palavras-chave:** urbanização; neotrópico; morcegos insetívoros; sazonalidade;
423 *metabarcoding*.

424

425 **Introdução**

426 A expansão da urbanização no Cerrado vem ocorrendo desde a década de 1960
427 quando se mudou a capital do país para o centro-oeste (Chaveiro, 2010). No hemisfério norte,
428 o processo de urbanização afeta a distribuição e atividade dos morcegos (Jung & Threlfall,
429 2016), padrão que também é observado no neotrópico (Avila-Flores & Fenton, 2005; Siles *et*
430 *al.*, 2005; Pacheco *et al.*, 2010; Jung & Kalko, 2011), beneficiando, em especial, a atividade
431 dos morcegos insetívoros aéreos que utilizam os espaços abertos consequentes da urbanização
432 como habitat de forrageamento (Estrada-Villegas *et al.*, 2010).

433 Alguns morcegos insetívoros neotropicais parecem tolerar e potencialmente se
434 beneficiam em grandes ambientes urbanos (Bredt & Uieda, 1996; Avila-Flores & Fenton,
435 2005), utilizando edificações como abrigo, aproveitando a luz dos postes para se alimentar

436 (Pacheco *et al.*, 2010) e piscinas residenciais para beber água (Nystrom & Bennet, 2019).
437 Destes, a família que mais se beneficia em áreas altamente urbanizadas no Neotrópico são os
438 Molossidae (Jung & Kalko, 2011; Avila-Flores & Fenton, 2005), diferente do padrão do
439 hemisfério norte, a qual as principais famílias encontradas em meio urbano são
440 Vespertilionidae e Emballonuridae (Jung & Threlfall, 2016).

441 No contexto global, já foi observada a presença de diversas ordens de insetos na dieta
442 de morcegos. Por exemplo, as espécies de Molossidae predam principalmente Lepidoptera
443 (mariposas e borboletas), Coleoptera (besouros), Hemiptera (percevejos, cigarras e
444 cigarrinhas) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) havendo, também, presença
445 considerável de Orthoptera na dieta de algumas espécies (Freeman, 1979; Avila-Flores *et al.*,
446 2002; Aspetsberger *et al.*, 2003). Já para Vespertilionidae, foram relatadas a presença de
447 Diptera (mosquitos e moscas), Lepidoptera e Coleoptera na dieta das espécies da família
448 (Sample & Whitmo, 1993; Feldhamer *et al.*, 1995; Vaughan, 1997). Este mesmo padrão de
449 dieta foi encontrado em área urbana para Vespertilionidae (Tuttle *et al.*, 2006; Kervyn &
450 Libois, 2008) e Molossidae (Andrianaivoarivelo *et al.*, 2006), sempre restringindo-se ao nível
451 de ordem. Em recente revisão Jung & Threlfall (2016) relacionam morcegos e áreas urbanas
452 (grande parte no hemisfério norte), contudo, poucos estudos avaliam os itens alimentares
453 presentes na dieta dos morcegos, restringindo-se a avaliar o padrão de forrageamento através
454 do método de bioacústica (por exemplo Avila-Flores & Fenton, 2005; Rhodes & Catterall,
455 2008; Naidoo *et al.*, 2011) e não a dieta das espécies.

456 Embora a região neotropical apresente a maior riqueza de espécies de morcegos do
457 mundo (Nowak *et al.*, 1994) poucos são os estudos que avaliam a dieta das espécies de
458 morcegos com ocorrência nas áreas urbanas nesta região (Fenton *et al.*, 2006). E nenhum
459 utilizou técnicas moleculares como o DNA *metabarcoding*, que pode gerar listas mais

460 completas de itens alimentares de morcegos (Wickramasinghe *et al.*, 2004; Galan *et al.*,
461 2018). É importante entender como a crescente urbanização afeta a atividade das espécies e o
462 quão bem as espécies silvestres toleram ou se beneficiam desses ambientes. A fim de
463 preencher a lacuna no conhecimento da dieta de morcegos insetívoros neotropicais de área
464 urbana, este trabalho procurou identificar a diversidade de insetos presentes nas fezes desses
465 morcegos, avaliar a diferença dessa diversidade e composição das famílias de insetos
466 presentes nas fezes entre períodos de seca e chuva e analisar a contribuição mínima do
467 forrageio no peso dos indivíduos por noite, refletindo na quantidade de dieta consumida.
468 Nesse estudo iremos descrever a dieta dos morcegos insetívoros *Nyctinomops laticaudatus*,
469 *Cynomops planirostris*, *Molossus molossus* e *Eumops perotis* (Molossidae) e *Histiotus*
470 *diaphanopterus* (Vespertilionidae) que ocorrem na cidade de Brasília e nas cidades do entorno
471 Padre Bernardo e Valparaíso. Estas são regiões urbanas recentes que abrigam colônias
472 localizadas em construções com menos de 60 anos. Essas cidades são circundadas por
473 fragmentos de cerrado e áreas de agricultura, com clima bem demarcado com uma estação
474 seca e outra chuvosa (Eiten, 1972).

475 A fim de alcançar este objetivo e responder à pergunta “o que os morcegos insetívoros
476 comem nas áreas urbanas e qual o padrão sazonal de suas dietas na região neotropical?”,
477 testarei as seguintes hipóteses:

478 **1.** A diferença entre o peso dos indivíduos antes e depois do forrageio seria maior em época
479 de chuva, em comparação com a seca, já que no período de chuva, várias espécies de insetos
480 estão em seu período reprodutivo e em período de revoada, aumentando em abundância essa
481 oferta de alimento para os morcegos (Araújo, 2013). Logo, quanto mais alimento disponível,
482 mais o morcego comerá.

483 2. No período de chuva seria esperado ter uma menor diversidade de insetos nas fezes dos
484 morcegos em comparação ao período de seca, pois haveria maior especialização dos
485 morcegos determinada pela ampla disponibilidade de recursos (Akasaka *et al.*, 2009; Anthony
486 & Kunz, 1977; Fenton & Thomas, 1980; Hayes, 1997).

487 3. No período de seca, seria esperado que os morcegos tivessem maior sobreposição na dieta
488 entre espécies em comparação com o período de chuva, uma vez que em períodos de chuva,
489 devido a maior abundância de insetos, os morcegos poderão escolher as presas sendo mais
490 seletivos (Akasaka *et al.*, 2009; Anthony & Kunz, 1977; Fenton & Thomas, 1980; Hayes,
491 1997).

492 4. Os morcegos terão, em sua alimentação, insetos de interesse epidemiológico, vetores de
493 doença e potenciais pragas agrícolas, portanto, desempenham serviços ecossistêmicos de
494 controle desses insetos, fundamental para o ser humano.

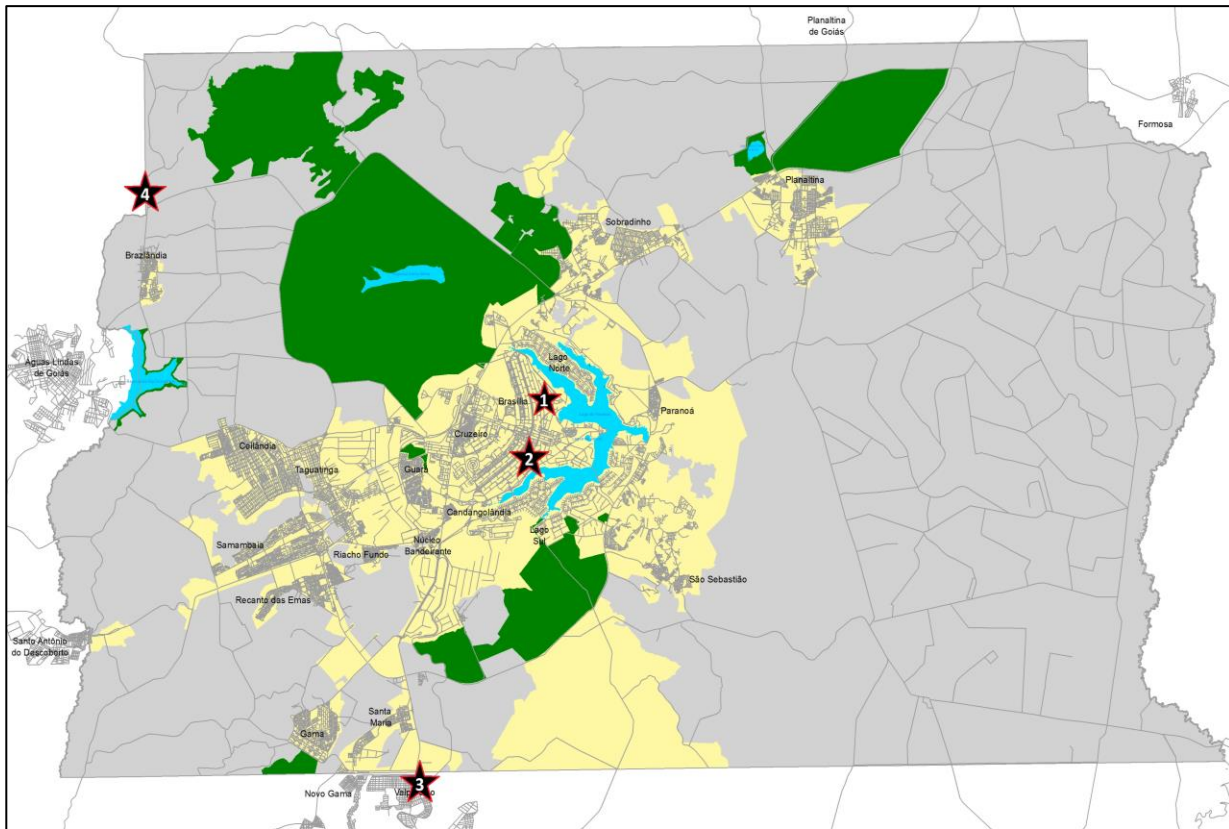
495

496 **Material e Métodos**

497 *Área de estudo*

498 Foram amostrados morcegos de cinco colônias encontradas na área urbana do Distrito
499 Federal e entorno, nas cidades de Brasília, Padre Bernardo e Valparaíso. O mapa do Plano
500 Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT (Figura 1) foi utilizado para
501 determinar as áreas urbanas e dentro dessas, colônias de morcegos insetívoros foram
502 amostradas. A colônia de *Nyctinomops laticaudatus* estava abrigada no Restaurante
503 Universitário da Universidade de Brasília (15°45'51.6"S, 47°52'13.1"O); as colônias de
504 *Cynomops planirostris* e *Molossus molossus* ocorrem na quadra comercial 405 Sul, Brasília
505 (15°48'51.9"S, 47°53'23.4"O); *Eumops perotis* está situado na Cidade Jardins, Valparaíso-GO

506 (16°03'18.4"S, 47°58'41.6"O); e a colônia de *Histiotus diaphanopterus* está abrigada no
507 Residencial Vendinha, Padre Bernardo-GO (15°37'12.9"S, 48°12'06.5"O).



508 **Figura 1.** Mapa do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT) que zoneia a
509 região em área urbana (amarelo), área rural (cinza) e área de preservação (verde). As estrelas marcam
510 as colônias: 1- *Nyctinomops laticaudatus*; 2- *Cynomops planirostris* e *Molossus molossus*; 3- *Eumops*
511 *perotis*; 4- *Histiotus diaphanopterus*.

512

513 *Coleta de morcegos e fezes*

514 Os morcegos e as fezes dos morcegos foram coletados durante três noites por colônia,
515 nos meses de março (período de chuva) e julho (período de seca) do ano de 2018. Redes de
516 neblina foram abertas na saída da colônia as 17h, a fim de capturar os morcegos saindo para
517 forragear. Em cada colônia as redes foram abertas de forma a aumentar as chances de captura
518 (Figura 2). Os locais de coleta durante as duas estações foram os mesmos. As coletas foram
519 feitas evitando a lua cheia (Ciechanowski *et al.*, 2007), com o mesmo tipo de rede e esforço

520 amostral entre as estações. Apenas na colônia de *Eumops perotis* a coleta ocorreu com puçá
521 (Figura 2-C e D) pela impossibilidade de utilizar as redes de neblina nos altos prédios.

522



523

524 **Figura 2.** Pontos de coleta com colônias de morcegos insetívoros em área urbana e suas peculiaridades
525 na forma de coleta. As setas apontam as entradas das colônias. **A** e **B** mostram as colônias de *N.*
526 *laticaudatus* e *M. molossus*, respectivamente, na dilatação de prédios da quadra comercial da 405 Sul,
527 Brasília. **C** mostra os prédios do residencial Cidade Jardins, em Valparaíso, entorno do DF. Nesta
528 colônia os morcegos da espécie *E. perotis* vivem no sótão dos prédios, mostrado em **D** e são capturados
529 com um puçá (representado na imagem). Repare na quantidade de fezes depositada no chão. **E** e **F**
530 mostram a entrada da colônia de *N. laticaudatus* nas dilatações do Restaurante Universitário (RU) da
531 Universidade de Brasília. Nas colônias do RU e na 405 Sul, os morcegos foram capturados com uma
532 rede de neblina presa a um aro (bambolê), a figura **G** mostra os morcegos presos a esta armadilha e em
533 **A** vemos a armadilha montada. Finalmente, **H** mostra o 1º andar de uma casa em reforma onde a espécie
534 *H. diaphanopterus* reside. Redes de neblina foram montadas em torno de toda o andar, de forma a
535 interceptar a saída e entrada dos morcegos, como mostra a imagem. Imagens do autor, com exceção da
536 figura **C**, pertencente a Alberto Brandão.

537

538 Todos os indivíduos capturados ao sair da colônia foram pesados e anilhados, a fim de
539 estabelecer a massa dos indivíduos antes do forrageio para posterior comparação com o
540 retorno. Os morcegos tiveram seus antebraços medidos para o cálculo do Índice de Condição
541 Corporal (BCI), uma forma de utilizar o peso balanceado pelo tamanho de cada indivíduo nas
542 análises. Após, os indivíduos foram soltos no local para forragear. No retorno para a colônia,

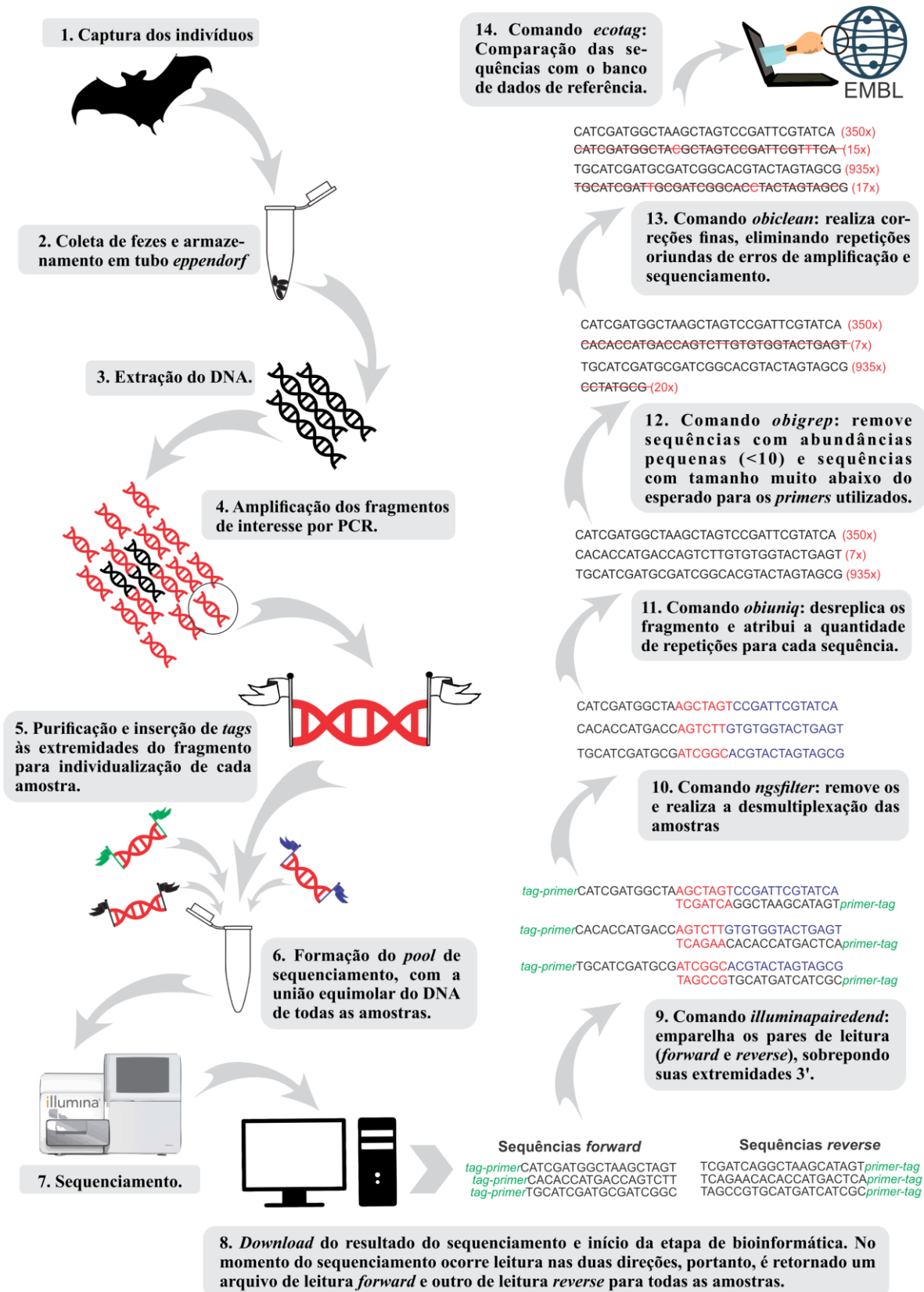
543 houve nova captura dos indivíduos que foram pesados novamente após o forrageio e
544 acondicionados de 20 a 30 minutos para que pudesse defecar no saco de coleta antes de serem
545 soltos novamente. As fezes foram recolhidas e colocadas em tubos *Eppendorf* devidamente
546 etiquetados, com o cuidado necessário para não haver contaminação ou mistura da amostra de
547 um indivíduo para o outro, incluindo a esterilização da pinça com álcool e fogo de uma
548 amostra para outra. Foram anotados horário, dia, local, clima, espécie, número de anilha, sexo
549 e estado reprodutivo, bem como as medidas de antebraço, cabeça-corpo, tarso, cauda e orelha.
550 A massa corporal foi medida com Pesola e anotada, observando o lado da rede que o
551 indivíduo caiu para distinguir os que estavam saindo e entrando da colônia. Indivíduos
552 recapturados foram pesados para o registro das alterações de peso antes e depois do forrageio.
553 As fezes coletadas foram pesadas em balança de precisão, acondicionadas novamente nos
554 tubos e guardadas em freezer a -20 °C (Figura 3).

555

556 *Análise em Laboratório*

557 Extração do DNA

558 A extração do DNA de insetos nas fezes coletadas foi realizada no laboratório de DNA
559 do Departamento de Zoologia - UnB. Uma vez que a coleta das fezes foi individual, foi
560 necessária a utilização de todo o material para extração que, para cada amostra, variou de
561 0,002-0,330 g de fezes. Os *pellets* foram cortados e macerados com auxílio de um bisturi
562 previamente esterilizado em etanol a 96% e fogo. Metade das extrações foram realizadas
563 utilizando o QIAamp DNA Stool Mini Kit de acordo com as instruções do fabricante, com as
564 modificações que Zeale *et al.* (2011) sugerem. A outra metade das extrações foram feitas com
565 a atualização do fabricante deste mesmo produto: QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit,
566 seguindo o protocolo do fabricante.



567

568 **Figura 3.** Esquema do passo-a-passo da análise por metabarcoding desde a coleta da amostra
 569 ambiental até a comparação das sequências com o banco de dados de referência, os comandos
 570 utilizados na bioinformática pertencem ao programa OBITools.

571 Primers e Protocolo de PCR

572 As etapas de amplificação e purificação das amostras e preparação da biblioteca foram
 573 realizadas no Instituto Tecnológico Vale (ITV), em Belém-PA. A amplificação do DNA das
 574 fezes foi obtida utilizando dois pares de *primers* genéricos da região mitocondrial citocromo c
 575 oxidase, subunidade I (COI): UEA3 e UEA4 que produzem uma amplificação de cerca de
 576 370 pares de base (pb) e UEA5 e UEA6 que produzem uma amplificação de cerca de 350 pb
 577 (Zhang & Hewitt, 1997) (Tabela 1). A PCR utilizou reações de 25 µl, onde cada reação
 578 contou com 8 µl de amostra com DNA extraído, 5 µl de tampão (5x MyTaq™ Reaction
 579 Buffer Colorless), 2 µl de MgCl₂, 2 µl de cada primer, 0,125 µl de Taq Polimerase, 0,375 µl
 580 de água ultrapura; 2 µl de dNTP e 5 µl do aditivo TBT .

581

Tabela 1. Informações dos primers utilizados. Os símbolos usados no primer UEA6 designam bases ambíguas nas sequências: R = A / G; W = A / T; N = A / C / G / T. As letras A e B na primeira coluna representam *primers* que foram utilizados em par (*forward* e *reverse*). Adaptado de Zhang & Hewitt (1997).

| | Sentido | Nome Comum | Nome padrão | Tamanho (bases) | Sequência (5' para 3') |
|---|----------------|------------|-------------|-----------------|-------------------------------|
| A | <i>Forward</i> | UEA3 | C1-J-1763 | 24 | TATAGCATTCCCACGAATAAATAA |
| | <i>Reverse</i> | UEA4 | C1-N-2087 | 24 | AATTTTCGGTCAGTTAATAATATAG |
| B | <i>Forward</i> | UEA5 | C1-J-2090 | 24 | AGTTTTAGCAGGAGCAATTACTAT |
| | <i>Reverse</i> | UEA6 | C1-N-2395d | 29 | TTAATWCCWGTWGGNACNGCAATRATTAT |

582

583 A ciclização seguiu com o seguinte programa de ciclos: Desnaturação inicial a 95°C por
 584 5 minutos seguido por 35 ciclos de 95°C por um minuto, 48°C por um minuto e 72°C por um
 585 minuto e 30 segundos, seguido por uma extensão final de 7 minutos a 72°C, estabilizando em
 586 4°C (Jardelino, 2019). Dois µl dos produtos da PCR foram visualizados através de corrida a
 587 120 V durante 30 minutos em gel de agarose e corados com o uso do *Sybr Safe*® para
 588 constatar o aparecimento das bandas amplificadas. As amostras no qual as bandas não foram
 589 evidentes na eletroforese não seguiram para os próximos passos da análise. Finalmente, todas
 590 as amostras foram duplamente purificadas com uma etapa de PCR curta entre elas, usando

591 *tags* de oito bases acopladas as extremidades dos primers para individualizar cada amostra
592 em um modelo de biblioteca multiplexada, seguindo o protocolo *16S Metagenomic*
593 *sequencing library preparation* (Illumina, 2013), recomendado para preparação de amostras
594 que serão sequenciadas em MiSeq. Em todas as etapas, uma amostra controle foi gerada para
595 visualizar possíveis efeitos de contaminação nas amplificações, este controle também passou
596 pela fase de multiplexação.

597

598 Sequenciamento

599 Uma verificação de qualidade de todos os amplicons foi realizada através de uma
600 quantificação da concentração de DNA nas amostras utilizando o *Qubit*[®] e quantificação do
601 tamanho do fragmento pelo *TapeStation*[®]. Após, os produtos de PCR marcados com as *tags*
602 foram agrupados em um pool de amostras. Os controles negativos, também marcados, foram
603 incluídos no pool quando detectado algum DNA pelo *Qubit*[®].

604 O sequenciamento dos amplicons foi realizado pela plataforma *Illumina MiSeq*[®] do
605 Laboratório de Genética Humana e Médica, pertencente ao Instituto de Ciências Biológicas da
606 Universidade Federal do Pará.

607

608 **Bioinformática**

609 As análises bioinformáticas foram realizadas utilizando o pacote de *software OBITools*
610 (Boyer *et al.*, 2016) utilizado em plataforma de sistema aberto. Após o download das
611 sequências e antes da utilização do pacote, foi necessária uma correção para devolver as *tags*
612 de identificação às extremidades das sequências (que retornaram no download separadas por
613 amostra), correção necessária para que as análises com o *OBITools* ocorressem, para isso foi
614 utilizado um *script* simples desenvolvido pela equipe do ITV. O comando *illuminapairedend*

615 foi executado para emparelhar os pares de leitura (*forward* e *reverse*) em um fragmento
616 completo sobrepondo suas extremidades de leitura 3'. A Desmultiplexação e remoção de
617 primer foram feitos utilizando o comando *ngsfilter*. O comando *obiuniq* desreplicou as
618 leituras e atribui quantas repetições de cada leitura foram encontradas por amostra. Destas
619 sequências únicas, somente aquelas que aparecem com abundância mínima de dez repetições
620 foram mantidas, seguindo Shehzad *et al.* (2012) no seu estudo com leopardos e sendo um
621 pouco mais conservador que De Barba *et al.* (2014) em seu estudo com urso pardo e Kemp *et*
622 *al.* (2019) com morcegos, que utilizaram as repetições com abundância mínima de quatro e
623 cinco repetições, respectivamente. Esse filtro foi realizado com a função *obigrep* e teve como
624 objetivo eliminar *singletons* (sequências com uma repetição) e possíveis erros de PCR e/ou
625 sequenciamento. Esta mesma função auxilia na remoção de sequencias muito pequenas, uma
626 vez que o esperado são fragmentos de aproximadamente 350 e 370 pb. Um passo final e
627 refinado do pacote OBITools é o comando *obiclean*, que prima por corrigir erros pontuais em
628 produtos de PCR: substituição, inserção ou supressão de nucleotídeos através de comparação
629 dos fragmentos, gerando sequências mais abundantes que as consideradas errôneas.
630 Utilizando a fórmula $R=Ae/Ao$ (onde Ae é a abundância da sequência errada e Ao , a
631 abundância da sequência original), qualquer sequência cujo R for menor que 0.5 foi
632 eliminada. A atribuição taxonômica foi dada a cada leitura a partir do algoritmo *ecotag*,
633 utilizando o banco de dados de referência do repositório EMBL, que inclui sequências de
634 diversos outros bancos de dados (Kulikova *et al.*, 2004). A *ecotag* usa uma abordagem de
635 estrutura filogenética para atribuir unidades monofiléticas mais confiáveis às sequências,
636 otimizado para garantir o retorno de Unidades Taxonômica Operacional Moleculares (da sigla
637 em inglês MOTU's). A maioria dos estudos de análise de dieta usa um limite de similaridade
638 de 97% para o agrupamento em MOTU's, que é, de fato, o valor padrão da maioria dos

639 algoritmos de agrupamento (Alberdi, 2018). Esse limiar é utilizado porque, em média, a
640 dissimilaridade mínima entre espécies para a maioria dos marcadores alvo de *primers*
641 *metabarcoding*, incluindo o COI, é de cerca de 3% (Hebert *et al.*, 2003).

642

643 ***Análises de Redes de Interação***

644 Uma análise de redes de interação foi feita relacionando os morcegos (predadores) e
645 famílias de insetos (presas). Uma matriz foi montada em planilha Excel, predadores
646 formavam a primeira linha e presas a primeira coluna. A porcentagem do número de
647 ocorrências de cada família de inseto em amostras de fezes para cada espécie de morcego foi
648 colocada nas células da matriz correspondente. Os gráficos de redes foram montados
649 utilizando o pacote *bipartite* no programa *R* e o programa *Pajek*. As métricas de redes
650 utilizadas neste estudo foram a conectância, o aninhamento, o grau de especialização e a
651 modularidade das redes, comparando-as entre estações. A conectância de uma rede é a
652 proporção de interações ocorridas em relação ao número de interações que seriam possíveis.
653 Redes bem conectadas são aquelas com a maior quantidade de caminhos possíveis entre seus
654 vértices. O aninhamento responde o quanto os morcegos com dieta mais restrita se alimentam
655 de um subconjunto dos insetos consumidos pelos morcegos com dieta mais ampla. O grau de
656 especialização de um morcego em uma rede ecológica bipartida é dado pela combinação entre
657 a frequência com que ele interage com diferentes insetos em relação à frequência de interação
658 desses insetos com outros morcegos. A modularidade indica se dentro da rede há
659 subconjuntos coesos de interações formando módulos (Mello *et al.*, 2016).

660

661

662

663 *Análises Estatísticas*

664 Foi gerada uma lista de itens presentes na dieta de cada espécie de morcego estudada,
665 respeitando a compatibilidade do índice de identidade retornado pelo algoritmo *ecotag* ao
666 maior nível taxonômico possível de ser estimado, sendo o mínimo de 97% para espécie, 95%
667 para gênero, 90% para família e 85% para ordem (Elbrecht *et al.*, 2017). As curvas de
668 acumulação de presas ao nível de família foram construídas utilizando a função “*specaccum*”
669 do pacote *vegan* no programa *R*. O Índice de Condição Corporal (Body Condition Index) é o
670 cálculo da massa corporal (g) dividida pelo comprimento do antebraço (mm), que indica a
671 quantidade de reservas metabólicas de cada indivíduo (Green, 2001; Amaral *et al.*, 2016). O
672 valor deste índice propõe que diferentes indivíduos com tamanho do antebraço idênticos,
673 terão suas massas representando diferentes níveis de reserva energética entre eles (Speakman
674 & Racey, 1986). Para avaliar quanto o morcego absorveu do alimento mais o que está no trato
675 digestório, quando comparado indivíduos saindo e retornando às colônias foi utilizado o BCI
676 (Green, 2001). Para cada espécie, o BCI foi comparado entre estações e entre saída e volta do
677 forrageio para testar o ganho de peso dos indivíduos da população. Foram utilizados modelos
678 lineares (LM) para verificar se a condição corporal diferiu entre as estações, entre a direção
679 do indivíduo (saída ou entrada da colônia) e entre os sexos. Um teste T com amostras
680 pareadas verificou se houve diferença no valor da massa corporal dos morcegos entre a ida e
681 volta do forrageio para os indivíduos que foram recapturados na mesma noite.

682 A diversidade na dieta foi calculada pelo índice de Shannon e a comparação das
683 diversidades entre estações para cada espécie foi realizado por um modelo linear (LM) em
684 plataforma *R*. A comparação da composição da dieta ao nível de família e ordem, entre
685 estações e entre espécies de morcego, foi realizada pela função *adonis* do pacote *vegan* em
686 plataforma *R*.

687 **Resultados**

688 Foram capturados 175 morcegos nas colônias amostradas (Tabela 2). Foi verificada a
 689 diferença entre o peso antes e depois do forrageio dos indivíduos das espécies *Histiotus*
 690 *diaphanopterus* e *Nyctinomops laticaudatus*. Não foi constatada correlação significativa do
 691 BCI com o sexo dos indivíduos em nenhuma espécie. Com o modelo linear foi observada
 692 correlação significativa do BCI entre estações para *H. diaphanopterus* ($b = 0.037696$; $R^2 =$
 693 0.2396 ; $P = 0.00135$) e *N. laticaudatus* ($b = 0.020287$; $R^2 = 0.1689$; $P = 0.00811$), mostrando
 694 que na seca há um maior ganho significativo de peso para ambas as espécies (Figura 4). Não
 695 houve diferença significativa entre o BCI dos indivíduos saindo e voltando da colônia (*H.*
 696 *diaphanopterus*: $b = 0.018721$, $R^2 = 0.2396$, $P = 0.10467$; *N. laticaudatus*: $b = 0.008353$, $R^2 =$
 697 0.1689 , $P = 0.31966$). As comparações de peso dos indivíduos antes e depois do forrageio
 698 para as espécies *N. laticaudatus* ($t = -1.4595$; $df = 9$; $P = 0.1784$) e *H. diaphanopterus* ($t = -$
 699 2.9124 ; $df = 10$; $P = 0.0155$) não apresentaram valor significativo (Figura 5).

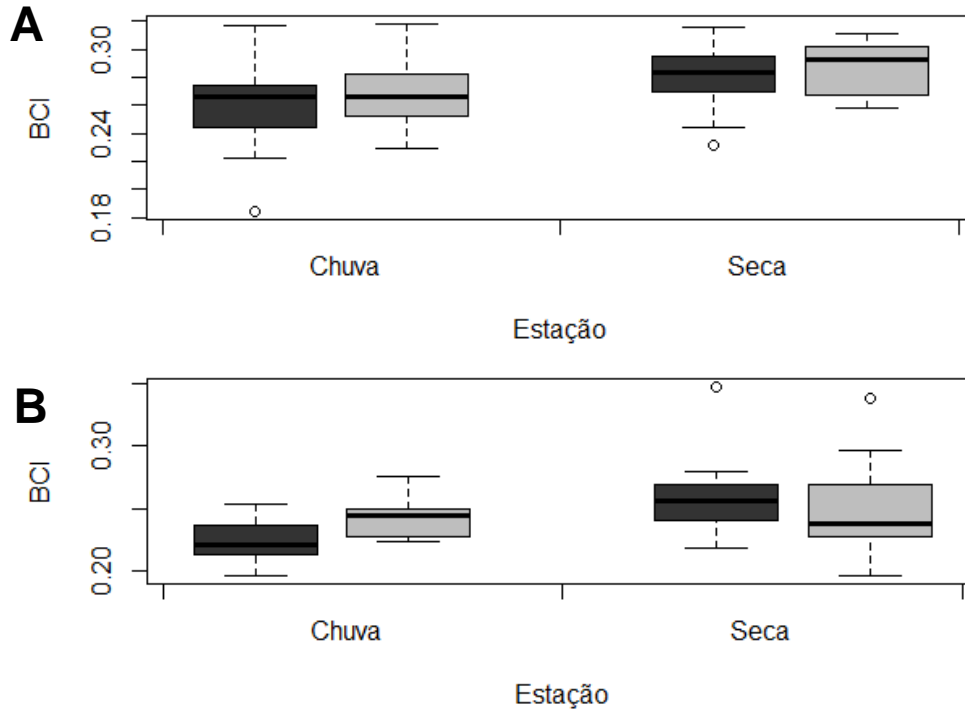
700 **Tabela 2.** Quantidade de indivíduos amostrados por espécie nas estações de seca e chuva, na saída e volta do forrageio.

| Espécie | Seca | | | Chuva | | | Total de captura |
|---------------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|------------------|
| | Saída | Volta | % recaptura | Saída | Volta | % recaptura | |
| <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 21 | 16 | 28.57 | 22 | 13 | 19.05 | 72 |
| <i>Histiotus diaphanopterus</i> | 12 | 8 | 25.00 | 16 | 10 | 50.00 | 46 |
| <i>Cynomops planirostris</i> | 4 | 6 | 0.00 | 13 | 5 | 23.07 | 28 |
| <i>Eumops perotis</i> | 1 | 1 | 0.00 | 7 | 5 | 14.28 | 14 |
| <i>Molossus molossus</i> | 5 | 0 | 0.00 | 3 | 7 | 10.00 | 15 |

701

702 Nas explorações dos dados de BCI foi observado um *outlier*, retirado por se
 703 desvincilhar muito da distribuição, podendo se tratar de um erro. Dos indivíduos coletados,
 704 amostras de fezes de 78 indivíduos variaram de um a nove *pellets* por *eppendorf*. Destas, 38
 705 amostras foram sequenciadas para os primers UEA3 e UEA4, e 45 para os primers UEA5 e
 706 UEA6. Esses resultaram em relações dos táxons encontrados nas fezes destes morcegos para

707 cada espécie (Apêndices: Tabelas S1 a S5). As curvas de acumulação de presas ao nível de
708 família (Figura 6) não chegam à assíntota para nenhuma das espécies de morcego.



710 **Figura 4.** Comparação do BCI da saída (cinza escuro) e volta (cinza claro) dos indivíduos das colônias
711 em cada uma das estações (chuva e seca) nas populações de *N. laticaudatus* (A) e *H. diaphanopterus*
712 (B). BCI entre estações para *N. laticaudatus* ($b = 0.020287$; $R^2 = 0.1689$; $P = 0.00811$) e *H.*
713 *diaphanopterus* ($b = 0.037696$; $R^2 = 0.2396$; $P = 0.00135$). Não houve diferença significativa entre o
714 BCI dos indivíduos de ambas as espécies entre a saída e retorno à colônia (*N. laticaudatus*: $b = 0.008353$,
715 $R^2 = 0.1689$, $P = 0.31966$; *H. diaphanopterus*: $b = 0.018721$, $R^2 = 0.2396$, $P = 0.10467$).
716
717

718 Para as análises comparativas de dieta entre estações, a espécie *E. perotis* foi retirada,
719 pois o único espécime capturado em época de chuva não defecou quando coletado.
720 Comparando a diversidade (ao nível de família dos insetos) da dieta de cada umas das
721 espécies de morcegos entre estações, não houve diferença significativa (*H. diaphanopterus*: b
722 $= 0.1181$, $R^2 = 0.01935$, $P = 0.6834$; *C. planirostris*: $b = -0.3648$, $R^2 = 0.1713$, $P = 0.30806$;
723 *N. laticaudatus*: $b = -0.1109$, $R^2 = 0.01061$, $P = 0.6940$; *M. molossus*: $b = 0.08595$, $R^2 =$
724 0.008127 , $P = 0.865$). No entanto, a composição da dieta entre espécies de morcegos ($R^2 =$
725 0.16345 , $df = 4$, $P = 0.001$) e entre estações ($R^2 = 0.04159$, $df = 1$, $P = 0.001$) variou

726 significativamente ao nível de família de insetos. Já quando comparamos a composição da
727 dieta ao nível de ordem (Figura 7), há variação entre as espécies de morcego ($R^2 = 0.21092$, df
728 $= 3$, $P = 0.001$), porém não é encontrada diferença significativa entre estações ($R^2 = 0.03472$,
729 $df = 1$, $P = 0.101$).

730

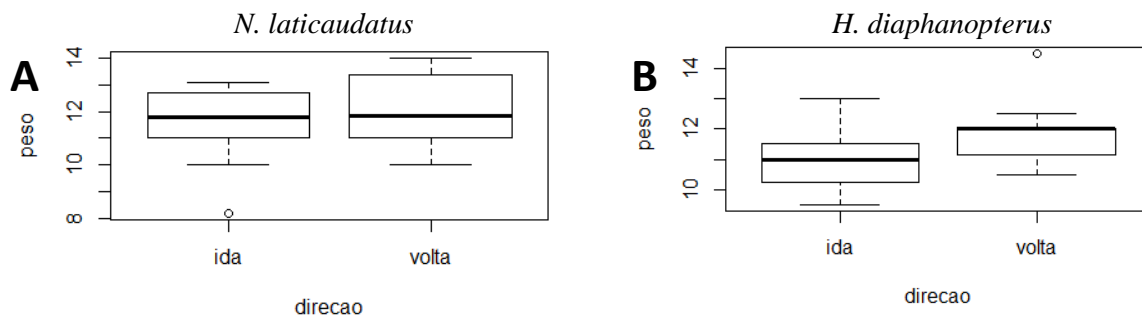
731

732

733

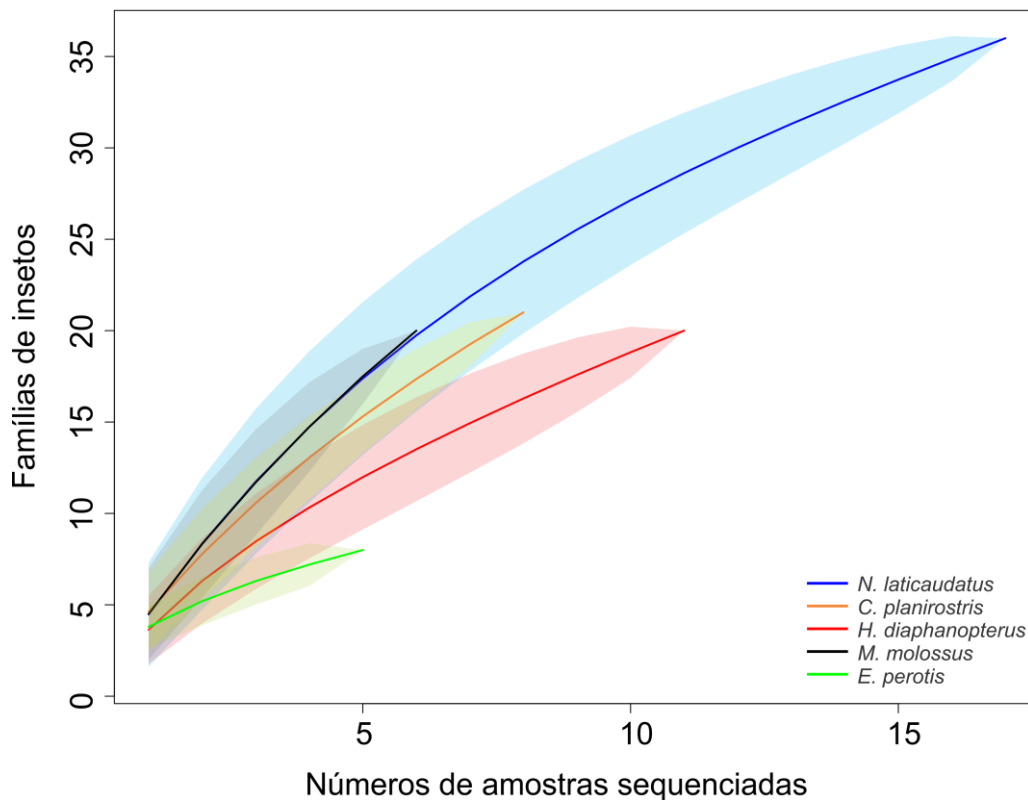
734

735



736 **Figura 5.** Comparação do peso dos indivíduos entre ida ou volta do forrageio. Não houve valor
737 significativas entre as variáveis em nenhuma das espécies. *Nyctinomops laticaudatus* (A) ($t = -1.4595$;
738 $df = 9$; $P = 0.1784$) e *Histiotus diaphanopterus* (B) ($t = -2.9124$; $df = 10$; $P = 0.0155$).

739

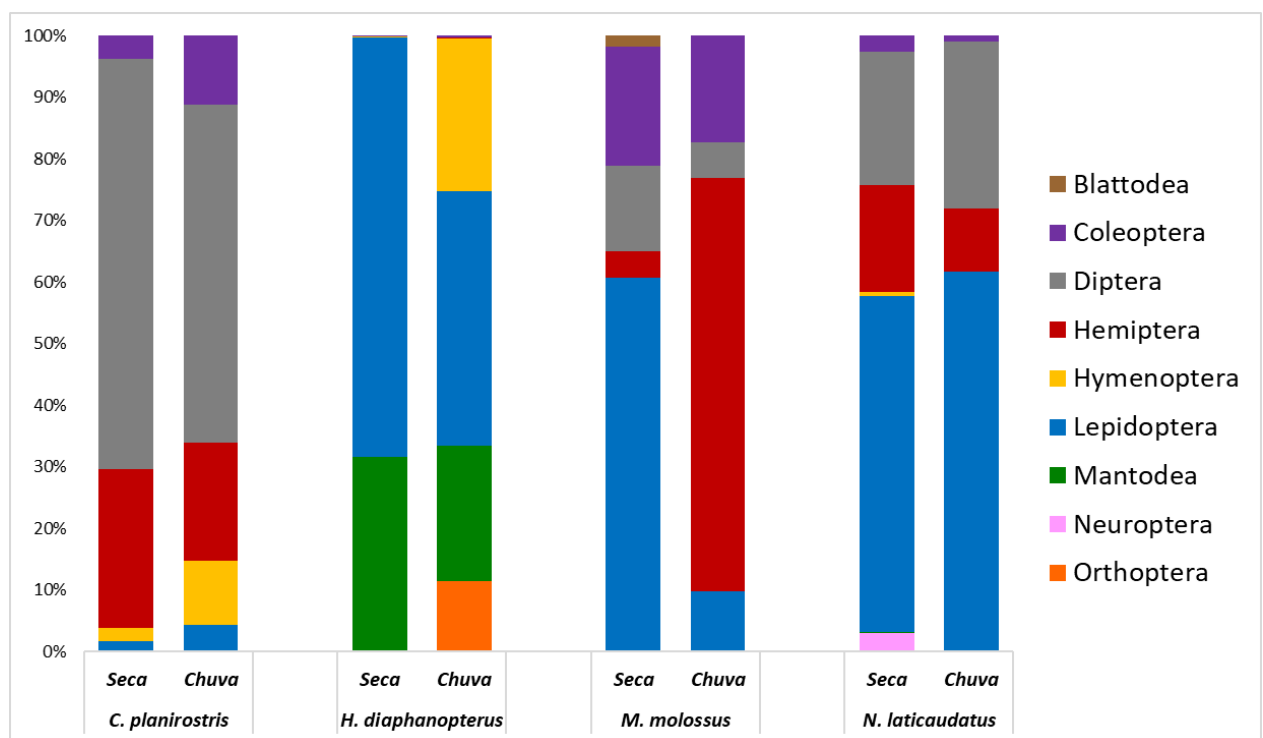


740

741

Figura 6. Curvas de acumulação de presas ao nível de família presentes na dieta de morcegos.

742 A espécie de mariposa *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), principal praga
 743 agrícola em cultura de milho e presente em outras diversas culturas agrícolas (Sparks, 1979;
 744 Buntin, 1986; Busato *et al.*, 2002; Cruz, 2002; Yu *et al.*, 2003; Farias *et al.*, 2014) esteve
 745 presente nas fezes de todos os morcegos. Essa e outras pragas agrícolas encontradas como
 746 presas na dieta dos morcegos estão compiladas na Tabela 5. Na dieta de *Molossus molossus*
 747 foi encontrado a espécie de mosquito *Culex declarator*, conhecido como vetor epidemiológico
 748 de encefalite e dirofilariose, sobretudo na Amazônia (Vasconcelos *et al.*, 1991; Labarthe *et*
 749 *al.*, 1998).



750 **Figura 7.** Abundância relativa das ordens de inseto presente na dieta das espécies de morcegos em
 751 área urbana. As abundâncias refletem o número de leituras de cada MOTU associada a ordem a cada
 752 10000 leituras. Há variação significativa da composição da dieta entre as espécies de morcego ($R^2 =$
 753 0.21092 , $P = 0.001$), porém não entre estações ($R^2 = 0.03472$, $P = 0.101$).
 754
 755

756 Na análise das redes de interação entre predadores e suas presas, observamos que no
 757 período de seca, as espécies de morcego tendem a ampliar o número de famílias de insetos
 758 presentes na dieta, com exceção de *C. planirostris* que possui um padrão contrário, ampliando

759 o número de famílias de insetos presentes na dieta no período de chuva (Figuras 10). Por
 760 consequência, a métrica de especialização da rede mostra que as espécies representadas na
 761 rede no período de chuva são significativamente mais especializadas que as espécies no
 762 período de seca (Tabela 4). No período de chuva, a espécie mais especializada é *H.*
 763 *diaphanopterus*, enquanto no período de seca é *C. planirostris*, que apresenta um padrão de
 764 especialização diferente das demais espécies, sendo pouco especializada na chuva (Tabela 3;
 765 Figura 8).

Tabela 3. Grau de especialização para cada espécie de morcego nas duas estações.

| | <i>H. diaphanopterus</i> | <i>N. laticaudatus</i> | <i>M. molossus</i> | <i>C. planirostris</i> |
|--------------|--------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Seca | 0.679 | 0.319 | 0.503 | 0.818 |
| Chuva | 0.789 | 0.425 | 0.619 | 0.742 |

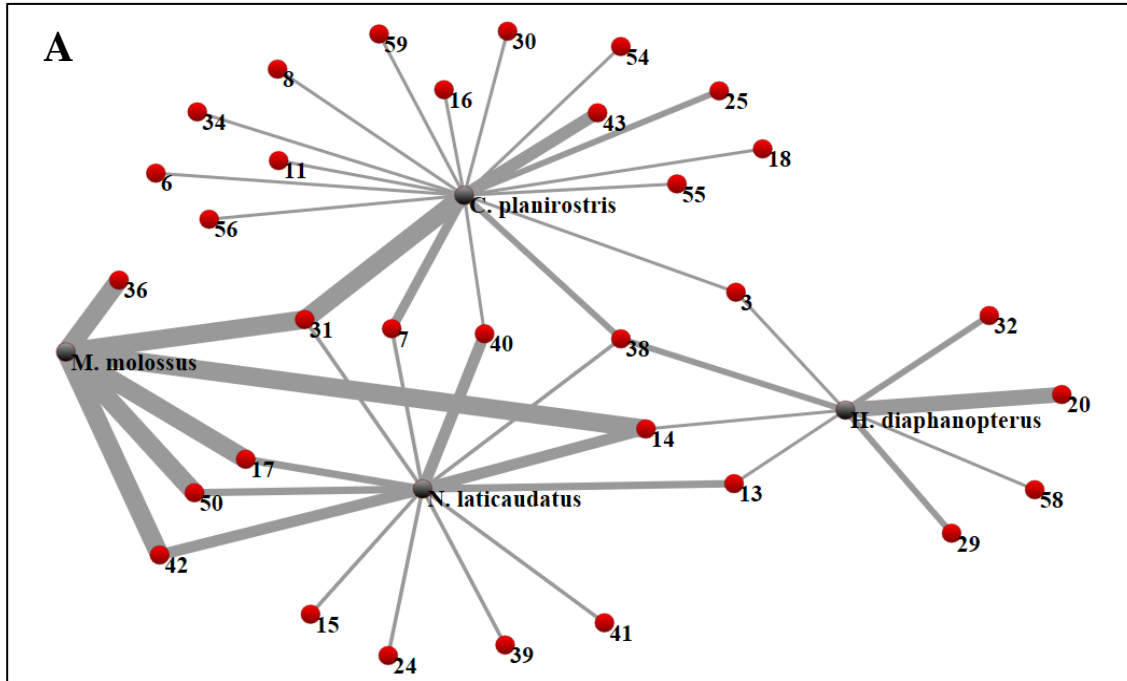
767

768 A maior rede, mais conectada e com maior grau médio se apresenta no período de seca
 769 (Tabela 4). As redes, nas duas estações, apresentam baixa modularidade, com diferença não
 770 significativa. Na época de seca, as famílias de insetos com maior importância específica
 771 dentro da rede são Noctuidae, pertencente a ordem Lepidoptera ($I_{ij} = 0.503$) e Alydidae,
 772 pertencente a ordem Hemiptera ($I_{ij} = 0.455$). Já em época de chuva, as famílias mais
 773 importantes são Lygaeidae, ordem Hemiptera ($I_{ij} = 0.411$) e Culicidae, ordem Diptera ($I_{ij} =$
 774 0.371). Uma lista com a importância específica de cada presa na dieta dos morcegos nas duas
 775 estações é apresentada nos Apêndices (Tabela S6).

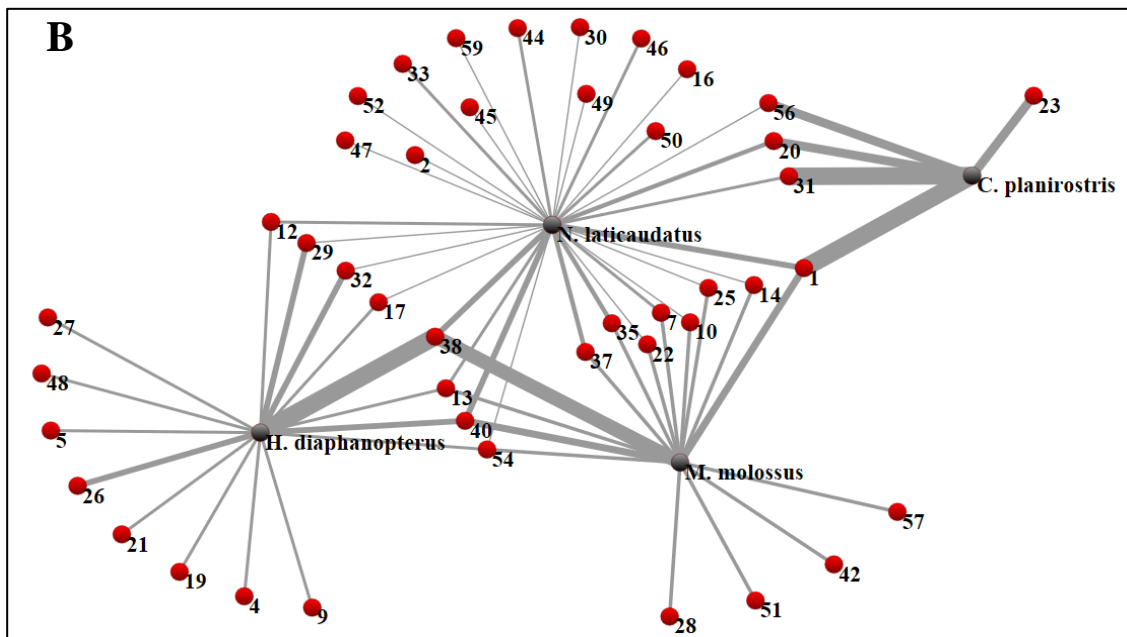
776

Tabela 4. Métricas de rede da comunidade trófica. **S** = tamanho da rede; **C** = conectância; **H₂'** = grau de especialização da comunidade; **Mq** = modularidade da rede.

| | Grau médio | S | C | H ₂ ' | Mq |
|--------------|------------|----|-------|------------------|-------|
| Seca | 2.19 | 48 | 0.293 | 0.58 | 0.45 |
| Chuva | 1.45 | 36 | 0.194 | 0.64 | 0.47 |
| P | - | - | - | 0.001 | 0.595 |



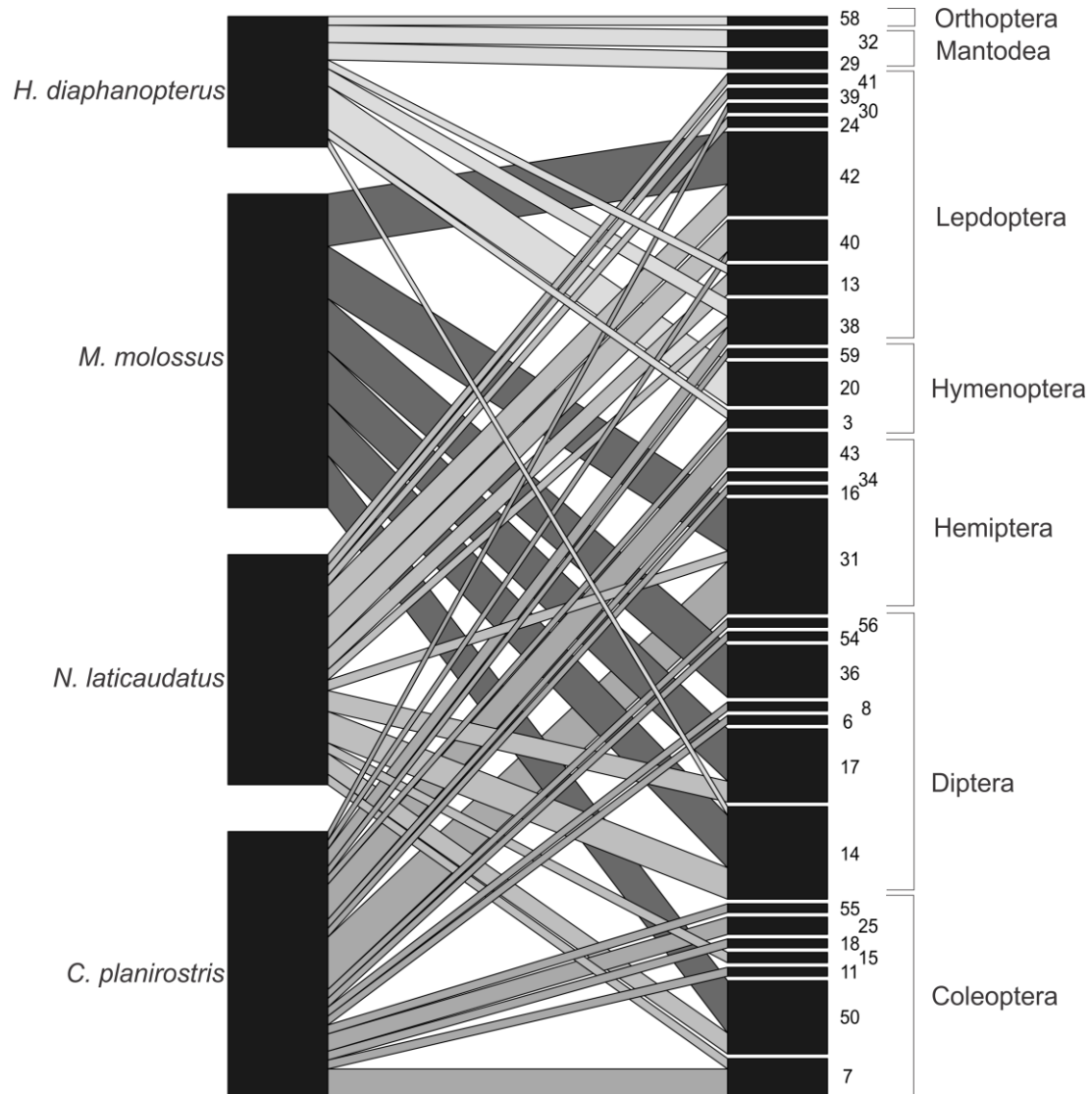
777



778

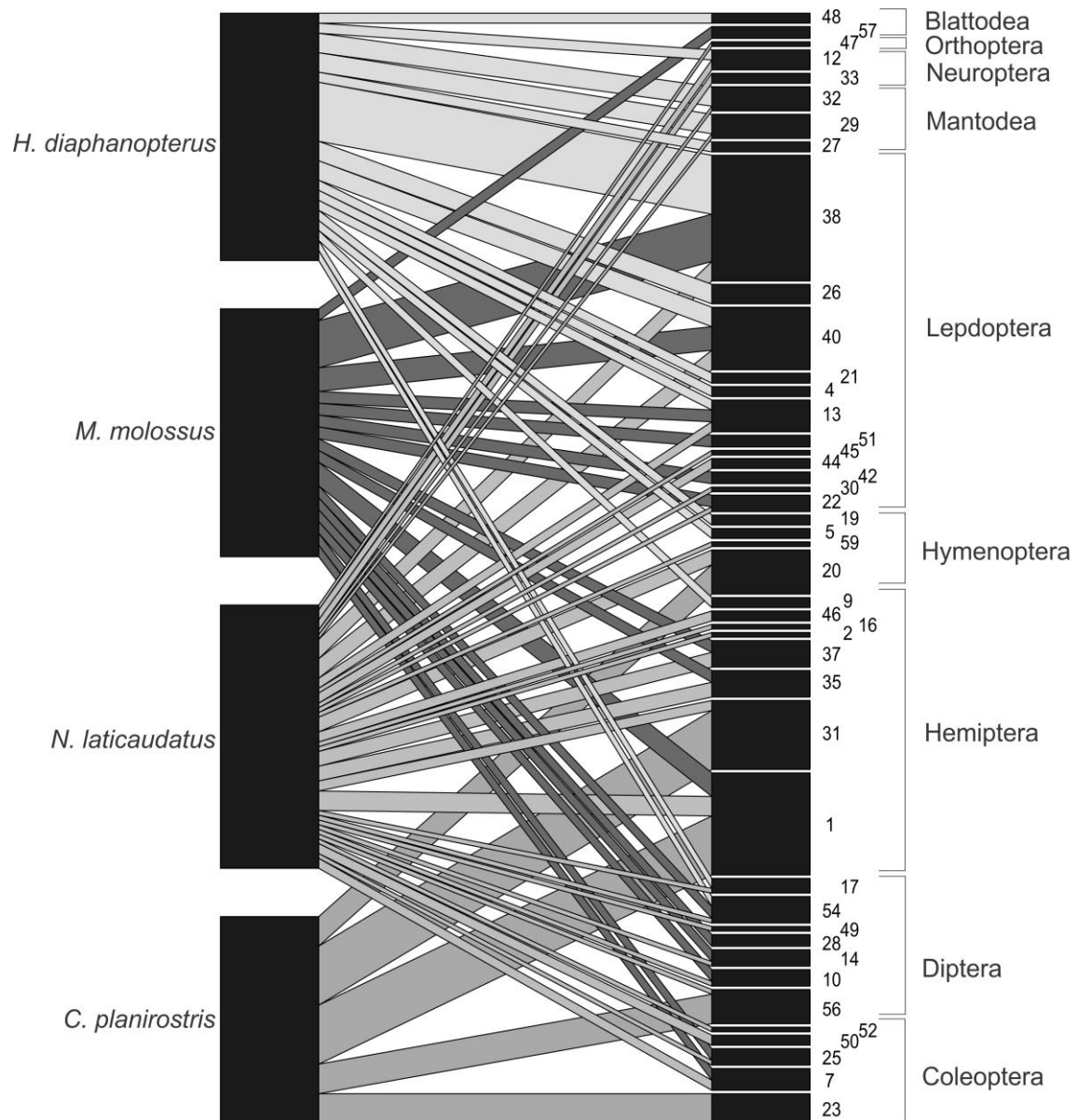
779 **Figura 8.** Redes de interação entre morcegos insetívoros e suas presas em área urbana em período de
 780 chuva (A) e seca (B). Esferas pretas representam morcegos e esferas vermelhas representam famílias
 781 de insetos. A espessura da linha indica a força da interação morcego-inseto. As famílias de insetos
 782 comuns em períodos de seca e chuva: 7-Carabidae, 13-Crambidae, 14-Culicidae, 16-Delphacidae, 17-
 783 Drosophilidae, 20-Formicidae, 25-Gyrinidae, 29-Liturgusidae, 30-Lycaenidae, 31-Lygaeidae, 32-
 784 Mantidae, 38-Noctuidae, 40-Nymphalidae, 42-Papilionidae, 50-Scarabaeidae, 54-Syrphidae, 56-
 785 Tephritidae, 59-Vespidae. As famílias encontradas apenas no período de seca: 1-Alydidae, 2-
 786 Aphididae, 4-Batrachedridae, 5-Braconidae, 9-Cercopidae, 10-Chironomidae, 12-Chrysopidae, 19-
 787 Eucharitidae, 21-Gelechiidae, 22-Geometridae, 23-Geotrupidae, 26-Hesperiidae, 27-Hymenopodidae,

788 28-Limoniidae, 33-Mantispidae, 35-Miridae, 37-Nabidae, 44-Plutellidae, 45-Pyralidae, 46-
 789 Pyrrhocoridae, 47-Rhaphidophoridae, 48-Rhinotermitidae, 49-Sarcophagidae, 51-Sesiidae, 52-
 790 Staphylinidae, 57-Termitidae. As famílias encontradas apenas no período de chuva: 3-Apidae, 6-
 791 Calliphoridae, 8-Cecidomyiidae, 11-Chrysomelidae, 15-Curculionidae, 18-Dytiscidae, 24-
 792 Gracillariidae, 34-Membracidae, 36-Mycetophilidae, 39-Nolidae, 41-Oecophoridae, 43-Pentatomidae,
 793 55-Tenebrionidae, 58-Tettigoniidae.
 794



795

796 **Figura 9.** Rede de interação bipartida relacionando morcegos insetívoros e suas presas em área urbana
 797 em período de chuva. A espessura das barras cinzas corresponde à frequência que cada família de inseto
 798 ocorre como item alimentar das espécies de morcego. 3-Apidae, 6-Calliphoridae, 7-Carabidae, 8-
 799 Cecidomyiidae, 11-Chrysomelidae, 13-Crambidae, 14-Culicidae, 15-Curculionidae, 16-Delphacidae,
 800 17-Drosophilidae, 18-Dytiscidae, 20-Formicidae, 24-Gracillariidae, 25-Gyrinidae, 29-Liturgusidae, 30-
 801 Lycaenidae, 31-Lygaeidae, 32-Mantidae, 34-Membracidae, 36-Mycetophilidae, 38-Noctuidae, 39-
 802 Nolidae, 40-Nymphalidae, 41-Oecophoridae, 42-Papilionidae, 43-Pentatomidae, 50-Scarabaeidae, 54-
 803 Syrphidae, 55-Tenebrionidae, 56-Tephritidae, 58-Tettigoniidae, 59-Vespidae.
 804



805

806 **Figura 10.** Rede de interação bipartida relacionando morcegos insetívoros e suas presas em área urbana
 807 em período de seca. A espessura das barras cinzas corresponde à frequência que cada família de inseto
 808 ocorre como item alimentar das espécies de morcego. **1-Alydidae, 2-Aphididae, 4-Batrachedridae, 5-**
 809 **Braconidae, 7-Carabidae, 9-Cercopidae, 10-Chironomidae, 12-Chrysopidae, 13-Crambidae, 14-**
 810 **Culicidae, 16-Delphacidae, 17-Drosophilidae, 19-Eucharitidae, 20-Formicidae, 21-Gelechiidae, 22-**
 811 **Geometridae, 23-Geotrupidae, 25-Gyrinidae, 26-Hesperiidae, 27-Hymenopodidae, 28-Limoniidae, 29-**
 812 **Liturgusidae, 30-Lycaenidae, 31-Lygaeidae, 32-Mantidae, 33-Mantispidae, 35-Miridae, 37-Nabidae,**
 813 **38-Noctuidae, 40-Nymphalidae, 42-Papilionidae, 44-Plutellidae, 45-Pyralidae, 46-Pyrrhocoridae, 47-**
 814 **Rhaphidophoridae, 48-Rhinotermitidae, 49-Sarcophagidae, 50-Scarabaeidae, 51-Sesiidae, 52-**
 815 **Staphylinidae, 54-Syrphidae, 56-Tephritidae, 57-Termitidae, 59-Vespidae**
 816

Tabela 5. Relação de espécies-praga de insetos presente na dieta de morcegos insetívoros, suas abundâncias relativas nas fezes e potenciais culturas afetadas. **Cp** = *C. planirostris*, **Ep** = *E. perotis*, **Hd** = *H. diaphanopterus*, **Mm** = *M. molossus*, **Nl** = *N. laticaudatus*.

| Espécie praga | Predador (abundância%*) | Culturas afetadas | Referência |
|---------------------------------|---|---|--|
| Hemiptera | | | |
| <i>Neomegalotomus parvus</i> | Mm (2.87) Cp (0.18) Nl (3.26) | Feijão; soja; arroz | Ventura <i>et al.</i> , 2000; Ventura & Panizzi, 2003. |
| <i>Rhopalosiphum padi</i> | Nl (0.04) | Aveia; trigo. | Ronquim <i>et al.</i> , 2004. |
| Lepidoptera | | | |
| <i>Diatraea saccharalis</i> | Hd (0.01) | Cana-de-açúcar; milho. | Botelho, 1992; Cruz, 2007; |
| <i>Elasmopalpus lignosellus</i> | Nl (5.88) | Trigo; feijão-de- corda; soja; milho; arroz. | Gassen, 1984; Viana & Costa, 1995; Hoffmann- Campo <i>et al.</i> , 2000; Martins <i>et al.</i> , 2009. |
| <i>Elaphria agrotina</i> | Mm (9.10) Hd (1.06) | Soja; milho. | Specht <i>et al.</i> , 2014; Specht <i>et al.</i> , 2019. |
| <i>Feltia jaculifera</i> | Hd (0.25) | Soja. | Muredzi, 2013. |
| <i>Helicoverpa zea</i> | Hd (0.05) Ep (0.23) | Milho. | Matrangolo <i>et al.</i> , 1998. |
| <i>Pyrausta nana</i> | Nl (0.05) | Hortelã; manjeriço. | Cochagne & Eusebio, 2017. |
| <i>Spodoptera eridania</i> | Mm (0.12) | Soja; algodão; alfafa. | Hichings & Rabinovich 1974; Michereff-Filho <i>et al.</i> , 2008; Santos <i>et al.</i> , 2010; Bortolotto <i>et al.</i> , 2014; Montezano <i>et al.</i> , 2014. |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Mm (16.20) Hd (12.40) Nl (3.48) Ep (0.22) Cp (0.05) | Soja; milho; algodão; arroz; amendoim; sorgo; feijão- fradinho. | Sparks, 1979; Buntin, 1986; Busato <i>et al.</i> , 2002; Cruz, 2002; Yu <i>et al.</i> , 2003; Farias <i>et al.</i> , 2014; |
| <i>Plutella xylostella</i> | Nl (0.50) | Repolho; couve- flor; brócolis; canola. | Zalucki <i>et al.</i> , 2012. |

817 *Abundância relativa média de leituras por 10000 leituras.

818

819 **Discussão**

820 Embora não tenha havido diferença significativa entre o peso dos indivíduos na saída e
821 no retorno do forrageio, foi observado que os indivíduos das colônias de *H. diaphanopterus* e
822 *N. laticaudatus* estão com BCI maior em período de seca, em comparação ao período de
823 chuva, o que reflete também uma maior massa corporal dos indivíduos nesta estação, que é o
824 contrário do esperado para a primeira hipótese. Talvez isso ocorra porque no período de seca
825 há a necessidade de acumular mais reserva energética do que no período de chuva, uma vez
826 que na chuva há maior probabilidade de encontrar presas portanto, é possível forragear sem a
827 necessidade de estocar reservas.

828 A diferença não significativa entre o peso dos indivíduos que saem e chegam das
829 colônias provavelmente se deu pela característica peculiar da digestão e liberação de fezes
830 desse grupo. Ao voltar para a colônia, o morcego não porta em seu trato digestório todos os
831 alimentos consumidos durante a noite. Esses animais possuem a digestão muito rápida
832 (Buchler, 1975; Staliński, 1994), o que gera fezes que são liberadas em pleno voo ou em
833 momentos de pouso, ou seja, apenas a parte absorvida e o alimento recém consumido
834 permanecem no organismo dos morcegos no retorno à colônia, o que gera qualquer estimativa
835 quantitativa de consumo de insetos subestimada.

836 A literatura identifica vários fatores que podem explicar os diferentes padrões de
837 abundância e diversidade observados nas dietas dos quirópteros insetívoros. Alguns sugerem
838 acreditam que os morcegos possuem uma preferência alimentar determinada pela
839 disponibilidade e abundância dos insetos presentes no ambiente, ou seja, quanto mais
840 abundante (ou em períodos mais abundantes) maior será a seletividade e/ou especialização na
841 dieta (Agosta *et al.* 2003; Akasaka *et al.* 2009; Anthony & Kunz 1977; Fenton & Thomas
842 1980; Hayes 1997). Um outro ponto de vista, não excludente, diz que há um esforço temporal

843 ou espacial associado à estrutura morfológica dos morcegos para evitar sobreposição de
844 forrageio com outras espécies de morcegos (Aldridge & Rautenbach, 1987; Kunz, 1973;
845 Militão, 2017). Há estudos, ainda, que correlacionam uma dieta mais especializada ao estado
846 crítico do estado de conservação da espécie de morcego (Boyles & Storm, 2007). Nas áreas
847 urbanas, a iluminação pública age positivamente para o forrageio dos morcegos insetívoros,
848 pois permite maior concentração dos insetos próximos aos postes de luz (Blake *et al.*, 1994;
849 Rydell & Racey, 1995), o que pode, também, interferir na dieta.

850 Neste estudo, observamos que no período de seca, a dieta dos morcegos ampliou em
851 número de famílias de insetos predados em comparação ao período de chuva, com exceção de
852 *C. planirostris*. Esse padrão observado pode ser explicado pela maior seleção de presas por
853 morcegos das espécies *H. diaphanopterus*, *N. laticaudatus* e *M. molossus* em período de
854 chuva, guiado pela disponibilidade de recursos, o que corrobora a segunda hipótese. Embora
855 não observemos diferença significativa da diversidade da dieta entre estações, observamos
856 diferença na composição ao nível de família, mostrando que entre as estações, há uma
857 diferença dos itens alimentares presentes na dieta. Essa diferença não é observada quando
858 comparado a dieta entre estações ao nível de ordem, o que sugere que níveis superiores de
859 identificação taxonômica de insetos podem camuflar uma ampliação na composição da dieta,
860 que só pode ser observada em níveis taxonômicos mais baixos, portanto, é recomendado a
861 utilização de técnicas que tragam maior refinamento à análise de dietas animais, como o *DNA*
862 *metabarcoding*, a fim de observar padrões que poderiam não ser observados analisando
863 exoesqueletos de fezes ou outra técnica de análise visual.

864 Para *C. planirostris*, a ampliação da dieta em número de famílias de insetos ocorreu no
865 período de chuva, enquanto a especialização foi observada na seca, o que pode estar associado
866 a um comportamento de forrageio diferenciado nessa espécie. No momento da coleta dos

867 indivíduos foi observado que o tempo entre a saída e o retorno do forrageio foi muito curto
868 (cerca de uma hora) para esta espécie, o que sugere que *C. planirostris* não voa longas
869 distâncias para forragear. Para as demais espécies, o retorno ao abrigo só ocorria no fim da
870 madrugada. Esse comportamento pode refletir nos itens alimentares de *C. planirostris* que são
871 diferentes daqueles observados nas demais espécies (Figura 7). Vieses amostrais também
872 podem ter influenciado nesse padrão, pois no período de seca, houve um baixo número de
873 amostras de fezes destes indivíduos (n=2). É possível que, com o aumento amostral,
874 encontrássemos um maior número de insetos na dieta semelhante ao encontrado para as
875 demais espécies.

876 Mesmo em período de chuva, momento que a dieta é mais especializada, foi observada
877 uma diversidade muito maior de táxons encontrados nas fezes dos morcegos insetívoros
878 utilizando *metabarcoding*, em comparação àqueles estudos que analisam visualmente os
879 restos de exoesqueleto. Isso pode se dar por um viés que existe na amostragem visual da dieta,
880 sendo encontrada mais facilmente regiões duras e seus táxons associados, em contraponto a
881 insetos com um teor maior de regiões moles. Portanto, recomenda-se que estudos de dieta,
882 inclusive para outros predadores, sejam realizados utilizando métodos de sequenciamento de
883 próxima geração para resultados mais completos. Coleoptera, por exemplo, que é
884 classicamente um dos itens alimentares predominantes na dieta desses morcegos, teve uma
885 baixa abundância neste estudo e em outros que utilizam *metabarcoding* (Aizpurua *et al.*,
886 2018; Galan *et al.*, 2018). Esta baixa abundância também pode estar associada a alta
887 variabilidade da região amplificada (COI) em Coleopteros, que pode mascarar sinais
888 filogenéticos, sobretudo em níveis taxonômicos superiores (Howland & Hewitt, 1995; Zhang
889 & Hewitt, 1997).

890 Em nenhuma das espécies de morcegos vimos uma assíntota na curva de acumulação de
891 famílias de insetos associadas às fezes (Figura 6). Logo, qualquer relação de insetos pode
892 ainda ser considerada uma subamostra do real potencial de composição da dieta desses
893 morcegos.

894 Nas redes de interação representando o período de seca, mais famílias de presas estão
895 presentes no centro da rede, ou seja, diferentes morcegos estão sobrepondo insetos
896 consumidos tornando a rede mais conectada. Isso está associado a menor disponibilidade de
897 insetos nessa estação (Silva *et al.*, 2011) e, também por causa disso, mais *links* são feitos entre
898 predador e presas, tendo os morcegos que ampliar o número de famílias de insetos presentes
899 na dieta, tornando a rede maior e mais conectada. Já no período de chuva, há um menor
900 número de *links* e uma menor sobreposição de dieta, uma vez que os morcegos tendem a
901 selecionar melhor suas presas. Essa observação corrobora a terceira hipótese que previa
902 menos sobreposição da dieta dos morcegos no período de seca e maior especialização no
903 período de chuva, o que pode diminuir a competição por um mesmo recurso entre as espécies
904 de morcegos na estação chuvosa.

905 É interessante observar que as famílias de insetos estatisticamente mais importantes
906 para as redes em ambas estações, são aquelas que possuem um maior número de *links* com
907 diferentes espécies de morcegos, aparecendo no centro da rede. Possivelmente refletindo nas
908 famílias de insetos mais abundantes nos locais de forrageio, nas respectivas estações. No
909 período de seca, por exemplo, a família de insetos mais importante para a rede foi a
910 Noctuidae, conhecida por possuir espécies-praga de algumas plantações. A abundância das
911 espécies dessa família está sincronizada com a época de plantio de algumas culturas (Barros
912 *et al.*, 2010), aumentando sua disponibilidade como alimento para os morcegos.

913 Não conseguimos observar um padrão de modularidade nas redes, contudo, quando
914 comparamos os itens presentes na dieta entre as espécies de morcegos, seja ao nível de família
915 (Figuras 9 e 10) ou ordem (Figura 7) vemos a existência de complementariedade na dieta
916 desses morcegos, provavelmente devido a estratégia de segregação de nicho alimentar,
917 evidenciando a inexistência de espécie-chave para a supressão de insetos de maneira
918 generalizada, necessitando de uma maior diversidade de morcegos para abranger o controle
919 populacional de mais táxons de insetos.

920 Também é interessante o registro do aparecimento de insetos de interesse agrícola na
921 dieta dos morcegos, ainda que na área urbana, o que surpreendeu, uma vez que era esperado
922 um maior número de insetos de interesse epidemiológico nesse tipo de habitat, pois em áreas
923 urbanas esses insetos são abundantes (Robinson, 1996; Zurek & Gorham, 2008), tendo sido
924 encontrado apenas *Culex declarator* na dieta de *M. molossus*, inseto vetor de encefalite e
925 dirofilariose. A presença destas potenciais pragas de uma série de culturas (Tabela 5) pode
926 levantar o questionamento de até onde os morcegos se deslocam para forragear. Próximo às
927 cidades estudadas é possível encontrar culturas agrícolas em meio à uma extensa zona rural e
928 áreas de conservação (Figura 1), onde estes morcegos podem estar forrageando. Ou ainda é
929 possível que a área urbana não aja como barreira para esses insetos, permitindo sua presença
930 nas cidades.

931 De maneira geral, estes insetos-praga aparecem de forma esporádica na dieta dos
932 morcegos avaliados, com baixa abundância. Porém, a mariposa da espécie *Spodoptera*
933 *frugiperda* chegou a compor 16.2% da dieta total de *M. molossus* e 12.4% da dieta de *H.*
934 *diaphanopterus*. Esta espécie de mariposa é conhecida como praga agrícola de culturas como
935 soja, milho, algodão, arroz, e possui uma tendência de expansão de sua distribuição tendo sido
936 registrada no continente africano pela primeira vez por Goergen *et al.* (2016). Além disso,

937 *Elaphria agrotina*, praga de soja e milho, compôs 9.1% da dieta de *M. mollosus*. Isso
938 corrobora a quarta hipótese, mostrando que os morcegos urbanos são potenciais provedores
939 de serviços ecossistêmicos, trabalhando para um gargalo populacional das populações desses
940 insetos praga e abre um leque para que futuros estudos sejam implementados na valoração
941 desses serviços. Observou-se também, que há certa complementariedade ecológica nos
942 serviços prestados pelos morcegos, mostrando que a adição de morcegos prestadores de
943 serviços adicionará também serviços prestados.

944 Este é o primeiro estudo que avalia a dieta de morcegos insetívoros em área urbana com
945 abordagem DNA metabarcoding na região neotropical e o primeiro a descrever a dieta de
946 *Histiotus diaphanopterus*, que particularmente possui uma dieta muito diferente do conhecido
947 para os demais Vespertilionidae, onde as principais ordens presentes em sua dieta foram
948 Lepidoptera, Mantodea, Hymenoptera e Orthoptera.

949 Este tipo de estudo é de suma importância em regiões inseridas em *hotspots* de
950 biodiversidade que possuem uma expansão rápida das cidades, pois pouco se conhece o
951 impacto dessas mudanças na fauna silvestre (Nunes *et al.*, 2017). E morcegos são excelentes
952 modelos bioindicadores (Jones *et al.*, 2009), pois apesar de sua característica sinantrópica,
953 resilientes às condições ecológicas criadas pela atividade humana e, por vezes, sinurbanas,
954 beneficiando-se com os ambientes urbanos, alterações em suas atividades podem alertar sobre
955 graves consequências da urbanização na vida silvestre. Conhecer o quanto esses morcegos são
956 importantes na regulação de insetos também nas cidades, pode sensibilizar os tomadores de
957 decisões para uma administração e criação de habitats que sejam compatíveis às populações
958 de animais selvagens dentro das cidades, numa ‘reconciliação urbana’ (Rosenzweig, 2003;
959 Gallo *et al.*, 2018) permitindo que esses animais permaneçam resilientes e evitando a perda de
960 biodiversidade nas cidades.

961 **Referências**

- 962 Adams, L. W. (1994). Urban wildlife habitats: a landscape perspective (Vol. 3). U of
963 Minnesota Press.
- 964 Adams, L. W. (2005). Urban wildlife ecology and conservation: a brief history of the
965 discipline. *Urban Ecosystems*, 8(2), 139-156.
- 966 Agosta, S. J., Morton, D., & Kuhn, K. M. (2003). Feeding ecology of the bat *Eptesicus*
967 *fuscus*: 'preferred' prey abundance as one factor influencing prey selection and diet
968 breadth. *Journal of Zoology*, 260(2), 169-177.
- 969 Aguiar, L. M. S. & Antonini, Y. (2008). Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera:
970 Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (1):
971 28-31.
- 972 Aguiar, L. M. S.; Camargo, A. J. A. & Moreira, J. R. (2008). Serviços ecológicos prestados
973 pela fauna na agricultura do Cerrado. In: Parron, L. M.; Aguiar, L. M. S.; Duboc, E.;
974 Oliveira-Filho, E. C.; Camargo, A. J. A. (eds). Cerrado: desafios e oportunidades para o
975 desenvolvimento sustentável, 193–228. *Embrapa Cerrados*, Planaltina, Distrito Federal,
976 Brazil.
- 977 Aizpurua, O., Budinski, I., Georgiakakis, P., Gopalakrishnan, S., Ibañez, C., Mata, V., ... &
978 Zrncic, V. (2018). Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest
979 arthropods across Europe: Evidence from DNA metabarcoding. *Molecular Ecology*,
980 27(3), 815-825.
- 981 Akasaka, T.; Nakano, D. & Nakamura, F. (2009). Influence of prey variables, food supply,
982 and river restoration on the foraging activity of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) in
983 the Shibetsu River, a large lowland river in Japan. *Biological Conservation*. Vol 142(7):
984 1302-1310.

- 985 Alberdi, A., Aizpurua, O., Gilbert, M. T. P., & Bohmann, K. (2018). Scrutinizing key steps
986 for reliable metabarcoding of environmental samples. *Methods in Ecology and Evolution*,
987 9(1), 134-147.
- 988 Aldridge, H. D. J. N. & Rautenbach, I. L. (1987). Morphology, Echolocation and Resource
989 Partitioning in Insectivorous Bats. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 56, No. 3, 763-778.
- 990 Amaral, T. S., Macário, L. M., & Aguiar, L. M. S. 2016. Testing the Coexistence of *Artibeus*
991 *lituratus* and *A. planirostris* in a Neotropical Savanna. *Acta Chiropterologica*, 18(2), 441–
992 449.
- 993 Andrianaivoarivelo, A. R., Ranaivoson, N., Racey, P. A., & Jenkins, R. K. (2006). The diet of
994 three synanthropic bats (Chiroptera: Molossidae) from eastern Madagascar. *Acta*
995 *Chiropterologica*, 8(2), 439-444.
- 996 Anthony, L. P & Kunz, T. H. (1977). Feeding Strategies of the Little Brown Bat, *Myotis*
997 *lucifugus*, in Southern New Hampshire. *Ecology*. Vol. 58, No. 4, 775-786.
- 998 Araújo, W. S. 2013. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos
999 herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia*, 10(1): 1–7.
- 1000 Aspetsberger, F., Brandsen, D., & Jacobs, D. S. (2003). Geographic variation in the
1001 morphology, echolocation and diet of the little free-tailed bat, *Chaerephon pumilus*
1002 (Molossidae). *African Zoology*, 38(2), 245-254.
- 1003 Avila-Flores, R., & Fenton, M. B. (2005). Use of spatial features by foraging insectivorous
1004 bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy*, 86(6), 1193-1204.
- 1005 Avila-Flores, R., Flores-Martínez, J. J., & Ortega, J. (2002). *Nyctinomops laticaudatus*.
1006 *Mammalian Species*, 697, 1–6.

- 1007 Baker, P. J., & Harris, S. (2007). Urban mammals: what does the future hold? An analysis of
1008 the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal*
1009 *Review*, 37(4), 297-315.
- 1010 Barclay, R. M., & Brigham, R. M. (1991). Prey detection, dietary niche breadth, and body
1011 size in bats: why are aerial insectivorous bats so small?. *The American Naturalist*, 137(5),
1012 693-703.
- 1013 Barros, E. M., Torres, J. B., & Bueno, A. F. (2010). Oviposição, desenvolvimento e
1014 reprodução de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes
1015 hospedeiros de importância econômica. *Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado*
1016 (ALICE).
- 1017 Bartonicka, T., & Zúkal, J. (2003). Flight activity and habitat use of four bat species in a
1018 small town revealed by bat detectors. *Folia Zoologica--PRAHA-*, 52(2), 155-166.
- 1019 Bell, G. P. (1982). Behavioral and ecological aspects of gleaning by a desert insectivorous
1020 bat, *Antrozous pallidus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Behav Ecol Sociobiol*, 10: 217-
1021 223.
- 1022 Blake, D., Hutson, A. M., Racey, P. A., Rydell, J. & Speakman, J. R. (1994). Use of lamplit
1023 roads by foraging bats in southern England. *Journal of Zoology*, 234: 453-462.
- 1024 Bobrowiec, P. E. D., & Cunha, R. M. (2010). Leaf-consuming behavior in the big fruit-eating
1025 bat, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)(Chiroptera: Phyllostomidae), in an urban area of
1026 Southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 16(1), 595-599.
- 1027 Bohmann, K., Gopalakrishnan, S., Nielsen, M., Nielsen, L. D. S. B., Jones, G., Streicker, D.
1028 G., & Gilbert, M. T. P. (2018). Using DNA metabarcoding for simultaneous inference of
1029 common vampire bat diet and population structure. *Molecular Ecology Resources*, 18(5),
1030 1050-1063.

- 1031 Bohmann, K., Monadjem, A., Noer, C. L., Rasmussen, M., Zeale, M. R., Clare, E., ... &
1032 Gilbert, M. T. P. (2011). Molecular diet analysis of two African free-tailed bats
1033 (Molossidae) using high throughput sequencing. *PloS one*, 6(6), e21441.
- 1034 Bortolotto, O. C., Silva, G. V., de Freitas Bueno, A., Pomari, A. F., Martinelli, S., Head, G.
1035 P., ... & Barbosa, G. C. (2014). Development and reproduction of *Spodoptera eridania*
1036 (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera:
1037 Platygastriidae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701× MON 89788.
1038 *Bulletin of Entomological Research*, 104(6), 724-730.
- 1039 Botelho, P. S. M. (1992). Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis*
1040 utilizando parasitóides. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27(13), 255-262.
- 1041 Boyer, F., Mercier, C., Bonin, A., Le Bras, Y., Taberlet, P., & Coissac, E. (2016). Obitools: a
1042 unix-inspired software package for DNA metabarcoding. *Molecular Ecology Resources*,
1043 16(1), 176-182.
- 1044 Boyles J. G. & Storm J. J. (2007). The perils of picky eating: dietary breadth is related to
1045 extinction risk in insectivorous bats. *PLoS ONE* 2(7): e672.
- 1046 Breidt, A., & Uieda, W. (1996). Bats from urban and rural environments of the Distrito
1047 Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 2(2), 54-57.
- 1048 Brigham, R. M. & Fenton, M. B. (1991). Convergence in foraging strategies by two
1049 morphologically and phylogenetically distinct nocturnal aerial insectivores. *Journal of*
1050 *Zoology*, 223(3), 475-489.
- 1051 Buchler, E. R. (1975). Food transit time in *Myotis lucifugus* Chiroptera: Vespertilionidae.
1052 *Journal of Mammalogy*, 56(1), 252-255.
- 1053 Buntin, G. D. (1986). A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*
1054 (JE Smith), injury in selected field and forage crops. *Florida Entomologist*, 549-559.

1055 Busato, G. R., Grützmacher, A. D., Garcia, M. S., Giolo, F. P. & Martins, A. F. (2002).
1056 Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera:
1057 Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e
1058 do arroz irrigado. *Neotropical Entomology*, 31(4), 525-529.

1059 Ciechanowski, M.; Zając, T.; Biłas, A & Dunajski, R. (2007). Spatiotemporal variation in
1060 activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food
1061 abundance, and structural clutter. *Canadian Journal of Zoology*, 85: 1249-1263.

1062 Chamberlain, D. E., Cannon, A. R., Toms, M. P., Leech, D. I., Hatchwell, B. J., & Gaston, K.
1063 J. (2009). Avian productivity in urban landscapes: a review and meta-analysis. *Ibis*,
1064 151(1), 1-18.

1065 Chaveiro, E. F. (2010). A urbanização do Cerrado: espaços indomáveis, espaços deprimidos.
1066 *Revista UFG*, 12(9).

1067 Chrones, Z. C. (2010). Metagenomics: Theory, methods, and applications. *Human*
1068 *Genomics*, 4(4), 282-283

1069 Clare, E. L., Fraser, E. E., Braid, H. E., Fenton, M. B., & Hebert, P. D. N. (2009). Species on
1070 the menu of a generalist predator, the eastern red bat (*Lasiurus borealis*): using a
1071 molecular approach to detect arthropod prey. *Molecular Ecology*, 18(11), 2532–2542.

1072 Cochagne, J. G. & Eusebio, E. V. O. (2017). Guía ilustrada de plagas en plantas medicinales.
1073 *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Perú.

1074 Cruz, I. C. (2002). Manejo da resistência de insetos-praga à inseticidas, com ênfase em
1075 *Spodoptera frugiperda*. (Smith) (p. 15). Sete Lagoas: *Embrapa Milho e Sorgo*.

1076 Cruz, I. C. (2007). A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em milho, no Brasil.
1077 *Embrapa Milho e Sorgo*.

1078 De Barba, M., Miquel, C., Boyer, F., Mercier, C., Rioux, D., Coissac, E., & Taberlet, P.
1079 (2014). DNA metabarcoding multiplexing and validation of data accuracy for diet
1080 assessment: application to omnivorous diet. *Molecular Ecology Resources*, 14(2), 306-
1081 323.

1082 Ditchkoff, S. S., Saalfeld, S. T., & Gibson, C. J. (2006). Animal behavior in urban
1083 ecosystems: modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosystems*, 9(1), 5-12.

1084 Dixon, M. D. (2012). Relationship between land cover and insectivorous bat activity in an
1085 urban landscape. *Urban Ecosystems*, 15(3), 683-695.

1086 Ducummon, S. L. (2000). Ecological and economic importance of bats. *Bat Conservation*
1087 *International*, Inc. Austin, Texas.

1088 Eiten, G. (1972). The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38(2), 201-341.

1089 Elbrecht, V., Vamos, E. E., Meissner, K., Aroviita, J., & Leese, F. (2017). Assessing strengths
1090 and weaknesses of DNA metabarcoding-based macroinvertebrate identification for routine
1091 stream monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(10), 1265-1275.

1092 Epp, L. S., Boessenkool, S., Bellemain, E. P., Haile, J., Esposito, A., Riaz, T., ... & Stenøien,
1093 H. K. (2012). New environmental metabarcodes for analysing soil DNA: potential for
1094 studying past and present ecosystems. *Molecular Ecology*, 21(8), 1821-1833.

1095 Estrada-Villegas, S., Meyer, C. F., & Kalko, E. K. (2010). Effects of tropical forest
1096 fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological*
1097 *Conservation*, 143(3), 597-608.

1098 Fabián, M.E. & Gregorin, R. (2007). Família Molossidae; p. 149-165 In Reis, N. R.; Peracchi,
1099 A. L.; Pedro, W. A.; & Lima, I. P. (ed.). *Morcegos do Brasil*. Londrina: Editora da
1100 Universidade Estadual de Londrina.

1101 Fabianek, F., Gagnon, D., & Delorme, M. (2011). Bat distribution and activity in Montréal
1102 Island green spaces: responses to multi-scale habitat effects in a densely urbanized area.
1103 *Ecoscience*, 18(1), 9-17.

1104 Farias, J. R., Andow, D. A., Horikoshi, R. J., Sorgatto, R. J., Fresia, P., dos Santos, A. C., &
1105 Omoto, C. (2014). Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda*
1106 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Crop protection*, 64, 150-158.

1107 Feldhamer, G. A., Whitaker Jr, J. O., Krejca, J. K., & Taylor, S. J. (1995). Food of the
1108 evening bat (*Nycticeius humeralis*) and red bat (*Lasiurus borealis*) from southern Illinois.
1109 *Transactions of the Illinois Academy of Science*, 88, 139-143.

1110 Fenton, M. B., Rautenbach, I. L., Rydell, J., Arita, H. T., Ortega, J., Bouchard, S., ... &
1111 Scully, W. M. (1998). Emergence, echolocation, diet and foraging behavior of *Molossus*
1112 *ater* (Chiroptera: Molossidae). *Biotropica*, 30(2), 314-320.

1113 Fenton, M. B. & Thomas, D. W. (1980). Dry-season overlap in activity patterns, habitat use,
1114 and prey selection by sympatric african insectivorous bats. *Biotropica*. Vol. 12, No. 2:
1115 81-90.

1116 Fenton, M. B.; Whitaker-Júnior, J. O.; Vonhof, M. J.; Waterman, J. M.; Pedro, W. A.; Aguiar,
1117 L. M. S.; Baumgarten, J. E.; Bouchard, S.; Faria, D. M.; Portfors, C. V.; Rautenbach, N.
1118 I.; Scully, W. & Zorzea, M. (1999). The diet of bats from Southeastern Brazil: the relation
1119 to echolocation and foraging behaviour. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(4), 1081-1085.

1120 Ferreira, C. M. M., Fischer, E., & Pulchério-Leite, A. (2010). Bat fauna in urban remnants of
1121 Cerrado in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica*, 10(3), 155-160.

1122 Francis, R. A., & Chadwick, M. A. (2012). What makes a species synurbic?. *Applied*
1123 *Geography*, 32(2), 514-521.

- 1124 Freeman, P. W. (1979). Specialized insectivory: beetle-eating and moth-eating molossid bats.
1125 *Journal of Mammalogy*, 60(3), 467–479.
- 1126 Gaisler, J., Zukal, J., Rehak, Z., & Homolka, M. (1998). Habitat preference and flight activity
1127 of bats in a city. *Journal of Zoology*, 244(3), 439-445.
- 1128 Galan, M., Pons, J. B., Tournayre, O., Pierre, E., Leuchtman, M., Pontier, D., & Charbonnel,
1129 N. (2018). Metabarcoding for the parallel identification of several hundred predators and
1130 their prey: Application to bat species diet analysis. *Molecular Ecology Resources*, 18(3),
1131 474-489.
- 1132 Galhardo, M., Foneca, N., Egeter, B., Paupério, J., Ferreira, S., Oxelfelt, F., ... & da Silva, L.
1133 P. (2018). Deliverable 4.5 (D4.5): Protocol for the processing of DNA sequence data
1134 generated by next-gen platforms, *EnMetaGen project* (Grant Agreement No 668981).
- 1135 Gallo, T., Lehrer, E. W., Fidino, M., Kilgour, R. J., Wolff, P. J., & Magle, S. B. (2018). Need
1136 for multiscale planning for conservation of urban bats. *Conservation Biology*, 32(3), 638-
1137 647.
- 1138 Gándara, G., Correa, A. & Hernández, C. (2006). Valoración económica de los servicios
1139 ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de
1140 plagas en el norte de México. *Tecnológico de Monterrey*. EGAP, 1-18.
- 1141 Gassen, D. N. (1984). Insetos associados a cultura do trigo no Brasil. *Embrapa Trigo-Circular*
1142 Técnica (INFOTECA-E).
- 1143 Giraudeau, M., Mousel, M., Earl, S., & McGraw, K. (2014). Parasites in the city: degree of
1144 urbanization predicts poxvirus and coccidian infections in house finches (*Haemorhous*
1145 *mexicanus*). *PloS one*, 9(2), e86747.
- 1146 Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A. & Tamo, M. (2016). First report of
1147 outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera,

1148 Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PloS one*, 11(10),
1149 e0165632.

1150 Green, A. J. (2001). Mass/length residuals: measures of body condition or generators of
1151 spurious results?. *Ecology*, 82(5), 1473–1483.

1152 Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J.
1153 M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756-760.

1154 Hayes, J. P. (1997). Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-
1155 monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 78(2): 514-524.

1156 Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L., & Dewaard, J. R. (2003). Biological identifications
1157 through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London. *Series B: Biological*
1158 *Sciences*, 270(1512), 313-321.

1159 Hespénheide, H. A. (1971). Food preference and the extent of overlap in some insectivorous
1160 birds, with special reference to the Tyrannidae. *Ibis*, 113(1), 59-72.

1161 Hichings O. N. & Rabinovich J. E. (1974). Fluctuaciones de la población de larvas de cinco
1162 especies de Nóctuidos de importancia económica asociadas a la alfalfa en el Valle de
1163 Lluta. *Idesia*, 3: 35–79.

1164 Hoffmann-Campo, C. B., Moscardi, F., Corrêa-Ferreira, B. S., Oliveira, L. J., Sosa-Gómez,
1165 D. R., Panizzi, A. R., Corso, I. C., Gazzoni, D. L. & Oliveira, E. D. (2000). Pragas da soja
1166 no Brasil e seu manejo integrado (p. 70). Londrina: *Embrapa soja*.

1167 Howland, D. E., & Hewitt, G. M. (1995). Phylogeny of the Coleoptera based on
1168 mitochondrial cytochrome oxidase I sequence data. *Insect Molecular Biology*, 4(3), 203-
1169 215.

1170 Illumina, I. (2013). 16S Metagenomic sequencing library preparation. Preparing 16S
1171 Ribosomal RNA Gene Amplicons for the Illumina MiSeq System, 1-28.

- 1172 Ings, T. C., Montoya, J. M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C. F., ... &
1173 Lauridsen, R. B. (2009). Ecological networks—beyond food webs. *Journal of Animal*
1174 *Ecology*, 78(1), 253-269.
- 1175 Isaksson, C. (2010). Pollution and its impact on wild animals: a meta-analysis on oxidative
1176 stress. *EcoHealth*, 7(3), 342-350.
- 1177 Jardelino, A. C. S. (2019). Análise da dieta de morcegos insetívoros em ambientes
1178 cavernícolas através de *metabarcoding* de eDNA. Dissertação (Mestrado em Biologia
1179 Animal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, *Universidade Federal de*
1180 *Pernambuco*, Pernambuco – Dados não publicados.
- 1181 Jones, E. L., & Leather, S. R. (2013). Invertebrates in urban areas: a review. *EJE*, 109(4),
1182 463-478.
- 1183 Jones, G. (1990). Prey selection by the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*):
1184 optimal foraging by echolocation?. *The Journal of Animal Ecology*, 59(2), 587-602.
- 1185 Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A. (2009). Carpe noctem:
1186 the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1-2), 93-115.
- 1187 Jung, K. & Kalko, E. K. V. (2011). Adaptability and vulnerability of high flying Neotropical
1188 aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*:1-13.
- 1189 Jung, K., & Threlfall, C. G. (2016). Urbanisation and its effects on bats—a global meta-
1190 analysis. In *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (pp. 13-
1191 33). *Springer*, Cham.
- 1192 Kalko, E. K. V., Handley, C. O & Handley, D. (1996). Organization, diversity, and long term
1193 dynamics of a Neotropical bat community. In: M. L. Cody, & J. A. Smallwood (eds.),
1194 Long-term studies of vertebrate communities. *Academic Press*, San Diego, p. 503–553.

1195 Kemp, J., López-Baucells, A., Rocha, R., Wangenstein, O. S., Andriatafika, Z., Nair, A., &
1196 Cabeza, M. (2019). Bats as potential suppressors of multiple agricultural pests: A case
1197 study from Madagascar. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 269, 88-96.

1198 Kervyn, T., & Libois, R. (2008). The diet of the serotine bat: a comparison between rural and
1199 urban environments. *Belgian Journal of Zoology*, 138(1), 41-49.

1200 Krauel, J. J., & LeBuhn, G. (2016). Patterns of bat distribution and foraging activity in a
1201 highly urbanized temperate environment. *PloS one*, 11(12), e0168927.

1202 Kulikova, T., Aldebert, P., Althorpe, N., Baker, W., Bates, K., Browne, P., ... Apweiler, R.
1203 (2004). The EMBL nucleotide sequence database. *Nucleic Acids Research*, 32, D27– D30.

1204 Kunz, T. H. (1973). Resource utilization: temporal and spatial components of bat activity in
1205 Central Iowa. *Journal of Mammalogy*, Lawrence, 54 (1): 15-32.

1206 Kunz, T. H. (1974). Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*).
1207 *Ecology*, 55(4), 693-711.

1208 Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem
1209 services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1–38.

1210 Kurta, A., & Teramino, J. A. (1992). Bat community structure in an urban park. *Ecography*,
1211 15(3), 257-261.

1212 Labarthe, N., Serrão, M. L., Melo, Y. F., Oliveira, S. J. D., & Lourenço-de-Oliveira, R.
1213 (1998). Potential vectors of *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) in Itacoatiara, oceanic
1214 region of Niterói municipality, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto*
1215 *Oswaldo Cruz*, 93(4), 425-432.

1216 LaVal, R. K., & LaVal, M. L. (1980). Prey selection by a neotropical foliage-gleaning bat,
1217 *Micronycteris megalotis*. *Journal of Mammalogy*, 61(2), 327-330.

- 1218 Luniak, M. (2004, July). Synurbization–adaptation of animal wildlife to urban development.
1219 In Proc. 4th Int. Symposium Urban Wildl. *Conserv. Tucson* (pp. 50-55).
- 1220 Martins, J. D. S., Barrigossi, J. A. F., de Oliveira, J. V., & da Cunha, U. S. (2009). Situação
1221 do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil. *Embrapa Clima*
1222 *Temperado*-Documentos (INFOTECA-E).
- 1223 Matrangolo, W. J., Cruz, I., & Della Lucia, T. M. (1998). Densidade populacional de
1224 *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases de ovo, larva e adulto em
1225 milho. *Embrapa Milho e Sorgo*-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- 1226 McDonald, R. I., Marcotullio, P. J., & Güneralp, B. (2013). Urbanization and global trends in
1227 biodiversity and ecosystem services. In *Urbanization, biodiversity and ecosystem*
1228 *services: Challenges and opportunities* (pp. 31-52). *Springer*, Dordrecht.
- 1229 McKinney, M. L. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation: The impacts of
1230 urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human
1231 population about these impacts can greatly improve species conservation in all
1232 ecosystems. *Bioscience*, 52(10), 883-890.
- 1233 McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological*
1234 *Conservation*, 127(3), 247-260.
- 1235 McKinney, M. L., & Lockwood, J. L. (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing
1236 many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(11), 450-453.
- 1237 Mello, M. A. R., Muylaert, R. D. L., Pinheiro, R. B. P., & Ferreira, G. M. F. (2016). Guia
1238 para análise de redes ecológicas. Belo Horizonte.
- 1239 Michereff-Filho, M., Torres, J. B., Andrade, L. N. & Nunes, M. U. C. (2008). Effect of some
1240 biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. *Pest Management*
1241 *Science: formerly Pesticide Science*, 64(7), 761-767.

- 1242 Militão, E. S. G. (2017). Padrão de atividade temporal de morcegos insetívoros no Cerrado.
1243 Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia,
1244 *Universidade de Brasília*, Brasília.
- 1245 Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. *Conservation*
1246 *Biology*, 16(2), 330-337.
- 1247 Montezano, D. G., Specht, A., Sosa–Gomez, D. R., Roque–Specht, V. F., & de Barros, N. M.
1248 (2014). Immature stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): developmental
1249 parameters and host plants. *Journal of Insect Science*, 14(1), 238.
- 1250 Montgomery, M. R. (2008). The urban transformation of the developing world. *Science*,
1251 319(5864), 761-764.
- 1252 Muredzi, P. (2013). Soybean Nature, processing and utilisation. *LAP LAMBERT Academic*
1253 *Publishing*.
- 1254 Naidoo, S., Mackey, R. L., & Schoeman, M. C. (2011). Foraging ecology of insectivorous
1255 bats (Chiroptera) at a polluted and an unpolluted river in an urban landscape. *Durban*
1256 *Museum Novitates*, 34, 21-28.
- 1257 Norberg, U. M., & Rayner, J. M. V. (1987). Ecological morphology and flight in bats
1258 (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and
1259 echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,
1260 316(1179), 335–427.
- 1261 Nowak, R. M., Walker, E. P., Kunz, T. H., & Pierson, E. D. (1994). Walker's bats of the
1262 world. *JHU Press*.
- 1263 Nunes, H., Rocha, F. L., & Cordeiro-Estrela, P. (2017). Bats in urban areas of Brazil: roosts,
1264 food resources and parasites in disturbed environments. *Urban Ecosystems*, 20(4), 953-
1265 969.

- 1266 Nystrom, G. S., & Bennett, V. J. (2019). The importance of residential swimming pools as an
1267 urban water source for bats. *Journal of Mammalogy*, 100(2), 394-400.
- 1268 Pacheco, S. M., Sodr , M., Gama, A. R., Bredt, A., Cavallini, E. M., Marques, R. V.,
1269 Guimar es, M. M. & Bianconi, G. (2010). Morcegos urbanos: status do conhecimento e
1270 plano de a o para a conserva o no Brasil. *Chiroptera neotropical*, 16(1), 629-647.
- 1271 Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proen a, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P., Fernandez-
1272 Manjarr s, J. F., ... & Chini, L. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st
1273 century. *Science*, 330(6010), 1496-1501.
- 1274 Park, K. J., Mochar, F., & Fuentes-Montemayor, E. (2012). Urban biodiversity: successes and
1275 challenges: bat activity in urban green space. *Glasg Naturalist*, 25(4).
- 1276 Pine, R. H. (1969). Stomach contents of a free-tailed bat, *Molossus ater*. *Journal of*
1277 *Mammalogy*, 50(1), 162.
- 1278 Pearce, H., & Walters, C. L. (2012). Do green roofs provide habitat for bats in urban areas?.
1279 *Acta chiropterologica*, 14(2), 469-478.
- 1280 Peters, F. B.; Roth, P. R. O. & Christoff, A. U. (2012). Mammalia, Chiroptera, Molossidae,
1281 *Molossus rufus*  . Geoffroy, 1805: Distribution extension. *Check List*, v. 8, n. 2, p. 291-
1282 293.
- 1283 Proulx, S. R., Promislow, D. E., & Phillips, P. C. (2005). Network thinking in ecology and
1284 evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(6), 345-353.
- 1285 Reiskind, M. H. & Wund, M. A. (2009). Experimental assessment of the impacts of northern
1286 long-eared bats on ovipositing *Culex* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Journal of Medical*
1287 *Entomology*, 46(5): 1037-1044.
- 1288 Rhodes, M., & Catterall, C. (2008). Spatial foraging behavior and use of an urban landscape
1289 by a fast-flying bat, the molossid *Tadarida australis*. *Journal of Mammalogy*, 89(1), 34-42.

- 1290 Robinson, M. F., & Stebbings, R. E. (1993). Food of the serotine bat *Eptesicus serotinus*-is
1291 faecal analysis a valid qualitative and quantitative technique? *Journal of Zoology*, 231(2),
1292 239–248.
- 1293 Robinson, W. H. (1996). Urban entomology: insect and mite pests in the human environment.
1294 *Chapman & Hall*.
- 1295 Ronquim, J. C., Pacheco, J. M. & Ronquim, C. C. (2004). Occurrence and parasitism of
1296 aphids (Hemiptera: Aphididae) on cultivars of irrigated oat (*Avena* spp.) in São Carlos,
1297 Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(2), 163-169.
- 1298 Rosenzweig, M. L. (1968). The strategy of body size in mammalian carnivores. *American*
1299 *Midland Naturalist*, 299-315.
- 1300 Rosenzweig, M. L. (2003). Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx*,
1301 37(2), 194-205.
- 1302 Ross, A. (1967). Ecological aspects of the food habits of insectivorous bats. *Western*
1303 *Foundation of Vertebrate Zoology*. 1: 205 263.
- 1304 Russo, D., and L. Ancillotto. 2015. Sensitivity of bats to urbanization: A review. *Mammalian*
1305 *Biology* 80:205–212.
- 1306 Rydell, J. & Racey, P. A., (1995). Street lamps and the feeding ecology of insectivorous bats.
1307 *Symposium of the Zoological Society of London* 67: 291-307.
- 1308 Sample, B. E., & Whitmore, R. C. (1993). Food habits of the endangered Virginia big-eared
1309 bat in West Virginia. *Journal of Mammalogy*, 74(2), 428-435.
- 1310 Santos, K. D., Meneguim, A. M., Santos, W. D., Neves, P. M. O. J., & Santos, R. D. (2010).
1311 Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides*
1312 (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas de algodoeiro. *Neotropical*
1313 *Entomology*, 39(4), 626-631.

- 1314 Sartore, E. R., & Reis, N. R. (2012). Relacionando dieta e horários de captura entre duas
1315 espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae, Stenodermatinae). *Semina:
1316 Ciências Biológicas e da Saúde*, 33(1), 65-76.
- 1317 Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyrá, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to
1318 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National
1319 Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.
- 1320 Shehzad, W., Riaz, T., Nawaz, M. A., Miquel, C., Poillot, C., Shah, S. A., Pompanon, F.,
1321 Coissac, E. & Taberlet, P. (2012). Carnivore diet analysis based on next-generation
1322 sequencing: application to the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Pakistan.
1323 *Molecular Ecology*, 21(8), 1951-1965.
- 1324 Shochat, E., Warren, P. S., Faeth, S. H., McIntyre, N. E., & Hope, D. (2006). From patterns to
1325 emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in ecology & evolution*, 21(4),
1326 186-191.
- 1327 Siles, L., Peñaranda, D., Pérez-Zubieta, J. C., & Barboza, K. (2005). Los murciélagos de la
1328 ciudad de Cochabamba. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 18, 51-
1329 64.
- 1330 Slabbekoorn, H., & Peet, M. (2003). Ecology: Birds sing at a higher pitch in urban noise.
1331 *Nature*, 424(6946), 267.
- 1332 Sparks, A. N. (1979). A review of the biology of the fall armyworm. *Florida Entomologist*,
1333 82-87.
- 1334 Speakman, J. R., & Racey, P. A. (1986). The influence of body condition on sexual
1335 development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. *Journal of
1336 Zoology*, 210(4), 515-525.

- 1337 Specht, A., Paula-Moraes, S. V., Malaquias, J. V., Ferreira, L. F., Otanásio, P. N. & Diniz, I.
1338 R. (2019). Owllet moths (Lepidoptera: Noctuoidea) associated with Bt and non-Bt soybean
1339 in the brazilian savanna. *Brazilian Journal of Biology*, 79(2), 248-256.
- 1340 Specht, A., Soria, M. F., Maba, T. S. M., Belufi, L. M. R., Godoi, B. W., Pereira, M. J. B., &
1341 Paula-Moraes, S. V. (2014). First Report of *Elaphria agrotina* and *Elaphria deltoides*
1342 (Lepidoptera: Noctuidae: Elaphriini) Feeding on Maize. *Journal of Economic*
1343 *Entomology*, 107(4), 1458-1461.
- 1344 Srivathsan, A., Sha, J. C., Vogler, A. P., & Meier, R. (2015). Comparing the effectiveness of
1345 metagenomics and metabarcoding for diet analysis of a leaf-feeding monkey (*Pygathrix*
1346 *nemaeus*). *Molecular Ecology Resources*, 15(2), 250-261.
- 1347 Staliński, J. (1994). Digestion, defecation and food passage rate in the insectivorous bat
1348 *Myotis myotis*. *Acta Theriologica*, 39(1), 1-11.
- 1349 Swift, S. M., Racey, P. A., & Avery, M. I. (1985). Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus*
1350 (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. Diet. *The Journal of*
1351 *Animal Ecology*, 217-225.
- 1352 Symondson, W. O. C. (2002). Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular*
1353 *Ecology*, 11(4), 627-641.
- 1354 Torres, J. M., dos Anjos, E. A., & Ferreira, C. M. (2018). Frugivory by phyllostomid bats
1355 (Chiroptera, Phyllostomidae) in two cerrado urban remnants in Campo Grande, Mato
1356 Grosso do Sul. *Iheringia. Série Zoologia*, 108.
- 1357 Tuttle, N. M., Benson, D. P., & Sparks, D. W. (2006). Diet of the *Myotis sodalis* (Indiana bat)
1358 at an urban/rural interface. *Northeastern Naturalist*, 13(3), 435-443.
- 1359 UNPD (2018) World urbanization prospects: the 2018 revision: Keyfacts. United Nations
1360 Population Division, New York, USA.

- 1361 Vasconcelos, P. F. C., Rosa, J. F. S. T., Dégallier, N., Pinheiro, F. P., & Sá-Filho, G. C.
1362 (1991). Epidemiologia das encefalites por arbovírus na Amazônia brasileira. *Revista do*
1363 *Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 33(6), 465-476.
- 1364 Vaughan, N. (1997). The diets of British bats (Chiroptera). *Mammal Review*, 27(2), 77-94.
- 1365 Ventura, M. U., Montalván, R., & Panizzi, A. R. (2000). Feeding preferences and related
1366 types of behaviour of *Neomegalotomus parvus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*,
1367 97(3), 309-315.
- 1368 Ventura, M. U., & Panizzi, A. R. (2003). Population dynamics, gregarious behavior and
1369 oviposition preference of *Neomegalotomus parvus* (Westwood) (Hemiptera: Heteroptera:
1370 Alydidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(1), 33-40.
- 1371 Vestjens, W. & Hall, L. (1977). Stomach contents of forty-two species of bats from the
1372 australasian region. *Wildlife Research*, 4(1), 25-35.
- 1373 Viana, P. A. & Costa, E. F. (1995). Efeito da umidade do solo sobre o dano da lagarta
1374 Elasm, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) na cultura do milho. *Embrapa Milho e Sorgo-*
1375 *Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- 1376 Werner, E. E. (1974). The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and
1377 some implications. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 31(9), 1531-1536.
- 1378 Wickramasinghe, L. P., Harris, S., Jones, G., & Vaughan Jennings, N. (2004). Abundance and
1379 species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of
1380 agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, 18(5), 1283-1292.
- 1381 Yu, S. J., Nguyen, S. N. & Abo-Elghar, G. E. (2003). Biochemical characteristics of
1382 insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). *Pesticide*
1383 *Biochemistry and Physiology*, 77(1), 1-11.

- 1384 Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Shu-Sheng, L. & Furlong, M. J. (2012).
1385 Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella*
1386 (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. *Journal of Economic*
1387 *Entomology*, 105(4), 1115-1129.
- 1388 Zeale, M. R., Butlin, R. K., Barker, G. L., Lees, D. C., & Jones, G. (2011). Taxon-specific
1389 PCR for DNA barcoding arthropod prey in bat faeces. *Molecular Ecology Resources*,
1390 11(2), 236-244.
- 1391 Zhang, D. X. & Hewitt, G. M. (1997). Assessment of the universality and utility of a set of
1392 conserved mitochondrial COI primers in insects. *Insect Molecular Biology*, 6(2), 143-150.
- 1393 Zurek, L., & Gorham, J. R. (2008). Insects as vectors of foodborne pathogens. *Wiley*
1394 *handbook of science and technology for Homeland security*, 1-1.
- 1395

Tabela S1. Relação de artrópodes presentes na dieta de *Cynomops Planirostris* (n=8).

| Identificação por barcoding (% identidade) | | | Frequência (n) | Nº de leituras** | Presença | |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------------|----------|----------|
| Ordem (85%-100%) | Família (90%-100%) | Espécie* (97%-100%) | | | Seca | Chuva |
| Coleoptera | | | 75.00% (6) | 395.85 | X | X |
| | Carabidae | | 37.50% (3) | 578.72 | | x |
| | | <i>Lecanomerus sp.</i> | 12.5% (1) | 447.60 | | x |
| | Chrysomelidae | | 12.5% (1) | 2.35 | | x |
| | Dytiscidae | | 12.5% (1) | 26.15 | | x |
| | Geotrupidae | | 12.5% (1) | 132.01 | x | |
| | Gyrinidae | | 25.00% (2) | 22.77 | | x |
| | | <i>Porrorhynchus sp.</i> | 25.00% (2) | 6.51 | | x |
| | Tenebrionidae | | 12.5% (1) | 3.70 | | x |
| Diptera | | | 62.50% (5) | 3695.49 | X | X |
| | Cecidomyiidae | | 12.5% (1) | 57.12 | | x |
| | Calliphoridae | | 12.5% (1) | 4.96 | | x |
| | | <i>Chrysomya megacephala</i> | 12.5% (1) | 4.96 | | x |
| | Syrphidae | | 12.5% (1) | 6739.70 | | x |
| | | <i>Ocyptamus sp.</i> | 12.5% (1) | 88.01 | | x |
| | Tephritidae | | 25.00% (2) | 4653.32 | x | x |
| | | <i>Eurosta sp.</i> | 12.5% (1) | 9300.93 | x | |
| Hemiptera | | | 100.00% (8) | 848.44 | X | X |
| | Alydidae | | 25.00% (2) | 71.91 | x | |
| | | <i>Neomegalotomus parvus</i> | 12.5% (1) | 142.16 | x | |
| | Delphacidae | | 12.5% (1) | 38.13 | | x |
| | | <i>Chionomus sp.</i> | 12.5% (1) | 38.13 | | x |
| | Lygaeidae | | 100.00% (8) | 609.55 | x | x |
| | Membracidae | | 12.5% (1) | 4.49 | | x |
| | Pentatomidae | | 50.00% (4) | 101.18 | | x |
| Hymenoptera | | | 37.50% (3) | 667.03 | X | X |
| | Apidae | | 12.5% (1) | 41.16 | | x |
| | | <i>Eucera sp.</i> | 12.5% (1) | 41.16 | | x |
| | Formicidae | | 12.5% (1) | 292.45 | x | |
| | Vespidae | | 12.5% (1) | 1667.49 | | x |
| | | <i>Agelaia pallipes</i> | 12.5% (1) | 1667.49 | | x |
| Lepidoptera | | | 87.50% (7) | 139.80 | X | X |
| | Lycaenidae | | 12.5% (1) | 7.18 | | x |
| | Noctuidae | | 25.00% (2) | 125.54 | | x |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 25.00% (2) | 14.24 | | x |
| | Nymphalidae | | 12.5% (1) | 6.54 | | x |
| Não identificados | | | | 6162.43 | | |

1397 *Ao nível de gênero, uma porcentagem de identidade mínima de 95% foi adotada.

1398 **Abundância relativa média de leituras de MOTUs a cada 10000 leituras por número amostral.

Tabela S2. Relação de artrópodes presentes na dieta de *Histiotus diaphnopterus* (n=12).

| Identificação por barcoding (% identidade) | | | Frequência (n) | Nº de leituras** | Presença | |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------------|----------|----------|
| Ordem (85%-100%) | Família (90%-100%) | Espécie* (97%-100%) | | | Seca | Chuva |
| Blattodea | | | 8.33% (1) | 1.61 | X | |
| | Rhinotermitidae | | 8.33% (1) | 1.61 | x | |
| Coleoptera | | | 16.67% (2) | 76.35 | X | X |
| Diptera | | | 33.33% (4) | 6.02 | X | X |
| | Culicidae | | 8.33% (1) | 0.80 | | x |
| | Drosophilidae | | 8.33% (1) | 0.97 | x | |
| | | <i>Drosophila nasuta</i> | 8.33% (1) | 0.97 | x | |
| | Syrphidae | | 8.33% (1) | 0.81 | x | |
| Hemiptera | | | 25.00% (3) | 19.96 | X | X |
| | Cercopidae | | 8.33% (1) | 6.92 | x | |
| | | <i>Mahanarva sp.</i> | 8.33% (1) | 6.92 | x | |
| Hymenoptera | | | 58.33% (7) | 1465.80 | X | X |
| | Apidae | | 8.33% (1) | 0.52 | | x |
| | | <i>Apis mellifera</i> | 8.33% (1) | 0.52 | | x |
| | Braconidae | | 8.33% (1) | 19.8 | x | |
| | | <i>Notiospathius sp.</i> | 8.33% (1) | 19.8 | x | |
| | Eucharitidae | | 8.33% (1) | 28.03 | x | |
| | Formicidae | | 41.67% (5) | 2037.35 | | x |
| Lepidoptera | | | 83.33% (10) | 5281.14 | X | X |
| | Batrachedridae | | 8.33% (1) | 0.81 | | x |
| | | <i>Batrachedra sp.</i> | 8.33% (1) | 0.81 | | x |
| | Crambidae | | 16.67% (2) | 4.23 | x | x |
| | | <i>Diatraea saccharalis</i> | 8.33% (1) | 7.24 | | x |
| | Gelechiidae | | 8.33% (1) | 6.19 | x | |
| | Hesperiidae | | 16.67% (2) | 186.25 | x | |
| | Noctuidae | | 66.67% (8) | 2214.74 | x | x |
| | | <i>Elaphria agrotina</i> | 8.33% (1) | 1268.72 | x | |
| | | <i>Feltia jaculifera</i> | 8.33% (1) | 303.86 | x | |
| | | <i>Helicoverpa zea</i> | 8.33% (1) | 64.12 | x | |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 66.67% (8) | 1853.66 | x | x |
| | Nymphalidae | | 16.67% (2) | 2941.18 | x | |
| Mantodea | | | 41.67% (5) | 5130.01 | X | X |
| | Hymenopodidae | | 8.33% (1) | 70.55 | x | |
| | Liturgusidae | | 33.33% (4) | 1226.23 | x | x |
| | Mantidae | | 33.33% (4) | 365.60 | x | x |
| Neuroptera | | | 8.33% (1) | 3.26 | X | |
| | Chrysopidae | | 8.33% (1) | 3.26 | x | |
| Orthoptera | | | 8.33% (1) | 4733.83 | | X |
| | Tettigoniidae | | 8.33% (1) | 4604.12 | | x |
| Não identificados | | | | 2191.54 | | |

1399 *Ao nível de gênero, uma porcentagem de identidade mínima de 95% foi adotada.

1400 **Abundância relativa média de leituras de MOTUs a cada 10000 leituras por número amostral.

1401

Tabela S3. Relação de artrópodes presentes na dieta de *Nyctinomops laticaudatus* (n=17).

| Identificação por barcoding (% identidade) | | | Frequência (n) | Nº de leituras** | Presença | |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------------|----------|----------|
| Ordem (85%-100%) | Família (90%-100%) | Espécie* (97%-100%) | | | Seca | Chuva |
| Coleoptera | | | 41.18% (7) | 396.38 | X | X |
| | Carabidae | | 17.65% (3) | 58.71 | x | x |
| | Curculionidae | | 5.88% (1) | 20.68 | | x |
| | Gyrinidae | | 5.88% (1) | 1.43 | x | |
| | Scarabaeidae | | 23.53% (4) | 505.64 | x | x |
| | Staphylinidae | | 5.88% (1) | 9.01 | x | |
| Diptera | | | 64.71% (11) | 2790.33 | X | X |
| | Chironomidae | | 5.88% (1) | 6.70 | x | |
| | Culicidae | | 23.53% (4) | 2345.06 | x | x |
| | Drosophilidae | | 17.65% (3) | 3409.20 | x | x |
| | | <i>Drosophila sp.</i> | 5.88% (1) | 1.24 | | x |
| | | <i>Drosophila nasuta</i> | 5.88% (1) | 258.26 | | x |
| | Sarcophagidae | | 5.88% (1) | 168.85 | x | |
| | | <i>Amobia sp.</i> | 5.88% (1) | 168.85 | x | |
| | Syrphidae | | 5.88% (1) | 5.05 | x | |
| | Tephritidae | | 5.88% (1) | 10.15 | x | |
| Hemiptera | | | 64.71% (11) | 1837.32 | X | X |
| | Alydidae | | 23.53% (4) | 1385.99 | x | |
| | | <i>Neomegalotomus parvus</i> | 23.53% (4) | 870.02 | x | |
| | Aphididae | | 5.88% (1) | 59.76 | x | |
| | | <i>Rhopalosiphum padi</i> | 5.88% (1) | 59.76 | x | |
| | Delphacidae | | 5.88% (1) | 290.22 | x | |
| | | <i>Chionomus sp.</i> | 5.88% (1) | 290.22 | x | |
| | Lygaeidae | | 17.65% (3) | 396.22 | x | x |
| | Miridae | | 17.65% (3) | 340.98 | x | |
| | | <i>Campylomma sp.</i> | 5.88% (1) | 1010.10 | x | |
| | Nabidae | | 17.65% (3) | 1400.14 | x | |
| | Pyrrhocoridae | | 11.76% (2) | 1819.52 | x | |
| | | <i>Dysdercus sp.</i> | 11.76% (2) | 1819.52 | x | |
| Hymenoptera | | | 23.53% (4) | 155.38 | X | |
| | Formicidae | | 17.65% (3) | 32.26 | x | |
| | Vespidae | | 5.88% (1) | 0.88 | x | |
| | | <i>Agelaia pallipes</i> | 5.88% (1) | 0.88 | x | |
| Lepidoptera | | | 94.12% (16) | 4675.47 | X | |
| | Crambidae | | 23.53% (4) | 2949.32 | x | x |
| | | <i>Pyrausta panopealis</i> | 5.88% (1) | 77.08 | | x |
| | | <i>Spoladea recurvalis</i> | 11.76% (2) | 28.35 | | x |
| | Geometridae | | 5.88% (1) | 1515.15 | x | |
| | | <i>Cyclophora sp.</i> | 5.88% (1) | 1515.15 | x | |
| | Gracillariidae | | 5.88% (1) | 6.48 | | x |

| | | | | | | |
|--------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|----------------|----------|---|
| | Lycaenidae | | 5.88% (1) | 4.98 | x | |
| | Noctuidae | | 29.41% (5) | 1629.14 | x | x |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 11.76% (2) | 2956.48 | x | |
| | Nolidae | | 5.88% (1) | 106.43 | | x |
| | | <i>Gabala sp.</i> | 5.88% (1) | 77.28 | | x |
| | Nymphalidae | | 41.18% (7) | 598.18 | x | x |
| | | <i>Junonia sp.</i> | 11.76% (2) | 35.64 | x | x |
| | Oecophoridae | | 5.88% (1) | 4.41 | | x |
| | Papilionidae | | 17.65% (3) | 153.83 | | x |
| | | <i>Archon sp.</i> | 17.65% (3) | 153.83 | | x |
| | Plutellidae | | 11.76% (2) | 428.47 | x | |
| | | <i>Plutella xylostella</i> | 11.76% (2) | 428.47 | x | |
| | Pyralidae | | 5.88% (1) | 10000.00 | x | |
| | | <i>Elasmopalpus lignosellus</i> | 5.88% (1) | 10000.00 | x | |
| Mantodea | | | 5.88% (1) | 188.59 | X | |
| | Liturgusidae | | 5.88% (1) | 41.81 | x | |
| | Mantidae | | 5.88% (1) | 7.52 | x | |
| Neuroptera | | | 17.64 (3) | 950.41 | X | |
| | Chrysopidae | | 11.76% (2) | 101.12 | x | |
| | | <i>Chrysoperla externa</i> | 5.88% (1) | 202.02 | x | |
| | Mantispidae | | 11.76% (2) | 1317.57 | x | |
| Orthoptera | | | 5.88% (1) | 2.28 | X | |
| | Rhaphidophoridae | | 5.88% (1) | 2.28 | x | |
| Não identificados | | | | 2522.73 | | |

1402 *Ao nível de gênero, uma porcentagem de identidade mínima de 95% foi adotada.

1403 **Abundância relativa média de leituras de MOTUs a cada 10000 leituras por número amostral.

1404

Tabela S4. Relação de artrópodes presentes na dieta de *Molossus molossus* (n=6).

| Identificação por barcoding (% identidade) | | | | Presença | | |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------------|----------|----------|
| Ordem (85%- 100%) | Família (90%-100%) | Espécie* (97%-100%) | Frequência (n) | Nº de leituras** | Seca | Chuva |
| Blattodea | | | 16.67% (1) | 727.27 | X | |
| | Termitidae | | 16.67% (1) | 363.64 | x | |
| Coleoptera | | | 33.33% (2) | 4137.30 | X | X |
| | Carabidae | | 16.67% (1) | 4.05 | x | |
| | Gyrinidae | | 16.67% (1) | 6.23 | x | |
| | Scarabaeidae | | 16.67% (1) | 42.63 | | x |
| Diptera | | | 83.33% (5) | 1175.28 | X | X |
| | Chironomidae | | 16.67% (1) | 2.63 | x | |
| | Culicidae | | 33.33% (2) | 23.37 | x | x |
| | | <i>Culex declarator</i> | 16.67% (1) | 0.89 | | x |
| | Drosophilidae | | 16.67% (1) | 19.54 | | x |
| | | <i>Drosophila sp.</i> | 16.67% (1) | 15.25 | | x |
| | | <i>Drosophila nasuta</i> | 16.67% (1) | 4.29 | | x |
| | Limoniidae | | 16.67% (1) | 4705.88 | x | |
| | | <i>Rhipidia domestica</i> | 16.67% (1) | 4706.88 | x | |
| | Mycetophilidae | | 16.67% (1) | 1.63 | | x |
| | Syrphidae | | 16.67% (1) | 1090.91 | x | |
| Hemiptera | | | 50.00% (3) | 718.77 | X | X |
| | Alydidae | | 33.33% (2) | 861.36 | x | |
| | | <i>Neomegalotomus parvus</i> | 33.33% (2) | 838.07 | x | |
| | Lygaeidae | | 16.67% (1) | 276.50 | | x |
| | Miridae | | 16.67% (1) | 13.53 | x | |
| | Nabidae | | 16.67% (1) | 55.99 | x | |
| Lepidoptera | | | 100.00% (6) | 4276.48 | X | X |
| | Crambidae | | 16.67% (1) | 149.56 | x | |
| | Geometridae | | 16.67% (1) | 190.64 | x | |
| | Noctuidae | | 66.67% (4) | 3825.56 | x | |
| | | <i>Elaphria agrotina</i> | 16.67% (1) | 5459.27 | x | |
| | | <i>Spodoptera eridania</i> | 16.67% (1) | 69.32 | x | |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 50.00% (3) | 3239.84 | x | |
| | Nymphalidae | | 33.33% (2) | 44.82 | x | |
| | Papilionidae | | 33.33% (2) | 275.91 | x | x |
| | | <i>Archon sp.</i> | 33.33% (2) | 275.91 | x | x |
| | Sesiidae | | 16.67% (1) | 985.65 | x | |
| Não identificados | | | | 4326.63 | | |

1405 *Ao nível de gênero, uma porcentagem de identidade mínima de 95% foi adotada.

1406 **Abundância relativa média de leituras de MOTUs a cada 10000 leituras por número amostral.

1407

Tabela S5. Relação de artrópodes presentes na dieta de *Eumops perotis* (n=6) no período de chuva.

| Identificação por barcoding (% identidade) | | | Frequência (n) | Nº de leituras** |
|--|-----------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Ordem (85%-100%) | Família (90%-100%) | Espécie* (97%-100%) | | |
| ARACHNIDA | | | | |
| Trombidiformes | | | 16.67% (1) | 5.95 |
| | Tetranychidae | | 16.67% (1) | 5.95 |
| | | <i>Tetranychus ludeni</i> | 16.67% (1) | 5.95 |
| INSECTA | | | | |
| Coleoptera | | | 33.33% (2) | 90.43 |
| Diptera | | | 16.67% (1) | 1.86 |
| Hemiptera | | | 33.33% (2) | 8.12 |
| | Cicadidae | | 16.67% (1) | 0.45 |
| | Nabidae | | 16.67% (1) | 15.80 |
| Lepidoptera | | | 100.00% (6) | 7793.76 |
| | Hesperiidae | | 33.33% (2) | 36.95 |
| | Noctuidae | | 83.33% (5) | 1084.46 |
| | | <i>Eudocima sp.</i> | 83.33% (5) | 1067.44 |
| | | <i>Helicoverpa zea</i> | 16.67% (1) | 3.12 |
| | | <i>Heliothis sp.</i> | 16.67% (1) | 78.19 |
| | | <i>Spodoptera frugiperda</i> | 16.67% (1) | 2.90 |
| | Nymphalidae | | 83.33% (5) | 236.23 |
| | | <i>Parthenos sp.</i> | 66.67% (4) | 228.42 |
| | Papilionidae | | 50.00% (3) | 129.34 |
| | | <i>Protesilaus sp.</i> | 50.00% (3) | 129.34 |
| | Sesiidae | | 16.67% (1) | 49.65 |
| | Sphingidae | | 16.67% (1) | 1.93 |
| Não identificados | | | | 2172.09 |

1408 *Ao nível de gênero, uma porcentagem de identidade mínima de 95% foi adotada.

1409 **Abundância relativa média de leituras de MOTUs a cada 10000 leituras por número amostral.

1410

1411

Tabela S6. Importância específica das famílias de insetos como itens alimentares nas redes do período de seca e chuva.

| Ordem | Família | Importância Específica (Iij) | | |
|----------------|-----------------|------------------------------|-------|-------|
| | | Seca | Chuva | |
| Blattodea | Rhinotermitidae | 0.041 | - | |
| | Termitidae | 0.048 | - | |
| Coleoptera | Carabidae | 0.086 | 0.145 | |
| | Chrysomelidae | - | 0.034 | |
| | Curculionidae | - | 0.045 | |
| | Dytiscidae | - | 0.034 | |
| | Geotrupidae | 0.143 | - | |
| | Gyrinidae | 0.066 | 0.065 | |
| | Scarabaeidae | 0.038 | 0.258 | |
| | Staphylinidae | 0.018 | - | |
| | Tenebrionidae | - | 0.034 | |
| | Diptera | Calliphoridae | - | 0.034 |
| | | Cecidomyiidae | - | 0.034 |
| Chironomidae | | 0.066 | - | |
| Culicidae | | 0.066 | 0.371 | |
| Drosophilidae | | 0.059 | 0.258 | |
| Limoniidae | | 0.048 | - | |
| Mycetophilidae | | - | 0.167 | |
| Sarcophagidae | | 0.018 | - | |
| Syrphidae | | 0.106 | 0.034 | |
| Tephritidae | | 0.161 | 0.034 | |
| Hemiptera | | Alydidae | 0.455 | - |
| | Aphididae | 0.018 | - | |
| | Cercopidae | 0.041 | - | |
| | Delphacidae | 0.018 | 0.034 | |
| | Lygaeidae | 0.324 | 0.411 | |
| | Membracidae | - | 0.034 | |
| | Miridae | 0.104 | - | |
| | Nabidae | 0.104 | - | |
| | Pentatomidae | - | 0.133 | |
| | Pyrrhocoridae | 0.038 | - | |
| Hymenoptera | Apidae | - | 0.102 | |
| | Braconidae | 0.041 | - | |
| | Eucharitidae | 0.041 | - | |
| | Formicidae | 0.199 | 0.332 | |
| | Vespidae | 0.018 | 0.034 | |
| Lepidoptera | Batrachedridae | 0.041 | - | |
| | Crambidae | 0.126 | 0.159 | |
| | Gelechiidae | 0.041 | - | |
| | Geometridae | 0.066 | - | |

| | | | |
|------------|------------------|-------|-------|
| | Gracillariidae | - | 0.045 |
| | Hesperiidae | 0.079 | - |
| | Lycaenidae | 0.018 | 0.034 |
| | Noctuidae | 0.503 | 0.243 |
| | Nolidae | - | 0.045 |
| | Nymphalidae | 0.248 | 0.170 |
| | Oecophoridae | - | 0.045 |
| | Papilionidae | 0.048 | 0.303 |
| | Plutellidae | 0.038 | - |
| | Pyralidae | 0.018 | - |
| | Sesiidae | 0.048 | - |
| Mantodea | Hymenopodidae | 0.041 | - |
| | Liturgusidae | 0.097 | 0.132 |
| | Mantidae | 0.097 | 0.132 |
| Neuroptera | Chrysopidae | 0.079 | - |
| | Mantispidae | 0.038 | - |
| Orthoptera | Rhaphidophoridae | 0.018 | - |
| | Tettigoniidae | - | 0.068 |

1412