

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**MUDANÇAS SUTIS NA ELEVAÇÃO DETERMINAM A ESTRUTURA
DAS ASSEMBLEIAS DE MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE NA
AMAZÔNIA CENTRAL**

UBIRAJARA DUTRA CAPAVERDE JUNIOR

Manaus, Amazonas

Maio de 2015

UBIRAJARA DUTRA CAPAVERDE JUNIOR

Mudanças sutis na elevação determinam a estrutura das assembleias de morcegos Phyllostomidae na Amazônia central

DR. PAULO ESTEFANO D. BOBROWIEC

Dr. Fabricio Beggiato Baccaro

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requerimentos para obtenção do título de Mestre em Biologia (Ecologia)

Manaus, Amazonas

Maio de 2015

Banca examinadora da defesa oral pública

Dr. Renato Cintra Soares (INPA)

Dr. Marcelo Gordo (UFAM)

Dr. Mário Cohn-Haft (INPA)

Ficha catalográfica

C236 Capaverde Junior, Ubirajara Dutra
Mudanças sutis na elevação determinam a estrutura das assembleias de morcegos Phyllostomidae na Amazônia central / Ubirajara Dutra Capaverde Junior. --- Manaus: [s.n.], 2015. ix, 40 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.
Orientador : Paulo Estefano Dineli Bobrowiec.
Coorientador: Fabricio Beggiato Baccaro.
Área de concentração : Ecologia.

1. Morcegos. 2. Ecologia de Comunidades. I. Título.

CDD 599.4

Sinopse:

Foram estudadas mudanças na composição das assembleias de morcegos Phyllostomidae na Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central, em função disponibilidade de alimento, da obstrução da vegetação e da elevação do relevo. A disponibilidade de alimento (frutos) e a elevação foram as variáveis que melhor explicaram a estrutura das assembleias de quirópteros no sub-bosque de uma floresta de terra firme.

Palavras-chave: Morcegos, Ecologia de Comunidades, Disponibilidade de Alimento, Estrutura da Vegetação, Altitude, Floresta de terra firme - Amazônia, Reserva Ducke.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Ubirajara e Avani pelos exemplos que me permitiram ousar chegar até aqui.

A minha amada esposa Vanisia que me apoiou incondicionalmente, o que foi sem dúvida determinante para o êxito deste curso.

Aos meus filhos pelo simples mais fundamental fato de existirem em minha vida.

Aos meus irmãos, cunhados, e sogros que sempre me incentivaram a seguir em frente.

Ao Grande Oriente do Brasil, representado pelos Irmãos da Loja Gloria do Garimpeiro, por tolerarem minhas faltas ao trabalho, mas acima de tudo por compreenderem que durante essa jornada pratiquei diariamente o ensinamento maçônico representado pela imagem do aprendiz.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo que certamente tornou minha vida mais fácil.

Ao Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD), a Fundação Amazônica de Defesa da Biosfera (FDB) e ao Centro de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica (CENBAM) pelo aporte financeiro, fundamental para a realização dessa pesquisa.

A minha amiga Susi que me apresentou o fascinante mundo dos morcegos e que sempre se coloca disposta a contribuir.

Ao curso de Ecologia do INPA, curso que tenho muito orgulho de pertencer.

Ao meu orientador Paulinho e ao meu coorientador Fabrício, pela paciência, atenção e harmoniosa convivência.

Ao Bill pelas valorosas orientações e pelo aporte financeiro, e a Andressa pela disponibilidade e disposição.

A Valéria por sua compreensão, treinamento e calorosa acolhida no seu laboratório e em Belo Horizonte.

Ao Lucas por ter tido a paciência necessária para comigo manter respeitável relacionamento mesmo no estressante período das atividades de campo.

A todos os meus colegas e mestres da Pós-graduação que me apresentaram tantas outras perspectivas da vida. Em especial ao Daniel e ao Lincoln com quem aprendi muito, compartilhei alegrias e tristezas e tive a honra de inserí-los no meu rol de amigos.

A Dra. Juliana Schietti e ao Rafael Jorge por terem gentilmente cedido as coordenadas geográficas das parcelas permanentes e ripárias respectivamente.

Aos meus colegas de laboratório Rodrigo e Leonardo por terem cedido os dados de obstrução, por contribuírem com meu trabalho com dicas e sugestões sempre muito pertinentes e pela amigável convivência.

A Valdeana pela ajuda na identificação e pesagem dos insetos.

Ao Ricardo, Adrian, Carla, Dinah e Patrícia, morcególogos e morcegológas que trocaram experiências fundamentais para minha formação.

Ao Seu Zé, Ivanery, Afonso e Seu Paulo, meus auxiliares de campo, sem eles simplesmente não seria possível.

Ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) por ter me permitido usar suas instalações e abusar de sua hospitalidade.

Aos meus comandantes militares que compreenderam a importância de permitir a formação acadêmica da tropa, estes ainda não são maioria, mas já fazem da Polícia Militar de Roraima um lugar com novas perspectivas.

A Faculdade Cathedral, minha instituição mãe, por representar o começo deste sonho.

“Eu aprendi que todos querem viver no topo da montanha, mas toda felicidade e crescimento ocorre quando você está escalando-a.”

William Shakespeare

RESUMO

A distribuição das espécies de morcegos no espaço tem sido relacionada a fatores ambientais resultantes de paisagens muito diferentes ao longo dos ecossistemas. Porém, dentro de um mesmo tipo de vegetação existem diferenças sutis que podem estar associados a variações na composição das assembleias de morcegos. No presente estudo avaliamos o efeito da disponibilidade de alimento (frutos e insetos), da obstrução física da vegetação e da elevação do relevo na estruturação das assembleias de morcegos Phyllostomidae em uma floresta de terra firme. Os morcegos foram capturados usando oito redes-de-neblina armadas ao longo de 49 parcelas em uma área de 25 km² localizada na Reserva Ducke, Amazônia central. Após 7056 horas-rede, foram capturados 1138 indivíduos, distribuídos em 52 espécies. A elevação foi a variável mais importante na estruturação das assembleias de morcegos, em termos de composição de espécies e abundância. A segunda variável mais importante foi a disponibilidade de plantas com frutos que explicou a estrutura da composição de espécies de morcegos frugívoros. Os resultados indicam que, de forma geral, a composição das assembleias de morcegos do sub-bosque está relacionada com o relevo, porém, para as espécies frugívoras, a oferta de alimento tem maior influência na distribuição das espécies.

ABSTRACT

Subtle changes in elevation determine Phyllostomid bat assemblage structure in central Amazonia

The spatial distribution of bat species has been linked to environmental factors resulting from landscape variation within ecosystems. However, within the same type of vegetation there are subtle differences that could potentially be associated with variations in bat assemblage composition. In the present study we evaluated the effect of food availability (fruits and insects), physical obstruction of vegetation and relief elevation in structuring phyllostomid bats assemblies in a flooded forest. The bats were captured using eight mist nets within 49 parcels over a 25 km² section of the Ducke Reserve, central Brazilian Amazonia. In 7056 net-hours, 1138 individuals were captured belonging to 52 species. Elevation was the most important variable structuring species composition and abundance of bats assemblages. Surprisingly, the availability of plants with fruit was only the second most important variable in explaining assemblage composition in this group of frugivorous bats. Results indicated that, in general, composition of the understory of bat assemblage is related to local relief, however, for frugivorous species, food supply has greater influence on species distribution.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
APRESENTAÇÃO.....	12
OBJETIVO	13
Objetivos específicos	13
Capítulo I	14
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
Área de estudo	20
Captura dos morcegos	21
Estimativa de insetos e frutos	21
Estrutura da vegetação.....	22
Topografia	23
Análise dos dados	23
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	27
AGRADECIMENTOS	31
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	32
FIGURAS	39
TABELAS	44
CONCLUSÃO.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da reserva Adolpho Ducke e dos pontos de amostragem (parcelas terrestres e ripárias).	39
Figura 2. Esquema da posição das redes, das armadilhas luminosas e da área onde foi feita a busca por plantas com frutos consumidos por morcegos em uma parcela de 250 m na Reserva Adolpho Ducke.....	40
Figura 3. Gráfico parcial da composição de morcegos frugívoros (eixo 1 do NMDS) em função da composição de plantas com frutos (eixo 1 do NMDS).....	40
Figura 4. Ordenação das assembleias de morcegos frugívoros e das plantas com frutos, por análise de gradiente direto, em função do eixo 1 do NMDS de plantas com frutos.....	41
Figura 5. Gráficos parciais da composições total de morcegos Phyllostomidae, da composição das guildas, da composição de frugívoros, da composição de nectarívoros, da quantidade total de indivíduos, da quantidade de indivíduos frugívoros e da quantidade de espécies de animalívoros catadores, todos em função da elevação do terreno.....	42
Figura 6. Ordenação das assembleias de morcegos por análise de gradiente direto em função da elevação. Onde HE significa Hematófago, NE - Nectarívoro, FR - frugívoro e AC - animalívoro catador.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Famílias e espécies amostradas com suas respectivas guildas e abundâncias.	44
Tabela 2 - Resultados das regressões (GLM) e da Partição hierárquica (HP) para a composição geral, composição das guildas, número de espécies e abundância de morcegos.	46
Tabela 3 - Gêneros de plantas com frutos consumíveis por morcegos, a abundância, o número de parcelas onde houve registro e a amplitude de ocorrência nas parcelas.	47
Tabela 4 - Ordens de insetos amostrados, a abundância, o número de parcelas onde houve registro e a amplitudes de ocorrência nas parcelas.	47

APRESENTAÇÃO

Morcegos representam cerca de um quarto da diversidade dos mamíferos vivos (Simmons 2005) e apesar de sua importância ecológica ainda são poucas as informações relativas à ecologia deste táxon. A maioria dos estudos é concentrada em inventários faunísticos e nos efeitos de impactos ambientais antrópicos. Para as florestas tropicais, estes estudos são ainda mais escassos e Bernard *et al.* (2011) referem-se à Amazônia como “uma enorme lacuna de conhecimento para a fauna de morcegos do Brasil”.

A maioria dos trabalhos que visam esclarecer aspectos ecológicos dos morcegos ainda é baseado na comparação entre ambientes muito diferentes (De Barros e Frenedozo 2010; De La Peña-Cuéllar *et al.* 2012; Ramos Pereira *et al.* 2010; Bobrowiec *et al.* 2014). Esses estudos assumem que dentro de um mesmo tipo de vegetação o ambiente é homogêneo (Watling 2005). Contudo, os animais podem selecionar os habitats de uma forma muito mais sutil, respondendo às características ambientais em um contexto local (Ober e Hayes 2008). Dentro de um mesmo tipo fitofisionômico as características da vegetação, do relevo, e de disponibilidade de alimento e abrigo podem variar bastante e conseqüentemente influenciar a distribuição espacial das espécies e a estrutura das assembleias de animais. A relevância das características ambientais dentro de um tipo de vegetação na seleção dos habitats tem sido demonstrada para anuros (Menin *et al.* 2007; Rojas-Ahumada *et al.* 2012), aves (Cintra *et al.* 2006) e pequenos mamíferos não voadores (Lambert *et al.* 2006).

De fato, pouco se sabe a respeito de como diferentes variáveis bióticas e abióticas podem estruturar as assembleias de espécies de animais dentro de um mesmo tipo de vegetação (Tews *et al.* 2004; Estrada-Villegas *et al.* 2012). Neste trabalho, investiguei os padrões de distribuição das espécies de morcegos Phyllostomidae em função de variações na disponibilidade de alimento, na obstrução da vegetação e na elevação em uma floresta de terra firme na Amazônia central.

OBJETIVO

Avaliar como a disponibilidade de alimento, a estrutura da vegetação e a elevação estão correlacionados com a distribuição das espécies de morcegos de sub-bosque em uma floresta de terra firme na Amazônia central.

Objetivos específicos

1. Avaliar como o percentual de obstrução da vegetação e a elevação estão correlacionados com a composição das espécies de morcegos Phyllostomidae e com a composição das guildas.
2. Avaliar como a quantidade e a composição de plantas com frutos, o percentual de obstrução da vegetação e a elevação estão correlacionados com a distribuição das espécies de morcegos frugívoros e nectarívoros.
3. Avaliar como a massa e a composição de insetos, o percentual de obstrução da vegetação e a elevação estão correlacionados com a distribuição das espécies de morcegos animalívoros catadores.

Capítulo I.

Capaverde Jr., U. D; Pereira, L. G. D. A; Tavares, V. D. C; Magnusson, W. E; Baccaro, F. B; Bobrowiec, P. E. D. **Mudanças sutis na elevação determinam a estrutura das assembleias de morcegos Phyllostomidae na Amazônia central.** Manuscrito em preparação para revista *Acta Amazonica*.

1 **Subtle changes in elevation determine Phyllostomid bat assemblage structure in central**
2 **Amazonia**

3 Ubirajara Dutra CAPAVERDE JR. ^{1,*}

4 Lucas Gabriel do Amaral PEREIRA ²

5 Valéria da Cunha TAVARES ³

6 William Ernest MAGNUSSON¹

7 Fabricio Beggiato BACCARO²

8 Paulo Estefano D. BOBROWIEC¹

9 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Av. André Araújo 2936,
10 Manaus/AM, Brazil, CEP 69067-375.

11 2. Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos
12 3000, Manaus, Amazonas, Brazil, CEP 69077-000.

13 3. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, Belo
14 Horizonte, MG, Brasil, CEP 31270-010.

15 * Autor para correspondência: capaverdejuniior@hotmail.com

16 **ABSTRACT**

17 **Subtle changes in elevation determine Phyllostomid bat assemblage structure in central**
18 **Amazonia**

19 The spatial distribution of bat species has been linked to environmental factors resulting from
20 landscape variation within ecosystems. However, within the same type of vegetation there are
21 subtle differences that could potentially be associated with variations in bat assemblage
22 composition. In the present study we evaluated the effect of food availability (fruits and
23 insects), physical obstruction of vegetation and relief elevation in structuring phyllostomid
24 bats assemblies in a flooded forest. The bats were captured using eight mist nets within 49
25 parcels over a 25 km² section of the Ducke Reserve, central Brazilian Amazonia. In 7056 net-
26 hours, 1138 individuals were captured belonging to 52 species. Elevation was the most
27 important variable structuring species composition and abundance of bats assemblages.
28 Surprisingly, the availability of plants with fruit was only the second most important variable
29 in explaining assemblage composition in this group of frugivorous bats. Results indicated
30 that, in general, composition of the understory of bat assemblage is related to local relief,
31 however, for frugivorous species, food supply has greater influence on species distribution.

32

33 **Key words:** Community ecology, Altitude, Understory, Ducke Reserve.

34 INTRODUÇÃO

35 Os animais percebem o ambiente como um mosaico de habitats com variações na
36 estrutura física e na disponibilidade dos recursos, de modo a ocuparem locais com maior
37 chance de encontrar alimento, parceiro, e não ser predado. Esse processo, definido como
38 seleção de habitat (Fretwell 1972), é resultante de decisões individuais baseadas em
39 características ambientais, afetando a distribuição e a estrutura das assembleias de animais. A
40 relevância das características ambientais na seleção dos habitats tem sido demonstrada para
41 anuros (Menin *et al.* 2007; Rojas-Ahumada *et al.* 2012), aves (Cintra *et al.* 2006) e mamíferos
42 (Lambert *et al.* 2006). A seleção do habitat em diversas espécies de animais tem sido
43 associada com a disponibilidade de alimento (Bennetts *et al.* 2006; Dodd *et al.* 2008), com a
44 estrutura da vegetação (Marciente 2012), e com o relevo (Dias *et al.* 2008; Curran *et al.*
45 2012).

46 Para os morcegos, a distribuição do alimento pode resultar em assimetrias no uso do
47 habitat, onde locais com maior quantidade de alimentos tendem a ser mais visitados (Müller *et*
48 *al.* 2012). Como os frutos consumidos por morcegos frugívoros geralmente estão distribuídos
49 em manchas na floresta (Adams e Pedersen 2013), os morcegos necessitam voar longas
50 distâncias para acessar as plantas com frutos. Isso influencia diretamente na seleção de áreas
51 de forrageio (Vargas Contreras *et al.* 2009; Ramos Pereira *et al.* 2010) e resulta em uma
52 agregação de indivíduos nessas manchas (Kalko 1998; Ramos Pereira *et al.* 2010). Para
53 morcegos animalívoros de sub-bosque, a disponibilidade das presas está frequentemente
54 relacionada com a estrutura da vegetação (Stockwell 2001), e esta estrutura atua como um
55 filtro a selecionar as espécies mais adaptadas a voos em ambientes com diferentes níveis de
56 obstrução (Marciente 2012).

57 A capacidade dos morcegos de usar ambientes com diferentes níveis de obstrução da
58 vegetação está associada a limitações ecomorfológicas e comportamento de forrageamento

59 (Stockwell 2001; Siemers e Schnitzler 2004). A obstrução física da vegetação dificulta o
60 deslocamento (Stockwell 2001) e a recepção do sinal de ecolocalização (Siemers e Schnitzler
61 2004), interferindo na mobilidade e na atividade de forrageio dos morcegos (Stockwell 2001;
62 Vanbergen *et al.* 2007). De maneira geral, a atividade de morcegos é maior em locais menos
63 obstruídos pela vegetação, por permitir maior manobrabilidade do voo (Arlettaz *et al.* 2001; Peters
64 *et al.* 2006), minimizando os custos energéticos do deslocamento (Kalko *et al.* 1996). No entanto, o
65 uso de ambientes obstruídos é diferente entre as guildas de morcegos. Morcegos animalívoros
66 catadores possuem alta manobrabilidade no voo e podem explorar tanto ambientes abertos como
67 ambientes obstruídos pela vegetação (Kalko e Schnitzler 1989; Marciente 2012). Por outro lado,
68 morcegos frugívoros e nectarívoros tendem a usar locais mais abertos dentro da floresta (Marciente
69 2012). Desta forma lugares mais obstruídos tendem a selecionar espécies animalívoras catadoras,
70 resultando em uma diminuição na quantidade e na diversidade de morcegos com o aumento da
71 obstrução, mas com uma predominância de animalívoros catadores (Marciente 2012).

72 Gradientes topográficos também podem influenciar a seleção de locais (Vasconcelos *et al.*
73 2003). A distribuição dos morcegos no gradiente de elevação tem sido avaliada em locais com
74 grande variação altitudinal, que podem atingir 3000 m (Rickart 2001; Bejarano-Bonilla *et al.*
75 2007; Bordignon e França 2009). Grandes mudanças de elevação apresentam considerável
76 mudança ambiental que conseqüentemente modifica a composição e estrutura da comunidade de
77 morcegos (Bejarano-Bonilla *et al.* 2007). Contudo, mesmo em locais com pequena variação, a
78 elevação pode influenciar outras variáveis ecológicas que interferem diretamente no uso do
79 ambiente por morcegos de sub-bosque (Kabat *et al.* 2007; Holt e Askew 2012). Na Amazônia
80 central, a variação de elevação é relativamente pequena (< 100 m) e está associada com os
81 gradientes de temperatura e umidade. Locais mais baixos, chamados de “baixios”, são
82 geralmente associados a cursos d’água e por isso são mais úmidos comparados aos platôs
83 (Chauvel *et al.* 1987). Esse gradiente de disponibilidade de água influencia a composição de

84 plantas (Costa *et al.* 2005), e de forma indireta afeta a distribuição de insetos fitófagos
85 consumidos por morcegos insetívoros (Jung *et al.* 2012; Saldaña-Vázquez *et al.* 2013).

86 Apesar de vários estudos indicarem que a disponibilidade de alimento, a obstrução
87 física da vegetação e a topografia são variáveis importantes na estruturação de assembleias de
88 morcegos e de outros mamíferos (Rickart 2001; Lambert *et al.* 2006; Bejarano-Bonilla *et al.*
89 2007; Pereira *et al.* 2009; Estrada-Villegas *et al.* 2012; Marciente 2012; Hodgkison *et al.*
90 2013), estes estudos não avaliaram essas três variáveis simultaneamente. Além disso, diversos
91 estudos que buscam compreender como fatores bióticos e abióticos influenciam a distribuição
92 dos morcegos têm sido baseados na comparação entre ambientes contrastantes, como por
93 exemplo, floresta secundária vs. pastagens abandonadas, fragmentos vs. mata contínua,
94 florestas sazonalmente alagadas vs. florestas de terra firme ou em grande variação de elevação
95 (Ramos Pereira *et al.* 2010; De La Peña-Cuéllar *et al.* 2012). Neste caso, a composição das
96 espécies pode estar associada com o tipo de vegetação e ocultar outros efeitos dentro de cada
97 ambiente. Pouco se sabe a respeito de como diferentes variáveis bióticas e abióticas
98 estruturam as assembleias de espécies de morcegos dentro de um mesmo tipo de vegetação
99 (Tews *et al.* 2004; Estrada-Villegas *et al.* 2012).

100 Nós acreditamos que a disponibilidade de frutos e de insetos será correlacionada com
101 a composição de espécies de morcegos e afetará positivamente a riqueza e a abundância de
102 frugívoros e animalívoros catadores respectivamente. Esperamos que a estrutura da vegetação
103 será correlacionada com a composição de espécies e afetará negativamente a quantidade de
104 morcegos, mas com menor significância nos morcegos animalívoros catadores, causando uma
105 predominância de indivíduos desta guilda em ambientes com vegetação mais obstruída.
106 Acreditamos que a elevação é um proxy da disponibilidade de água e da composição vegetal,
107 e será correlacionada com a composição das assembleias de morcegos, e afetará
108 negativamente a riqueza e abundância de morcegos.

109 **MATERIAIS E MÉTODOS**

110 **Área de estudo**

111 O presente estudo foi realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD, 02° 55'
112 – 03° 01'S, 59° 53'–59° 59'W), uma unidade de proteção integral administrada pelo Instituto
113 Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). A reserva faz parte do Programa de Pesquisas
114 Ecológicas de Longa Duração Brasileiro e do Conselho Nacional de Pesquisas (PELD/CNPq).

115 A reserva possui 10.000 ha de floresta de terra firme, com temperatura média de 26
116 °C, clima tropical úmido e umidade relativa entre 75 e 86% (Oliveira *et al.* 2008). A estação
117 seca ocorre de junho a outubro e a chuvosa ocorre de novembro a maio, com precipitação
118 anual que varia de 1.750 a 2.500 mm (Oliveira *et al.* 2008). A Reserva é caracterizada por um
119 dossel de 30 a 37 m de altura e árvores emergentes com até 45 m (Oliveira *et al.* 2008). O
120 relevo é ondulado com uma variação altitudinal de 80 m (Ribeiro *et al.* 2002).

121 A reserva possui um sistema de trilhas que forma uma grade de 64 km² (8 x 8 km).
122 Parte desse sistema de trilhas (25 km²) foi estabelecida como grade amostral do Programa de
123 Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), onde foi realizado este estudo (Figura 1). A grade do
124 PPBio possui 30 parcelas, sendo 4 ripárias e 26 terrestres, sistematicamente espaçadas em 1
125 km (Oliveira *et al.* 2008) e mais 19 parcelas ripárias dispostas nas intersecções dos cursos
126 d'água com as trilhas da grade, totalizando 49 parcelas, sendo 23 ripárias, dispostas as
127 margens de cursos d'água, e 26 parcelas terrestres (Figura 1). Cada parcela tem 250 m de
128 comprimento por 40 m de largura e seguem a curva de nível do terreno a fim de reduzir
129 variações da composição de plantas associadas ao relevo (Magnusson *et al.* 2005).

130 **Captura dos morcegos**

131 Nós capturamos os morcegos usando redes de neblina armadas nas 49 parcelas (Figura
132 1) entre outubro de 2013 e fevereiro de 2014. Nós usamos oito redes por parcela (12 × 3 m,
133 19 mm de malha, Ecotone, Polônia) instalada ao nível do solo ao longo da linha central de
134 cada parcela. As redes permaneceram abertas entre 18:00 e 00:00 h e foram vistoriadas a cada
135 15 minutos. Cada parcela foi visitada por três noites não consecutivas, totalizando 7056 horas-
136 rede (1 hora-rede significa uma rede aberta por uma hora). Cada morcego capturado foi
137 identificado e categorizado em uma guilda com base no seu tipo de habitat, modo de
138 forrageamento e comportamento de ecolocalização como sugerido na literatura (Kalko 1998):
139 animalívoros catadores, frugívoros, insetívoros aéreos, nectarívoros e hematófagos. A
140 identificação dos morcegos foi baseada nas chaves dicotômicas de Lim e Engstrom (2001),
141 Gregorin e Taddei (2002) e Miranda *et al.* (2011), auxiliada pelas descrições de Simmons
142 (1996), Simmons e Voss (1998), Charles-Dominique *et al.* (2001), Gardner (2007), Barquez
143 *et al.* (1993) e estudos sistemáticos em laboratório de espécies testemunho. A taxonomia
144 seguiu Simmons (2005), com adequações sugeridas por Gardner (2007), Hooper *et al.* (2008),
145 Parlos *et al.* (2014) e Nogueira *et al.* (2014).

146 **Estimativa de insetos e frutos**

147 Estimamos a disponibilidade de frutos disponíveis para morcegos frugívoros e insetos
148 para morcegos insetívoros catadores em nossa área de amostragem. No caso dos frugívoros,
149 nós comparamos a lista de frutos consumidos por morcegos no Brasil, elaborada por Bredt *et*
150 *al.* (2012), com a lista de plantas inventariadas na Reserva Ducke, disponível no repositório
151 de dados do PPBio, para produzir uma lista dos gêneros de plantas consumidas por morcegos
152 em cada parcela. A partir desta lista, buscas ativas por plantas com frutos foram realizadas no
153 sub-bosque, em uma área de 600 m² localizada ao longo dos dois lados da linha central da

154 parcela (Figura 2). Cada busca foi realizada no dia que antecedeu a noite de captura dos
155 morcegos para minimizar o efeito da presença de pessoas na parcela, totalizando três buscas
156 em cada parcela. As plantas com frutos foram identificadas ao nível de gênero. A quantidade
157 de frutos foi estimada como o número de plantas com frutos por parcela.

158 A disponibilidade de insetos foi estimada pela massa de insetos coletados por
159 armadilhas luminosas. As armadilhas consistiram em um cone de 20 cm de diâmetro inserido
160 em um pote plástico de 100 ml, contendo uma solução de álcool 70% e detergente neutro.
161 Uma lanterna com 10 LEDs apontada para o cone foi fixada acima da estrutura cônica para
162 atração dos insetos, que ficaram conservados no pote plástico. Usamos duas armadilhas
163 luminosas em cada parcela, instaladas a 65 e 130 m de distância da última rede de neblina
164 (Figura 2) e a uma altura aproximada de 1,5 m do chão. A distância entre as redes e as
165 armadilhas de insetos minimiza a possível captura de morcegos insetívoros atraídos pela luz
166 das armadilhas. As armadilhas ficaram operando por 48 h na mesma noite e local da captura
167 dos morcegos, totalizando três amostragens por parcela. Os insetos coletados foram
168 identificados no nível de ordem e pesados individualmente em uma balança de precisão
169 (limite de leitura 0,0001 g; Ohaus Descoberta, EUA). Antes da pesagem, os insetos foram
170 secos com papel de filtro para remover o excesso de álcool. O peso total de insetos das ordens
171 consumidas por morcegos em cada parcela foi usado como variável preditora.

172 **Estrutura da vegetação**

173 A obstrução física causada pela vegetação de cada parcela foi estimada pela
174 porcentagem de área ocupada pela vegetação em 25 fotografias digitais de 3x3 m, adaptado
175 do método proposto por Marsden *et al.* (2002) e modificado por Oliveira *et al.* (2014). As
176 fotografias foram feitas usando um pano azul com dimensões de 3x3 m, posicionado na trilha
177 central da parcela. A oito metros de distância do pano foi colocada uma câmera fotográfica

178 orientada paralelamente à linha central da parcela e perpendicular ao pano azul. As fotos
179 foram tiradas em intervalos de 10 m totalizando 25 fotos por parcela. Cada fotografia foi
180 convertida em branco e preto, sendo que a porção em preto a vegetação. A obstrução causada
181 pela vegetação de cada parcela foi quantificada como a média da porcentagem da área
182 ocupada pela vegetação das 25 fotografias. Para edição das imagens e cálculo de área com
183 vegetação foi utilizado o software SideLook 1.1.01 (Zehm *et al.* 2003).

184 **Topografia**

185 A cota de elevação de cada parcela foi extraída de imagens da Missão Topográfica
186 Radar Shuttle (SRTM) utilizando o software Quantum Sistemas de Informações Geográficas
187 (QGIS) 2.2.0-Valmiera. As coordenadas geográficas utilizadas para extração da elevação do
188 terreno foram medidas no ponto médio de cada parcela. A partir do shapefile dos pontos
189 foram extraídos os valores de altimetria utilizando o complemento Point sampling tool.

190 **Análise dos dados**

191 Incluímos nas análises apenas os morcegos Phyllostomidae, devido as limitações do
192 uso de redes para amostrar as demais famílias (Kalko 1998), mas a lista completa de todas as
193 espécies de morcegos capturadas está disponível na Tabela 1. Usamos Modelos Lineares
194 Generalizados (GLM) múltiplos para avaliar a relação das variáveis preditoras obstrução da
195 vegetação do sub-bosque, elevação e disponibilidade de alimento com as variáveis resposta
196 riqueza, abundância e composição das espécies de morcegos, composição das guildas,
197 riqueza, abundância e composição das espécies de animalívoros catadores, frugívoros e
198 nectarívoros. Para representar a composição de cada componente das assembleias de
199 morcegos, usamos o primeiro eixo de uma ordenação por escalonamento multidimensional

200 não-métrico (NMDS) usando o índice de similaridade de Bray-Curtis e baseado nos dados de
201 abundância das espécies em cada parcela.

202 A disponibilidade de alimento para os morcegos frugívoros foi estimada pelo número
203 de plantas com frutos consumíveis por morcegos em cada parcela e pela composição dessas
204 espécies, representada pelo primeiro eixo da ordenação por NMDS usando o índice de
205 similaridade de Bray-Curtis baseado nos dados de abundância dos gêneros de plantas com
206 frutos por parcela. A disponibilidade de insetos foi estimada pela massa de insetos de cada
207 parcela e pelo eixo da ordenação por NMDS usando o índice de similaridade de Bray-Curtis
208 baseado nos dados de abundância das ordens de insetos em cada parcela. Incluímos a massa
209 de insetos e composição de ordens de insetos nos modelos GLM que incluíram composição,
210 abundância ou riqueza de morcegos animalívoros catadores. A quantidade de plantas e a
211 composição de plantas com frutos foram usadas como estimativa da disponibilidade de
212 alimento em modelos GLM de composição, abundância e riqueza de espécies de morcegos
213 frugívoros e nectarívoros. As variáveis elevação e obstrução da vegetação foram incluídas em
214 todos os modelos. Usamos distribuição de Poisson controlado para superdispersão dos dados,
215 nos modelos que incluíram abundância ou riqueza como variável resposta (Zuur *et al.* 2009).
216 Quando o GLM tinha como variável resposta um eixo da ordenação NMDS usamos a
217 distribuição Gaussiana. A variação total explicada nos modelos GLMs foi calculada como: [1-
218 (desvio residual do modelo completo / desvio do modelo nulo)]. Para evitar problemas de
219 multicolinearidade entre as variáveis de previsão nos modelos multivariados, estimou-se o
220 fator de inflação da variância (VIF). Geralmente, um $VIF > 4$ indica possível colinearidade, e
221 um $VIF > 10$ indica alta colinearidade (Neter *et al.* 1996). Nossos modelos tiveram baixa
222 colinearidade ($VIF < 2$), e nenhuma variável foi retirada dos modelos de regressão múltipla.
223 Para mostrar a contribuição individual de cada variável preditora dos modelos GLMs, nós
224 usamos uma análise de partição hierárquica (Mac Nally 2002). Todas as análises estatísticas

225 foram feitas no programa R 2.15.0 (R Development Core Team 2008) usando o pacote
 226 ‘vegan’ (Oksanen *et al.* 2014) para as ordenações por NMDS e ‘hier.part’ (Mac Nally e Walsh
 227 2004) para as análises de partição hierárquica. Nas ordenações por NMDS nós usamos a
 228 função metaMDS do pacote ‘vegan’(Oksanen *et al.* 2014).

229 **RESULTADOS**

230 Após um esforço de 7056 horas-rede, capturamos 1138 indivíduos pertencentes a 52
 231 espécies de cinco famílias (Emballonuridae, Moormopidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e
 232 Vespertilionidae) (Tabela 1). Phyllostomidae foi a família mais comum, com 1062 indivíduos
 233 de 39 espécies, representando 75% do total de espécies amostradas e 93% das capturas. Os
 234 morcegos frugívoros foram mais comuns, com 770 capturas e 16 espécies, seguido pelos
 235 animalívoros catadores (n = 180; 16 espécies), nectarívoros (n = 111; 6 espécies), insetívoros
 236 aéreos (n = 76; 13 espécies) e hematófago (n = 1). Sete espécies de morcegos Phyllostomidae
 237 representaram 74% do total capturado, *Carollia perspicillata* (n = 452) foi a espécie com mais
 238 indivíduos amostrados (40% dos Phyllostomidae capturados), seguidos por *Carollia*
 239 *brevicauda* (n = 138; 12%), *Rhinophylla pumilio* (n = 66; 6%), *Phyllostomus elongatus* (n =
 240 58; 5%), *Glossophaga soricina* (n = 55; 5%), *Mimon crenulatum* (n = 43; 4%) e *Anoura*
 241 *caudifer* (n = 29; 3%). As espécies *C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *G. soricina*, *P. elongatus* e
 242 *R pumilio* ocorreram em mais da metade das parcelas, mas apenas *C. perspicillata* ocorreu em
 243 todas as parcelas. Morcegos com uma ou duas capturas representaram 2% do total e 29% das
 244 espécies (n = 13 espécies). As espécies *Anoura geoffroyi*, *Chiroderma villosum*, *Chrotopterus*
 245 *auritus*, *Desmodus rotundus*, *Eptesicus brasiliensis*, *Lamproncyteris brachyotis*, *Lophostoma*
 246 *carrikeri*, *Micronycteris schmidtorum*, *Peropteryx macrotis*, *Thyroptera devivoi* e *Uroderma*
 247 *bilobatum* tiveram suas ocorrências restritas a somente uma parcela.

248 As variáveis preditoras combinadas explicaram entre 12 e 36% da variância da
249 composição de espécies, número de espécies e abundância nos modelos com correlação
250 significativa (Tabela 2). Nós registramos 173 plantas com frutos potencialmente consumidos
251 por morcegos frugívoros, distribuídas em 12 gêneros (Tabela 3). O gênero mais abundante foi
252 *Piper* (Piperaceae) com 44 indivíduos (25% do total), seguido por *Clidemia*
253 (Melastomataceae) (n = 28; 16%), *Bactris* (Arecaceae) (n = 24; 14%) e *Henriettea*
254 (Melastomataceae) (n = 22; 13%). A quantidade de plantas com frutos por parcela variou de 0
255 a 12 ($3.53 \pm 2,38$ [média \pm desvio padrão]) e a quantidade de gêneros registrados em cada
256 parcela variou de 0 a 5 ($2,18 \pm 1,22$). Em quatro parcelas não foram registrados frutos
257 consumíveis por morcegos. A composição de plantas com frutos foi correlacionada com a
258 composição das espécies de morcegos frugívoros (GLM, $t = -2.88$, $P = 0.006$; Figura 3;
259 Tabela 2), mas a quantidade de plantas com frutos não foi correlacionada com a composição
260 de frugívoros. A composição de plantas com frutos explicou 57% da variação da composição
261 dos morcegos frugívoros (Tabela 2).

262 Na correlação entre a composição das plantas com frutos com as espécies de morcegos
263 frugívoros (Figura 4), a distribuição dos gêneros de plantas *Clidemia* e *Peperomia*
264 (Piperaceae) e dos morcegos *Dermanura gnoma* e *Rhinophylla fischeriae* foram concentrados
265 nos plotes com valores positivos dos eixos NMDS. Na porção negativa dos eixos do NMDS,
266 houve uma maior concentração dos gêneros de plantas *Bactris*, *Henriettea*, *Oenocarpus*
267 (Arecaceae) e *Philodendron* (Araceae) e dos morcegos *Artibeus planirostris* e *Mesophylla*
268 *macconnelli* (Figura 4).

269 Nós coletamos 11064 insetos distribuídos em 21 ordens (Tabela 4). A ordem mais
270 abundante foi Hymenoptera, com 3033 indivíduos (27% do total), seguida por Diptera (n =
271 2460; 22%) e Isoptera (n = 2257, 20%). A quantidade de ordens registradas em cada parcela
272 variou de 4 a 15 ($7.93 \pm 2,32$) e a massa de insetos variou de 0,097 a 13,07g nas parcelas

273 (3,28 ± 2,98). A riqueza, abundância e a composição dos morcegos insetívoros catadores
 274 (Tabela 2) não foi associada com a composição de ordens de insetos ou com a massa de
 275 insetos.

276 A média de obstrução da vegetação variou de 47% a 69% entre as parcelas (57% ±
 277 5,55), e a elevação do terreno variou de 56 a 124 m (82 ± 19,93). A obstrução da vegetação
 278 não foi significativamente correlacionada com nenhuma variável de composição, riqueza ou
 279 abundância de morcegos (Tabela 2). A elevação foi a principal variável preditora, explicando
 280 a maior parte da variação capturada pelos modelos, quando correlacionada significativamente
 281 (Figura 5; Tabela 2). A elevação foi relacionada com a composição das espécies (GLM, $t = -$
 282 2.53, $P = 0,015$) e das guildas de morcegos Phyllostomidae (GLM, $t = -2.70$, $P = 0.009$) e com
 283 a composição dos frugívoros (GLM, $t = 2.32$, $P = 0.025$) e nectarívoros (GLM, $t = 3.01$, $P =$
 284 0.005). O número de espécies de animalívoros (GLM, $t = 2.08$, $P = 0.04$), a abundância total
 285 (GLM, $t = -2.64$, $P = 0.011$) e a abundância de morcegos frugívoros (GLM, $t = -3.11$, $P =$
 286 0.003) também foram relacionados com a elevação (Tabela 2; Figura 5).

287 As espécies *A. caudifer*, *Carollia benkeithi*, *D. gnoma*, *Hsundrycteris thomasi* e
 288 *Vampyriscus bidens* ocorreram preferencialmente nos baixios, consideramos baixios os plotes
 289 abaixo da elevação média da área de estudo (elevação < 90 m), enquanto as espécies
 290 *Micronycteris hirsuta*, *Micronycteris microtis* e *M. crenulatum* ocorreram preferencialmente
 291 nos platôs (elevação > 90m). *C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *P. elongatus*, *Rhinophylla*
 292 *pumilio*, *Tonatia saurophila* e *Trachops cirrhosus*, , foram distribuídos ao longo de todo o
 293 gradiente de elevação (Figura 6).

294 DISCUSSÃO

295 Estudos demonstram que a disponibilidade de alimento, a obstrução física da
 296 vegetação e a elevação são importantes variáveis a estruturar as de assembleias de morcegos e

297 de outros mamíferos (Rickart 2001; Lambert *et al.* 2006; Bejarano-Bonilla *et al.* 2007; Pereira
298 *et al.* 2009; Estrada-Villegas *et al.* 2012; Marciente 2012; Hodgkison *et al.* 2013). Nós
299 avaliamos a relevância dessas três variáveis simultaneamente, mostrando que as assembleias
300 de morcegos não tiveram relação significativa com a obstrução da vegetação, mas foram
301 fortemente correlacionadas com a elevação, e para os frugívoros, a disponibilidade de
302 alimento foi mais relevante que a elevação.

303 As plantas que fornecem frutos para morcegos frugívoros ocorrem em manchas na
304 floresta (Marques *et al.* 2012), essas plantas quando frutificando são fontes previsíveis de
305 alimento (LoGiudice e Ostfeld 2002). Na Reserva Ducke, disponibilidade de alimento foi a
306 principal variável preditora da estruturação da comunidade de morcegos frugívoros. Nossos
307 resultados mostraram que a composição dos frutos foi mais determinante para a distribuição
308 das espécies do que o número de plantas com frutos, indicando que as espécies de morcegos
309 podem estar mais associadas com a distribuição das espécies de frutos do que com a
310 quantidade de fruto disponível. Algumas espécies frugívoras parecem ter sua distribuição
311 restrita a áreas com ocorrência de determinados frutos. Na Reserva Ducke, *D. gnoma* e *R.*
312 *fischeriae* tiveram maior abundância nos plotes onde ocorreram os gêneros de plantas
313 *Clidemia* e *Peperomia*, e as espécies de morcegos *A. planirostris* e *M. macconnelli* foram
314 concentradas em plotes de maior ocorrência dos gêneros *Bactris*, *Henriettea*, *Oenocarpus* e
315 *Philodendron*. Frutos de *Bactris*, *Peperomia*, *Oenocarpus* e *Philodendron* já foram
316 registrados, em outros estudos, sendo consumidos por espécies de morcegos dos gêneros
317 *Artibeus*, *Dermanura* ou *Rhinophylla* (Bernard 2002; Mello 2007; Bredt *et al.* 2012), mas a
318 concentração da espécie *M. macconnelli* nos plotes onde ocorrem *Bactris*, *Henriettea*,
319 *Oenocarpus* e *Philodendron* não era esperada. Já a composição e a massa de insetos não
320 foram determinantes para a estruturação da comunidade de morcegos animalívoros catadores,
321 provavelmente porque a disponibilidade de insetos pode variar rapidamente no tempo e no

322 espaço, tornando esse recurso imprevisível (Dechmann *et al.* 2011). Isso reforça a ideia de
323 que a seleção do habitat tem dependência direta com a distribuição de plantas que fornecem
324 alimento para os consumidores primários, mas para os consumidores secundários, como os
325 animalívoros, essa seleção pode estar mais relacionada com a complexidade estrutural dos
326 habitats do que pela direta disponibilidade do alimento (Holmes *et al.* 1979; Rice *et al.* 1983;
327 Ramos Pereira *et al.* 2010).

328 A atividade de morcegos é menor em locais mais obstruídos pela vegetação devido aos
329 custos energéticos (Arlettaz *et al.* 2001; Peters *et al.* 2006). O uso de ambientes obstruídos é
330 diferente entre as guildas de morcegos, o modo de forrageio, as características das asas e a
331 ecolocalização definem o desempenho das espécies em meio à vegetação (Norberg e Rayner
332 1987; Kalko *et al.* 1996; Stockwell 2001; Siemers e Schnitzler 2004). Morcegos frugívoros têm
333 asas adaptadas a voos mais longos e tendem a usar locais mais abertos dentro da floresta (Marciente
334 2012; Stimpson 2012). Morcegos animalívoros catadores têm asas adaptadas a voos mais
335 lentos e manobráveis (Norberg e Rayner 1987; Stimpson 2012), com forrageio do tipo senta e
336 espera (Norberg e Rayner 1987), são mais tolerantes a ambientes altamente obstruídos pela
337 vegetação (Marciente 2012). Mesmo assim, locais com vegetação muito densa reduzem a
338 eficiência de forrageio, limitando o movimento das espécies de morcegos animalívoros e o
339 uso de ecolocalização para detectar obstáculos e presas em potencial. Desta forma,
340 esperávamos que a obstrução da vegetação fosse correlacionada com a composição de
341 espécies e afetasse negativamente a quantidade de morcegos, mas com menor significância
342 nos morcegos animalívoros catadores. Porém nem a composição de espécies, nem a
343 abundância de morcegos foram correlacionados com a obstrução da vegetação. A obstrução
344 não teve efeito significativo sobre os morcegos provavelmente porque a obstrução gerada pela
345 vegetação na nossa área de estudo não foi suficiente para limitar o uso do espaço para
346 nenhuma das guildas identificadas.

347 A elevação foi a principal variável preditora na estruturação da comunidade de
348 morcegos da reserva Ducke, estando correlacionada com a composição e com a abundância
349 de espécies de morcegos Phyllostomidae. A influência da elevação em assembleias de
350 morcegos era esperada por tratar-se de uma variável que atua indiretamente na
351 disponibilidade de recursos (Linden *et al.* 2014). Pequenos riachos na floresta, umidade do ar
352 e os tipos de solo na Amazônia central estão fortemente associados com a elevação (Chauvel
353 *et al.* 1987). Esses gradientes influenciam diretamente a composição de plantas (Costa *et al.*
354 2005; Willig *et al.* 2011) e conseqüentemente os insetos herbívoros consumidos por morcegos
355 insetívoros (Jung *et al.* 2012; Saldaña-Vázquez *et al.* 2013). A elevação também foi
356 correlacionada com a composição das guildas, possivelmente porque cada guilda tem
357 adaptações morfológicas voltadas a especializações no forrageio (Kalko *et al.* 1996; Stimpson
358 2012). Na Ducke, por exemplo, encontramos mais espécies de animalívoros catadores nos
359 platôs, enquanto os frugívoros foram mais abundantes nos baixios.

360 A correlação positiva da elevação com a quantidade de espécies de animalívoros
361 catadores e a agregação das espécies *M. hirsuta*, *M. microtis* e *M. crenulatum* nos platôs pode
362 ser explicada pelo fato da relação massa de insetos/quantidade de insetos ser maior nas
363 regiões mais altas (GLM, $r^2 = 0,23$, $p = 0,0004$), fato que evidencia um ganho energético por
364 unidade de inseto capturado em lugares mais altos. Já as mudanças na composição de
365 frugívoros e de nectarívoros, a diminuição da ocorrência de frugívoros em função da
366 elevação, bem como a agregação das espécies *A. caudifer*, *A. gnomus*, *C. benkeithi*, *H.*
367 *thomasi* e *V. bidens* nos baixios, reforça a ideia de que a elevação, mesmo com variações
368 menores que 100 m (McCain 2007; Curran *et al.* 2012), gera gradientes que interferem na
369 escolha de locais de forrageamento (Vasconcelos *et al.* 2003). Os baixios têm solos
370 encharcados e normalmente abrigam espécies de plantas diferentes das que estão nos platôs,
371 com solos argilosos, afetando a distribuição de espécies vegetais (Costa *et al.* 2005), o que,

372 além de determinar a distribuição do alimento (frutos e insetos herbívoros), também afeta a
373 estrutura física do ambiente (Lawton 1983; Tews *et al.* 2004), interferindo na escolha de
374 locais de forrageamento (Vasconcelos *et al.* 2003) e conseqüentemente nas distribuições de
375 espécies de morcegos (Stimpson 2012).

376 Nosso estudo ressalta a importância da elevação na seleção dos locais de
377 forrageamento (Vasconcelos *et al.* 2003) mesmo com variação de elevação relativamente
378 pequena (Chauvel *et al.* 1987). Para os frugívoros, nosso estudo apoia a ideia de Rice *et al.*
379 (1983) no qual os consumidores primários são mais influenciados pela direta disponibilidade
380 de alimento e os secundários são mais afetados pelas características estruturais do ambiente.

381 **AGRADECIMENTOS**

382 Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
383 (CAPES), ao Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD), à Fundação Amazônica de
384 Defesa da Biosfera (FDB), ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) e ao Centro
385 de Estudos Integrados da Biodiversidade. Amazônica (CENBAM), pelo aporte financeiro. Ao
386 Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), pelo uso de suas instalações.
387 À Dra. Juliana Schietti e ao Msc. Rafael Jorge, por terem cedido as coordenadas geográficas
388 das parcelas permanentes e ripárias, respectivamente. Ao Msc. Rodrigo Marciente e ao Msc
389 Leonardo Q. Oliveira, por terem cedido os dados de obstrução, e por contribuírem com nosso
390 trabalho com dicas e sugestões. À Valdeana Linard, pela ajuda na identificação e pesagem dos
391 insetos. À Ivanery G. Ferreira, Paulo D. S. Lopes, Afonso D. S. Pena, José D. S. Lopes, pelo
392 auxílio em campo.

393 **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- 394 Adams, R.A. e Pedersen, S.C. (2013) *Bat Evolution, Ecology, and Conservation*, Springer
395 (eds RA Adams and SC Pedersen). Springer New York, New York, NY.
- 396 Arlettaz, R., Jones, G. e Racey, P.A. (2001) Effect of acoustic clutter on prey detection by
397 bats. *Nature*, **414**, 742–745.
- 398 Barquez, R.M., Giannini, N.P. e Mares, M.A. (1993) *Guide to the Bats of Argentina* (ed
399 Oklahoma Museum of Natural History). Norman (Oklahoma). US.
- 400 De Barros, D. e Frenedozo, R.D.C. (2010) Uso do habitat, estrutura social e aspectos básicos
401 da etologia de um grupo de quatis (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766) (Carnivora:
402 Procyonidae) em uma área de Mata Atlântica, São Paulo, Brasil. *Biotemas*, **23**, 175–180.
- 403 Bejarano-Bonilla, D.A., Yate-Rivas, A. e Bernal-Bautista, M.H. (2007) Diversidad y
404 distribución de la fauna quiróptera em um transecto altitudinal em el departamento del
405 Tolima, Colômbia. *Caldasia*, **29**, 297–308.
- 406 Bennetts, R.E., Darby, P.C. e Karunaratne, L.B. (2006) Foraging Patch Selection by Snail
407 Kites in Response to Vegetation Structure and Prey Abundance and Availability.
408 *Waterbirds*, **29**, 88–94.
- 409 Bernard, E. (2002) Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in
410 Central Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **19**, 173–188.
- 411 Bernard, E., Tavares, V. da C. e Sampaio, E. (2011) Compilação atualizada das espécies de
412 morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. *Biota Neotropica*, **11**, 35–46.
- 413 Bobrowiec, P.E.D., Rosa, L.D.S., Gazarini, J. e Haugaasen, T. (2014) Phyllostomid Bat
414 Assemblage Structure in Amazonian Flooded and Unflooded Forests. *Biotropica*, **46**,
415 312–321.
- 416 Bordignon, M.O. e França, A.D.O. (2009) Riqueza, diversidade e variação altitudinal em uma
417 comunidade de morcegos filostomídeos (Mammalia-Chiroptera) no Centro-Oeste do
418 Brasil. *Chiroptera Neotropical*, **15**, 425–433.
- 419 Brecht, A., Uieda, W. e Pedro, W.A. (2012) *Plantas E Morcegos: Na Recuperação de Áreas*
420 *Degradadas E Na Paisagem Urbana*. Rede de sementes do Serrado, Brasília.
- 421 Charles-Dominique, P., Brosset, A. e Jouard, S. (2001) Atlas des chauves-souris de Guyane.
422 *Patrimoines Naturels*, **49**, 172.
- 423 Chauvel, A., Lucas, Y. e Boulet, R. (1987) On the genesis of the soil mantle of the region of
424 Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, **43**, 234–241.
- 425 Cintra, R., Maruoka, A.E. e Naka, L.N. (2006) Abundance of two *Dendrocincla* woodcreepers
426 (aves: Dendrocolaptidae) in relation to forest structure in Central Amazonia. *Acta*
427 *Amazonica*, **36**, 209–219.

- 428 Costa, F.R.C., Magnusson, W.E. e Luizao, R.C. (2005) Mesoscale distribution patterns of
429 Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of*
430 *Ecology*, **93**, 863–878.
- 431 Curran, M., Kopp, M., Beck, J. e Fahr, J. (2012) Species diversity of bats along an altitudinal
432 gradient on Mount Mulanje, southern Malawi. *Journal of Tropical Ecology*, **28**, 243–
433 253.
- 434 Dechmann, D.K.N., Ehret, S., Gaub, A., Kranstauber, B. e Wikelski, M. (2011) Low
435 metabolism in a tropical bat from lowland Panama measured using heart rate telemetry:
436 an unexpected life in the slow lane. *Journal of Experimental Biology*, **214**, 3605–3612.
- 437 Dias, D., Esbérard, C.E.L. e Peracchi, A.L. (2008) Riqueza, diversidade de espécies e
438 variação altitudinal de morcegos na Reserva Biológica do Tinguá, estado do Rio de
439 Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Ecologia De Morcegos* pp. 125–142. Londrina,
440 Paraná.
- 441 Dodd, L.E., Lacki, M.J. e Rieske, L.K. (2008) Variation in moth occurrence and implications
442 for foraging habitat of Ozark big-eared bats. *Forest Ecology and Management*, **255**,
443 3866–3872.
- 444 Estrada-Villegas, S., McGill, B.J. e Kalko, E.K.V. (2012) Climate, habitat, and species
445 interactions at different scales determine the structure of a Neotropical bat community.
446 *Ecology*, **93**, 1183–1193.
- 447 Fretwell, S.D. (1972) Theory of habitat distribution. *Populations in a seasonal environment*,
448 Princeton (ed S.D. Fretwell), pp. 79–114. Princeton.
- 449 Gardner, A.L. (2007) *Mammals of South America, Volume 1*. Chicago and London.
- 450 Gregorin, R. e Taddei, V.A. (2002) Chave artificial para a identificação de molossídeos
451 Brasileiros. *Mastozoologia Neotropical*, **9**, 13–32.
- 452 Hodgkison, R., Ayasse, M., Häberlein, C., Schulz, S., Zubaid, A., Mustapha, W.A.W., Kunz,
453 T.H. e Kalko, E.K.V. (2013) Fruit bats and bat fruits: The evolution of fruit scent in
454 relation to the foraging behaviour of bats in the New and Old World tropics (ed D Hare).
455 *Functional Ecology*, **27**, 1075–1084.
- 456 Holmes, R.T., Bonney, R.E. e Pacala, S.W. (1979) Guild Structure of the Hubbard Brook Bird
457 Community: A Multivariate Approach. *Ecology*, **60**, 512 – 520.
- 458 Holt, N.C. e Askew, G.N. (2012) Locomotion on a slope in leaf-cutter ants: metabolic energy
459 use, behavioural adaptations and the implications for route selection on hilly terrain.
460 *Journal of Experimental Biology*, **215**, 2545–2550.
- 461 Hooper, S.R., Flanary, W.E., Bull, R.J. e Baker, R.J. (2008) Phylogenetic relationships of
462 vampyressine bats and allies (Phyllostomidae: Stenodermatinae) based on DNA
463 sequences of a nuclear intron (TSHB-I2). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **47**,
464 870–876.

- 465 Jung, K., Kaiser, S., Böhm, S., Nieschulze, J. e Kalko, E.K.V. (2012) Moving in three
466 dimensions: Effects of structural complexity on occurrence and activity of insectivorous
467 bats in managed forest stands. *Journal of Applied Ecology*, **49**, 523–531.
- 468 Kabat, A.P., Phillips, R.A., Croxall, J.P. e Butler, P.J. (2007) Differences in metabolic costs
469 of terrestrial mobility in two closely related species of albatross. *The Journal of*
470 *experimental biology*, **210**, 2851–2858.
- 471 Kalko, E.K.V. (1998) Organisation and diversity of tropical bat communities through space
472 and time. *Zoology*, **101**, 281–297.
- 473 Kalko, E.K.V., Charles O. Handley-Jr. e Handley, D. (1996) Organization, Diversity, and
474 Long-Term Dynamics of a Neotropical Bat Community. *Long-Term Studies of*
475 *Vertebrate Communities* pp. 503–553. Elsevier, San Diego.
- 476 Kalko, E.K.V. e Schnitzler, H.U. (1989) The echolocation and hunting behavior of
477 Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **24**, 225–
478 238.
- 479 De La Peña-Cuéllar, E., Stoner, K.E., Avila-Cabadilla, L.D., Martínez-Ramos, M. e Estrada,
480 A. (2012) Phyllostomid bat assemblages in different successional stages of tropical rain
481 forest in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, **21**, 1381–1397.
- 482 Lambert, T.D., Malcolm, J.R. e Zimmerman, B.L. (2006) Amazonian small mammal
483 abundances in relation to habitat structure and resource abundance. *Journal of*
484 *Mammalogy*, **87**, 766–776.
- 485 Lawton, J.H. (1983) Plant Architecture and the Diversity of Phytophagous Insects. *Annual*
486 *Review of Entomology*, **28**, 23–39.
- 487 Lim, B.K. e Engstrom, M.D. (2001) Bat community structure at Iwokrama Forest, Guyana.
488 *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 647–665.
- 489 Linden, V.M.G., Weier, S.M., Gaigher, I., Kuipers, H.J., Weterings, M.J.A. e Taylor, P.J.
490 (2014) Changes of Bat Activity, Species Richness, Diversity and Community
491 Composition Over an Altitudinal Gradient in the Soutpansberg Range, South Africa.
492 *Acta Chiropterologica*, **16**, 27–40.
- 493 LoGiudice, K. e Ostfeld, R.S. (2002) Interactions between mammals and trees: Predation on
494 mammal-dispersed seeds and the effect of ambient food. *Oecologia*, **130**, 420–425.
- 495 Magnusson, W.E., Lima, A.P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F.R.C., Castilho, C.V. de e
496 Kinupp, V.F. (2005) RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity
497 surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, **5**, 21 – 26.
- 498 Marciente, R. (2012) *Efeito Da Obstrução Gerada Pela Densidade Da Vegetação Do Sub-*
499 *Bosque Sobre Morcegos Frugívoros E Animalívoros Catadores (Chiroptera:*
500 *Phyllostomidae) Na Amazônia Central, Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas da
501 Amazônia.

- 502 Marques, J.T., Pereira, M.J.R. e Palmeirim, J.M. (2012) Availability of Food for Frugivorous
503 Bats in Lowland Amazonia: The Influence of Flooding and of River Banks. *Acta*
504 *Chiropterologica*, **14**, 183–194.
- 505 Marsden, S.J., Fielding, A.H., Mead, C. e Hussin, M.Z. (2002) A technique for measuring the
506 density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and*
507 *Management*, **165**, 117–123.
- 508 McCain, C.M. (2007) Area and mammalian elevational diversity. *Ecology*, **88**, 76–86.
- 509 Mello, M. De. (2007) Morcegos e frutos: interação que gera florestas. *Ciência Hoje*, **41**, 30–
510 35.
- 511 Menin, M., Lima, A.P., Magnusson, W.E. e Waldez, F. (2007) Topographic and edaphic
512 effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia:
513 mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, **23**, 539 – 547.
- 514 Miranda, J.M.D., Bernardi, I.P. e Passos, F.C. (2011) *Chave Ilustrada Para Determinação*
515 *Dos Morcegos Da Região Sul Do Brasil*. Curitiba.
- 516 Müller, J., Mehr, M., Bässler, C., Fenton, M.B., Hothorn, T., Pretzsch, H., Klemmt, H.-J. e
517 Brandl, R. (2012) Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat.
518 *Oecologia*, **169**, 673–84.
- 519 Mac Nally, R. (2002) Multiple regression and inference in ecology and conservation biology:
520 Further comments on retention of independent variables. *Biodiversity and Conservation*,
521 **11**, 1397–1401.
- 522 Mac Nally, R. e Walsh, C.J. (2004) Hierarchical partitioning public-domain software.
523 *Biodiversity and Conservation*, **13**, 659–660.
- 524 Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. e Li, W. (1996) *Applied Linear Statistical Models*.
- 525 Nogueira, M.R., de Lima, I.P., Moratelli, R., Tavares, V. da C., Gregorin, R. e Peracchi, A.L.
526 (2014) Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List*, **10**,
527 808–821.
- 528 Norberg, U.M. e Rayner, J.M. V. (1987) Ecological Morphology and Flight in Bats
529 (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and
530 Echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,
531 **316**, 335–427.
- 532 Ober, H.K. e Hayes, J.P. (2008) Influence of vegetation on bat use of riparian areas at
533 multiple spatial scales. *Journal of Wildlife Management*, **72**, 396–404.
- 534 Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson,
535 G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H. e Wagner, H. (2014) Vegan: Community Ecology
536 Package. R package version 2.2-1. , 270.

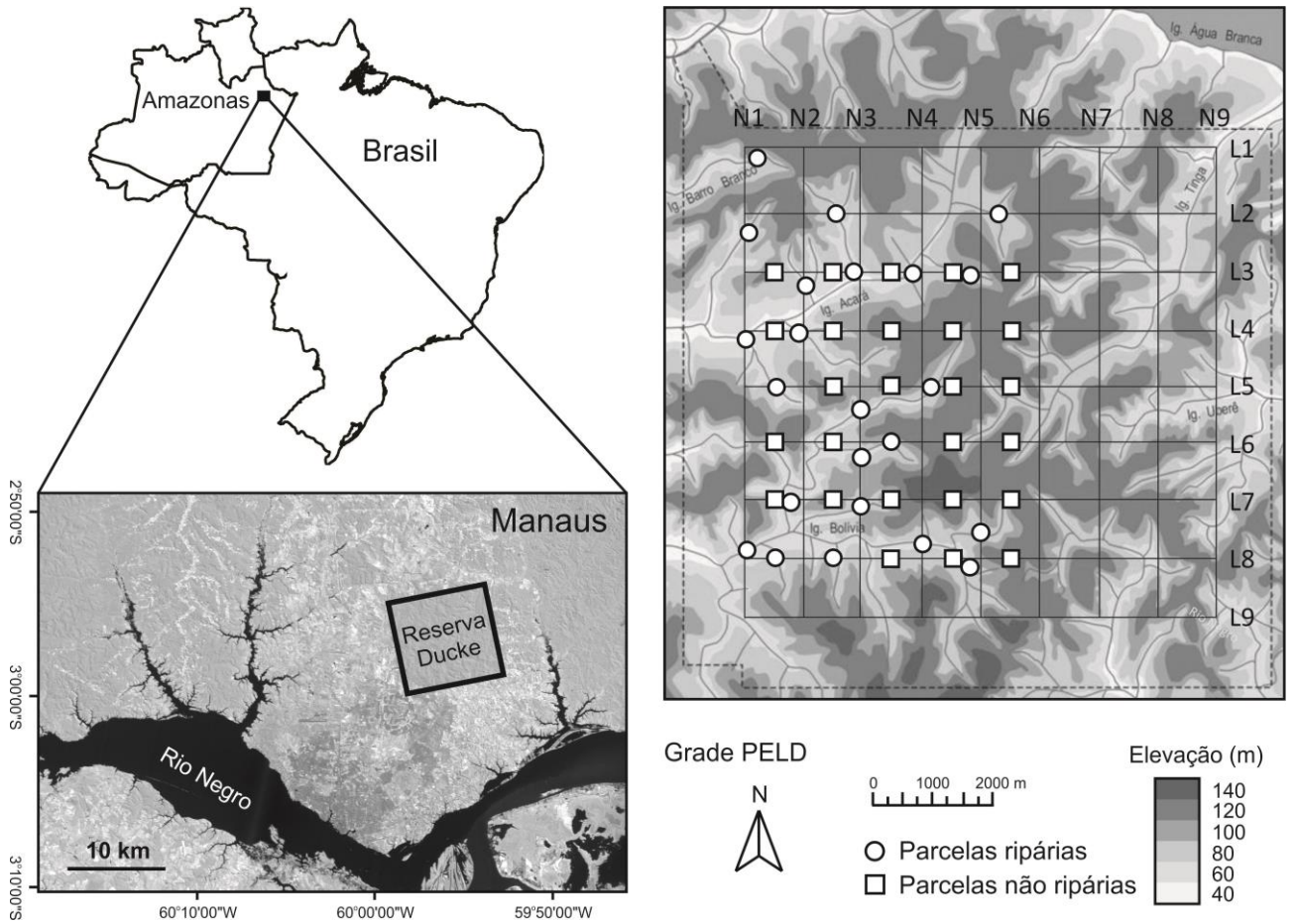
- 537 Oliveira, M.L. de, Baccaro, F.B., Braga-Neto, R. e Magnusson, W.E. (2008) *Reserva Ducke:*
538 *A Biodiversidade Amazônica Através de Uma Grade*. Áttema Design Editorial, Manaus.
- 539 Oliveira, L.Q. de, Marciente, R., Magnusson, W.E. e Bobrowiec, P.E.D. (2014) *Foraging*
540 *Activity of the Bat Pteronotus Parnellii Depends More on Insect Resources than*
541 *Vegetation Structure*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- 542 Parlos, J.A., Timm, R.M., Swier, V.J., Zeballos, H. e Baker, R.J. (2014) Evaluation of the
543 paraphyletic assemblage within Lonchophyllinae, with description of a new tribe and
544 genus. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, **320**, 1–23.
- 545 Pereira, M.J.R., Marques, J.T., Santana, J., Santos, C.D., Valsecchi, J., De Queiroz, H.L.,
546 Beja, P. e Palmeirim, J.M. (2009) Structuring of Amazonian bat assemblages: The roles
547 of flooding patterns and floodwater nutrient load. *Journal of Animal Ecology*, **78**, 1163–
548 1171.
- 549 Peters, S.L., Malcolm, J.R. e Zimmerman, B.L. (2006) Effects of selective logging on bat
550 communities in the southeastern Amazon. *Conservation Biology*, **20**, 1410–1421.
- 551 R Development Core Team, R. (2008) *Computational Many-Particle Physics* (ed RDC
552 Team). R Foundation for Statistical Computing.
- 553 Ramos Pereira, M.J., Marques, J.T. e Palmeirim, J.M. (2010) Ecological responses of
554 frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in amazonian forests.
555 *Biotropica*, **42**, 680–687.
- 556 Ribeiro, J.E.L. da, Hopkins, M.J.G., Vicentini, A., Sothers, C.A., Costa, M.A. da S., Brito,
557 J.M. de, Souza, M.A.D. de, Martins, L.H.P., Lohmann, L.G., Assuncao, P.A.C.L.,
558 Pereira, E. da C., Silva, C.F. da, Mesquita, M.R. e Procópio, L.C. (2002) *Flora Da*
559 *Reserva Ducke. Guia de Identificacao Das Plantas Vasculares de Uma Floresta de*
560 *Terra-Firme Na Amazonia Central*, INPA. Manaus.
- 561 Rice, J., Ohmart, R.D. e Anderson, B.W. (1983) Habitat selection attributes of an avian
562 community: a discriminant analysis investigation. *Ecological Monographs*, **53**, 263–290.
- 563 Rickart, E.A. (2001) Elevational diversity gradients, biogeography and the structure of
564 montane mammal communities in the intermountain region of north America. *Global*
565 *Ecology and Biogeography*, **10**, 77–100.
- 566 Rojas-Ahumada, D.P., Landeiro, V.L. e Menin, M. (2012) Role of environmental and spatial
567 processes in structuring anuran communities across a tropical rain forest. *Austral*
568 *Ecology*, **37**, 865–873.
- 569 Saldaña-Vázquez, R. a., Sosa, V.J., Iñiguez-Dávalos, L.I. e Schondube, J.E. (2013) The role
570 of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat–plant interactions. *Journal of*
571 *Mammalogy*, **94**, 632–639.
- 572 Siemers, B.M. e Schnitzler, H.-U. (2004) Echolocation signals reflect niche differentiation in
573 five sympatric congeneric bat species. *Nature*, **429**, 657–661.

- 574 Simmons, N.B. (1996) A new species of *Micronycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae) from
575 Northeastern Brazil, with comments on phylogenetic relationship. *American Museum*
576 *Novitates*, **3158**, 1–34.
- 577 Simmons, N.B. (2005) Chiroptera. *Mammal species of the world: a taxonomic and*
578 *geographic reference* (eds D.E. Wilson e D.M. Reeder), pp. 312–529. Johns Hopkins
579 University Press.
- 580 Simmons, N.B. e Voss, R.S. (1998) The Mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical
581 lowland rainforest fauna: Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural*
582 *History*, **237**, 3–219.
- 583 Stimpson, C.M. (2012) Local scale, proxy evidence for the presence of closed canopy forest
584 in North-western Borneo in the late Pleistocene: Bones of Strategy I bats from the
585 archaeological record of the Great Cave of Niah, Sarawak. *Palaeogeography,*
586 *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **331-332**, 136–149.
- 587 Stockwell, E.F. (2001) Morphology and flight manoeuvrability in New World leaf-nosed bats
588 (Chiroptera : Phyllostomidae). *Journal of the Zoological Society of London*, **254**, 505–
589 514.
- 590 Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M. e Jeltsch, F.
591 (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance
592 of keystone structures. *Journal of Biogeography*, **31**, 79–92.
- 593 Vanbergen, A.J., Watt, A.D., Mitchell, R., Truscott, A.M., Palmer, S.C.F., Ivits, E., Eggleton,
594 P., Jones, T.H. e Sousa, J.P. (2007) Scale-specific correlations between habitat
595 heterogeneity and soil fauna diversity along a landscape structure gradient. *Oecologia*,
596 **153**, 713–725.
- 597 Vargas Contreras, J.A., Medellín, R.A., Escalona Segura, G. e Interián Sosa, L. (2009)
598 Vegetation complexity and bat-plant dispersal in Calakmul, Mexico. *Journal of Natural*
599 *History*, **43**, 219–243.
- 600 Vasconcelos, H.L., Macedo, A.C.C. e Vilhena, J.M.S. (2003) Influence of Topography on the
601 Distribution of Ground-Dwelling Ants in an Amazonian Forest. *Studies on Neotropical*
602 *Fauna and Environment*, **38**, 115–124.
- 603 Watling, J.I. (2005) Edaphically-biased distributions of amphibians and reptiles in a lowland
604 tropical rainforest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **40**, 15–21.
- 605 Willig, M.R., Presley, S.J., Bloch, C.P., Castro-Arellano, I., Cisneros, L.M., Higgins, C.L. e
606 Klingbeil, B.T. (2011) Tropical metacommunities along elevational gradients: Effects of
607 forest type and other environmental factors. *Oikos*, **120**, 1497–1508.
- 608 Zehm, A., Nobis, M. e Schwabe, A. (2003) Multiparameter analysis of vertical vegetation
609 structure based on digital image processing. *Flora*, **198**, 142–160.

610 Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A., Smith, G.M. e Ebooks Corporation.
611 (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R* (eds M Gail, K
612 Krickeberg, JM Samet, A Tsiatis, and W Wong). Springer New York.

613

614 FIGURAS



615

616 Figura 1. Localização da reserva Adolpho Ducke e dos pontos de amostragem (parcelas
617 terrestres e ripárias).

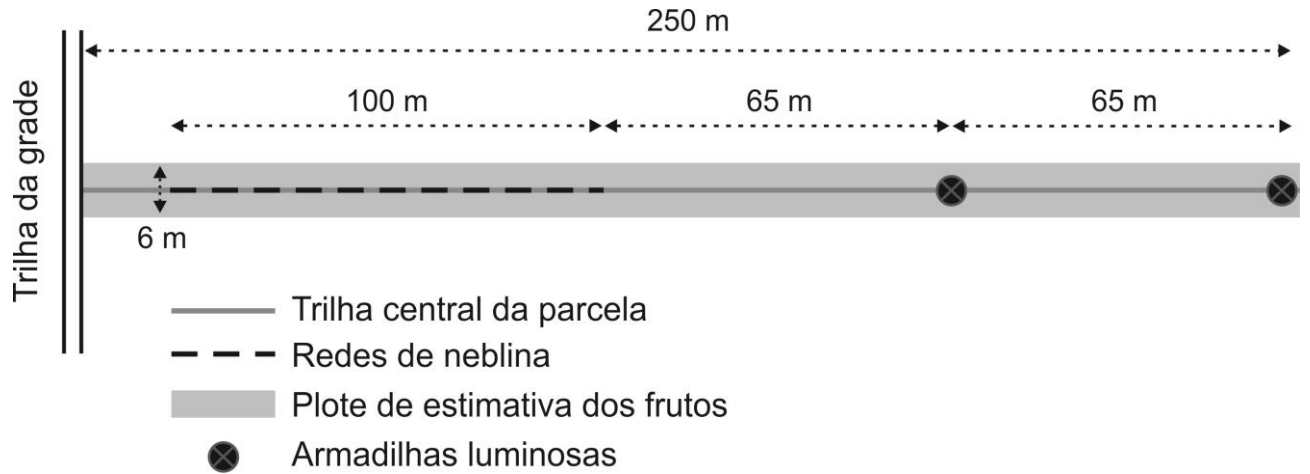
618

619

620

621

622



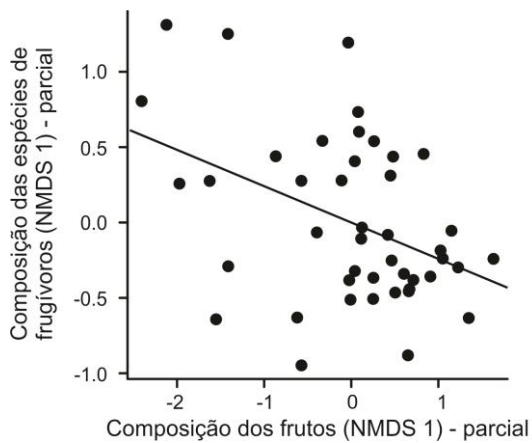
623

624 Figura 2. Esquema da posição das redes, das armadilhas luminosas e da área onde foi feita a

625 busca por plantas com frutos consumidos por morcegos em uma parcela de 250 m na Reserva

626 Adolpho Ducke.

627

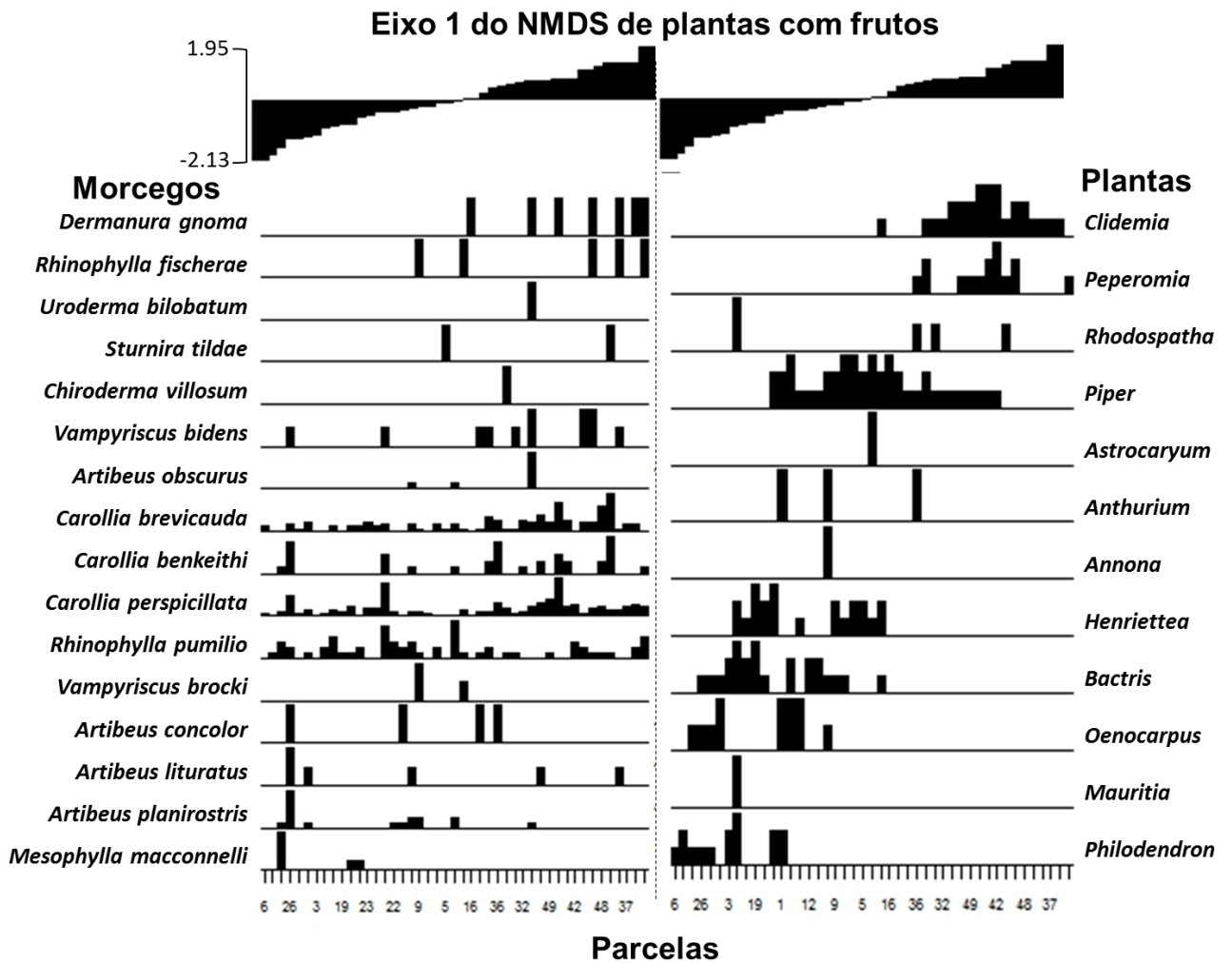


628

629 Figura 3. Gráfico parcial da composição de morcegos frugívoros (eixo 1 do NMDS) em

630 função da composição de plantas com frutos (eixo 1 do NMDS).

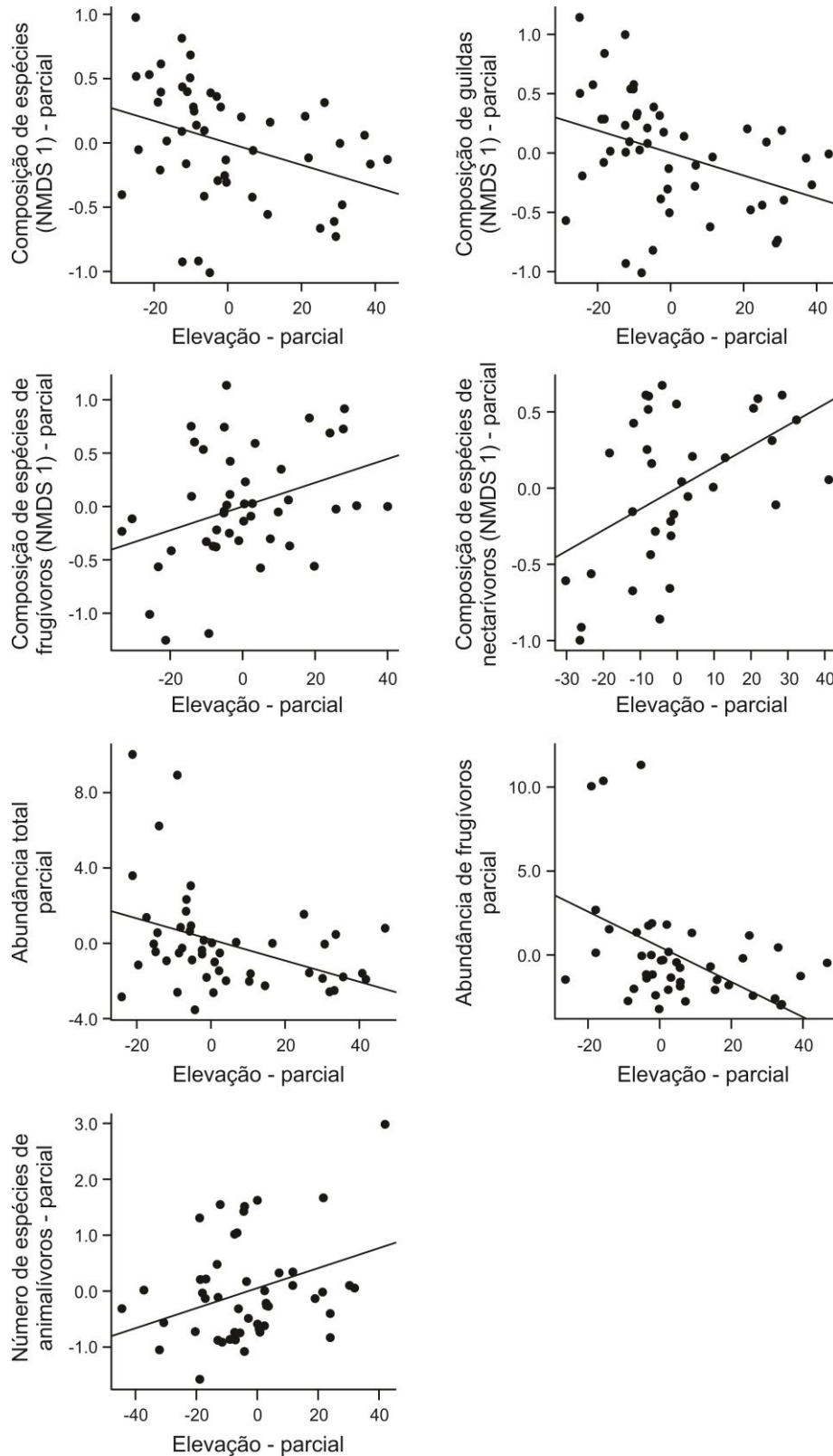
631



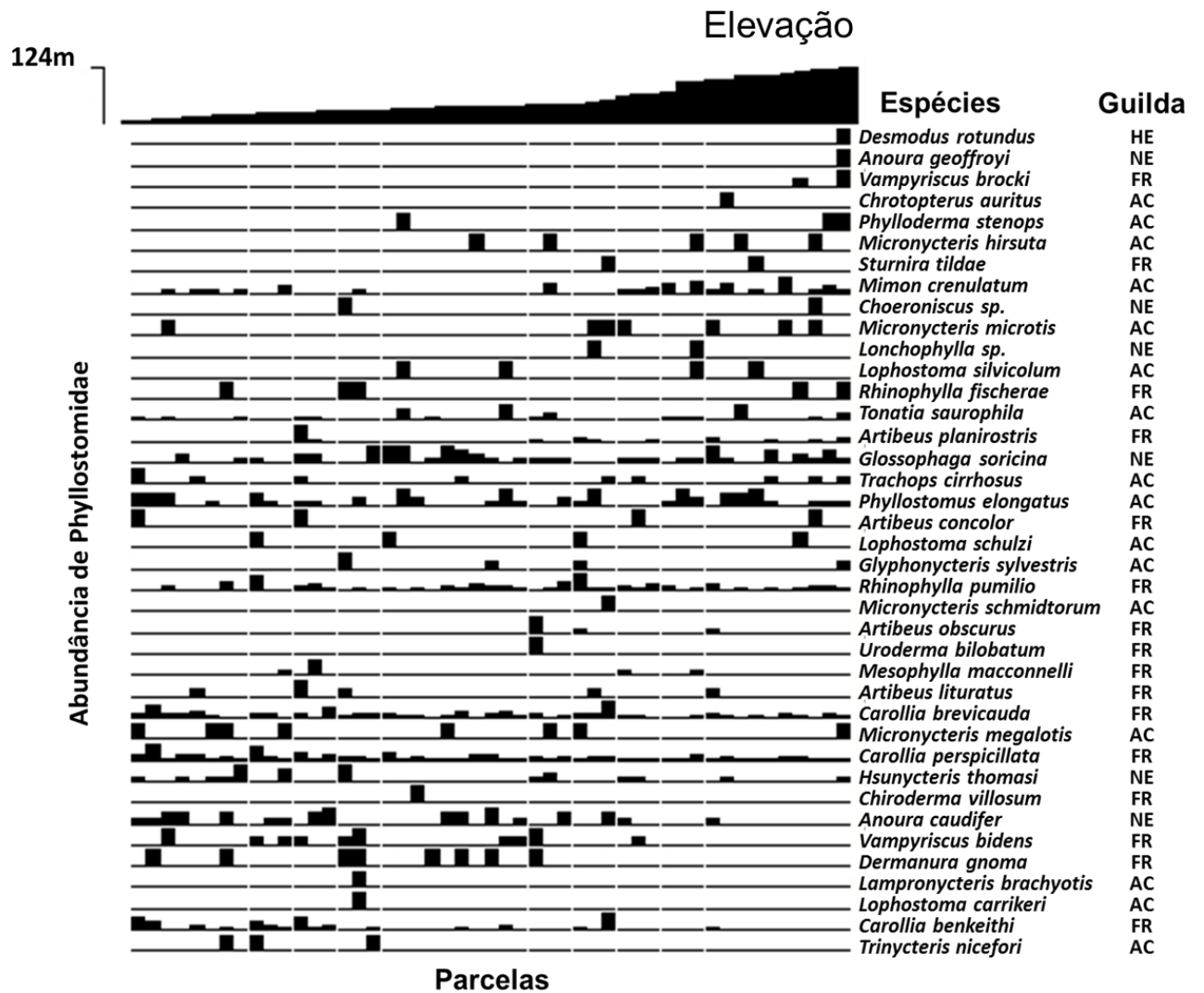
632

633 Figura 4. Ordenação das assembleias de morcegos frugívoros e das plantas com frutos, por
 634 análise de gradiente direto, em função do eixo 1 do NMDS de plantas com frutos.

635



636 Figura 5. Gráficos parciais da composição total de morcegos Phyllostomidae, da composição
 637 das guildas, da composição de frugívoros, da composição de nectarívoros, da quantidade total
 638 de indivíduos, da quantidade de indivíduos frugívoros e da quantidade de espécies de
 639 animalívoros catadores, todos em função da elevação do terreno.



640

641 Figura 6. Ordenação das assembleias de morcegos por análise de gradiente direto em função

642 da elevação. Onde HE significa Hematófago, NE - Nectarívoro, FR - frugívoro e AC -

643 animalívoro catador.

644 TABELAS

645 Tabela 1 - Famílias e espécies amostradas com suas respectivas guildas e abundâncias.

Família/ Espécie	Guilda	Abundância
Emballonuridae		
<i>Cormura brevirostris</i> (J. A. Wagner, 1843)	Insetívoro aéreo	6
<i>Peropteryx leucoptera</i> W. Peters, 1967	Insetívoro aéreo	3
<i>Peropteryx macrotis</i> (J. A. Wagner, 1843)	Insetívoro aéreo	1
<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temminck, 1838)	Insetívoro aéreo	4
<i>Saccopteryx leptura</i> (Schreber, 1774)	Insetívoro aéreo	3
Mormoopidae		
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	Insetívoro aéreo	28
Phyllostomidae		
<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1818)	Nectarívoro	29
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	Nectarívoro	1
<i>Artibeus concolor</i> W. Peters, 1865	Frugívoro	4
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Frugívoro	6
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	Frugívoro	8
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	Frugívoro	19
<i>Carollia benkeithi</i> S. Solari and Baker, 2006	Frugívoro	37
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	Frugívoro	138
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Frugívoro	452
<i>Chiroderma villosum</i> W. Peters, 1860	Frugívoro	1
<i>Choeroniscus</i> sp.	Nectarívoro	2
<i>Chrotopterus auritus</i> (W. Peters, 1856)	Animalívoro catador	1
<i>Dermanura gnoma</i> (Handley, 1987)	Frugívoro	8
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	Hematófago	1
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> Thomas, 1896	Animalívoro catador	5
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Nectarívoro	55
<i>Hsunnycteris thomasi</i> (J. A. Allen, 1904)	Nectarívoro	22
<i>Lamproncycteris brachyotis</i> (Dobson, 1879)	Animalívoro catador	1
<i>Lonchophylla</i> sp.	Nectarívoro	2
<i>Lophostoma carrikeri</i> (J. A. Allen, 1910)	Animalívoro catador	1
<i>Lophostoma schulzi</i> (Genoways e Williams, 1980)	Animalívoro catador	4
<i>Lophostoma silvicolum</i> d'Orbigny, 1836	Animalívoro catador	4
<i>Mesophylla macconnelli</i> Thomas, 1901	Frugívoro	7
<i>Micronycteris hirsuta</i> (Peters, 1869)	Animalívoro catador	5
<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	Animalívoro catador	8
<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	Animalívoro catador	7
<i>Micronycteris schmidtorum</i> Sanborn, 1935	Animalívoro catador	1
<i>Mimon crenulatum</i> (É. Geoffroy, 1803)	Animalívoro catador	43
<i>Phylloderma stenops</i> (Peters, 1865)	Animalívoro catador	3
<i>Phyllostomus elongatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	Animalívoro catador	58
<i>Rhinophylla fischeriae</i> Carter, 1966	Frugívoro	5
<i>Rhinophylla pumilio</i> Peters, 1865	Frugívoro	66
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	Frugívoro	2

Família/ Espécie	Guilda	Abundância
<i>Tonatia saurophila</i> Koopman e Williams, 1951	Animalívoro catador	26
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	Animalívoro catador	10
<i>Trinycteris nicefori</i> (Sanborn, 1949)	Animalívoro catador	3
<i>Uroderma bilobatum</i> Peters, 1866	Frugívoro	1
<i>Vampyriscus bidens</i> (Dobson, 1878)	Frugívoro	13
<i>Vampyriscus brocki</i> (Peterson, 1968)	Frugívoro	3
<i>Thyropteridae</i>		
<i>Thyroptera devivoi</i> Gregorin <i>et al.</i> 2006	Insetívoro aéreo	1
<i>Thyroptera lavalii</i> Pine, 1993	Insetívoro aéreo	2
<i>Thyroptera tricolor</i> Spix, 1823	Insetívoro aéreo	4
<i>Vespertilionidae</i>		
<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	Insetívoro aéreo	1
<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy, 1806)	Insetívoro aéreo	7
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Insetívoro aéreo	7
<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	Insetívoro aéreo	9
Total		1138

647 Tabela 2 - Resultados das regressões (GLM) e da Partição hierárquica (HP) para a
 648 composição geral, composição das guildas, número de espécies e abundância de morcegos.

		Características da vegetação		Topografia		Recursos alimentares								
		Variância explicada	Obstrução		Elevação		Plantas com frutos				Insetos			
			t	HP	t	HP	Composição (NMDS 1)		Quantidade		Composição (NMDS 1)		Massa	
						t	HP	t	HP	t	HP	t	HP	
Composição de espécies (NMDS)	Espécies	0.12	0.87	-2.53	*	0.94								
	Guilda	0.14	0.99	-2.70	**	0.93								
	FR	0.30	-1.42	2.32	*	0.34	-2.88	**	0.57	-1.13				
	AC	0.11	-1.73	0.12							0.32		-0.59	
	NE	0.36	-0.75	3.01	**	0.63	-2.06	.		-0.34				
Número de espécies	Espécies	0.04	0.88	0.72										
	FR	0.06	0.13	0.12			1.25		-0.56					
	AC	0.16	1.00	2.08	*	0.69					-0.58		-0.60	
	NE	0.01	-0.42	0.40			-0.06		-0.83					
Abundância	Espécies	0.16	1.21	-2.64	*	0.90								
	FR	0.31	1.74	-3.11	**	0.62	1.49		1.22					
	AC	0.17	0.90	1.87	.	0.59					-0.87		0.03	
	NE	0.08	-1.46	0.25			0.03		-1.31					

FR, AC e NE representam morcegos frugívoros, animalívoros catadores e nectarívoros, respectivamente. “t” representa o valor do teste de Student calculado pelo GLM e “HP” o percentual de contribuição resultante da partição hierárquica. Os valores da partição hierárquica de contribuição individual de cada variável preditora no modelo são apresentados para as variáveis preditoras com resultado significativo. Variáveis resposta sem o valor do teste t indicam que a variável preditora não foi incluída no modelo. ** está para $P < 0.001$; * para $P < 0.05$ resultante do GLM.

650 Tabela 3 - Gêneros de plantas com frutos consumíveis por morcegos, a abundância, o número
651 de parcelas onde houve registro e a amplitude de ocorrência nas parcelas.

Gênero	Abundância	Nº de parcelas com ocorrência	Amplitude de ocorrência nas parcelas
<i>Annona</i>	1	1	0 - 1
<i>Anthurium</i>	3	3	0 - 1
<i>Astrocaryum</i>	2	1	0 - 2
<i>Bactris</i>	24	15	0 - 3
<i>Clidemia</i>	28	17	0 - 3
<i>Henriettea</i>	22	12	0 - 3
<i>Mauritia</i>	2	1	0 - 2
<i>Oenocarpus</i>	12	8	0 - 2
<i>Peperomia</i>	15	10	0 - 3
<i>Philodendron</i>	15	9	0 - 3
<i>Piper</i>	44	26	0 - 3
<i>Rhodospatha</i>	5	4	0 - 2

652

653 Tabela 4 - Ordens de insetos amostrados, a abundância, o número de parcelas onde houve
654 registro e a amplitude de ocorrência nas parcelas.

Ordem	Abundância	Nº de parcelas com ocorrência	Amplitude de ocorrência nas parcelas
<i>Archaeognatha</i> Börner, 1904	2	2	0 - 1
<i>Blattaria</i> Burmeister, 1829	19	12	0 - 4
<i>Coleoptera</i> Linnaeus, 1758	1682	49	4 - 85
<i>Collembola</i> Lubbock, 1873	13	9	0 - 3
<i>Dermaptera</i> de Geer, 1773	3	3	0 - 1
<i>Diptera</i> Linnaeus, 1758	2460	46	0 - 364
<i>Ephemeroptera</i> Hyatt e Arms, 1891	752	21	0 - 199
<i>Hemiptera</i> Linnaeus, 1758	318	49	1 - 23
<i>Hymenoptera</i> Linnaeus, 1758	3033	49	7 - 254
<i>Isoptera</i> Brullé, 1832	2257	36	0 - 554
<i>Lepidoptera</i> Linnaeus, 1758	123	42	0 - 9
<i>Odonata</i> Fabricius, 1792	2	2	0 - 1
<i>Orthoptera</i> Olivier, 1791	40	22	0 - 4
<i>Strepsiptera</i> Kirby, 1813	2	2	0 - 1
<i>Thysanoptera</i> Haliday, 1836	3	2	0 - 2
<i>Trichoptera</i> Kirby, 1813	329	22	0 - 49
<i>Plecoptera</i> Burmeister, 1839	1	1	0 - 1
<i>Protura</i> Silvestri, 1907	1	1	0 - 1
<i>Psocoptera</i> Shioley, 1904	13	11	0 - 3
<i>Embiopoda</i> Shipley, 1904	10	7	0 - 2
<i>Mantodea</i> Burmeister, 1838	1	1	0 - 1

655

CONCLUSÃO

Nosso estudo avaliou a relevância da disponibilidade de alimento, da obstrução física da vegetação e da elevação, simultaneamente, mostrando que as assembleias de morcegos não tiveram relação significativa com a obstrução da vegetação, mas foram fortemente correlacionadas com a elevação, e para os frugívoros, com a disponibilidade de alimento. A elevação foi, entre as variáveis testadas, a principal variável responsável por estruturar as assembleias de morcegos Phyllostomidae na Reserva Ducke, ressaltando a importância da elevação na seleção dos locais de forrageamento, mesmo com variação de elevação relativamente pequenas (<100m) (Chauvel *et al.* 1987; Vasconcelos *et al.* 2003). Para a composição de frugívoros, a disponibilidade de plantas com frutos superou o efeito da variável elevação, figurando como a variável que mais contribuiu para estruturar a assembleia de frugívoros na Reserva Ducke.

Os resultados indicam que, de forma geral, a composição das assembleias de morcegos do sub-bosque está relacionada com o relevo, porém, para as espécies frugívoras, a oferta de alimento tem maior influência na distribuição das espécies, apoiando a ideia de Rice *et al.* (1983), no qual os consumidores primários são mais influenciados pela direta disponibilidade de alimento e os secundários são mais afetados pelas características estruturais do ambiente.