

unesp 

CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

**ATIVIDADE DE MORCEGOS EM CINCO HÁBITATS DE UMA
PAISAGEM FRAGMENTADA DE FLORESTA ATLÂNTICA
DO SUL DO BRASIL**

Urubatan Moura Skerratt Suckow

MESTRADO

PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL



Biologia
Estrutural

Urubatan Moura Skerratt Suckow

**Atividade de morcegos em cinco hábitats de uma paisagem
fragmentada de Floresta Atlântica do sul do Brasil**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração – Ecologia e Comportamento, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Dr. Wagner André Pedro

Coorientador: Dr. Gledson Vigiano Bianconi

São José do Rio Preto

2014

Suckow, Urubatan Moura Skerratt.

Atividade de morcegos em cinco habitats de uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica do sul do Brasil / Urubatan Moura Skerratt Suckow. – São José do Rio Preto, 2014

68 f. : il., gráfs., tabs.

Orientador: Wagner André Pedro

Coorientador: Gledson Vigiato Bianconi

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia animal. 2. Morcego - Habitat. 3. Morcego – Comportamento. 4. Fobia lunar. 5. Mata Atlântica – Brasil, Sul. 6. Conservação biológica. I. Pedro, Wagner André. II. Bianconi, Gledson Vigiato. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.
CDU – 599.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de URUBATAN MOURA SKERRATT SUCKOW, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL, DO(A) INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO.

Aos 26 dias do mês de junho do ano de 2014, às 11:00 horas, no(a) Sala 09, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. GLEDSON VIGIANO BIANCONI do(a) Instituto Neotropical: Pesquisa e Conservação/Curitiba/PR, Prof. Dr. MARLON ZORTÉA do(a) Zoologia / Universidade Federal de Goiás, Prof. Dr. WILSON UIEDA do(a) Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Botucatu, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de URUBATAN MOURA SKERRATT SUCKOW, intitulado "Atividade de morcegos em cinco habitats de uma paisagem fragmentada da Floresta Atlântica do Sul do Brasil". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. GLEDSON VIGIANO BIANCONI

Prof. Dr. MARLON ZORTÉA

Prof. Dr. WILSON UIEDA



À minha mãe Regina, por sempre acreditar nos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Dr. Wagner André Pedro e Dr. Gledson Vigiano Bianconi, pelos valiosos ensinamentos, confiança, paciência, e, acima de tudo, amizade. Ao Dr. Júlio Ernesto Baungarten, da Universidade de Santa Cruz, Bahia, Brasil, pelas conversas e discussões a respeito do primeiro capítulo.

À minha orientadora da University of North Carolina in Greensboro (UNCG), Dra. Matina Kalcounis-Rueppell, por abrir as portas do seu laboratório; apesar do curto período de tempo, sou grato pelo valioso ensinamento sobre ciência, tudo isso em um ótimo ambiente de trabalho.

À Dra. Elizabeth Rowland do Cornell Laboratory of Ornithology pela oportunidade de participar do Sound Analysis Workshop.

Aos funcionários do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, pelo apoio logístico durante as minhas fases de campo. Aos administradores da Fazenda Cagibi e da Fazenda Guajubira por permitirem o acesso as áreas de amostragem no entorno do Parque.

Aos funcionários do Museu de História Natural Capão da Imbuia por permitirem a realização dos testes preliminares com os detectores de ultrassom no “Morcegário”, em especial ao grande amigo Sebastião Carlos Pereira por toda a ajuda e paciência em diversos momentos do meu percurso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por financiar minha pesquisa provendo a Bolsa de Mestrado (Processo 2012/12348-9) e a Bolsa de Estágio em Pesquisa no Exterior (Processo 2013/11375-5), tão primordiais em minha jornada científica.

À Dra. Denise Rossa-Feres e Dr. Luiz Henrique Florindo por todas as sugestões na banca de qualificação.

Aos meus amigos de São José do Rio Preto e da Carolina do Norte, Crasso Paulo Bosco Breviglieri, Fabiane Santana Annibale, Vagner Magri, Marcel Santos de Araújo, Elizeu Castro, Felipe Micale Nuvolone, Fernando Rodrigues da Silva, Michel Garey, Rodrigo Zieri, Cássia de Souza Queiroz, Lilian Sayuri, Jessica S. Anderson, Peter Wilson Blum, Carlos J. Vega Melendez, Kristy King, Angela Larsen, Ashley Matteson e John Grider, pela ajuda nos momentos difíceis e ótima convivência.

Aos meus amigos de longa data, em especial ao Marcos Massami Nakagawa, Leonardo Giraldi, Lays Cherobim Parolin, Thalita Bastida Vieira, Monique da Luz Ferreira e Cleverton Ferreira, por proporcionaram momentos de alegria e descontração.

À Raquel Camargo de Oliveira e Luiz Carlos de Oliveira pelo apoio na busca pelos meus sonhos e objetivos.

À minha família, em especial à minha mãe Regina Coellis Nardi Moura, pelo exemplo que sempre foi pra mim, por apoiar a minha escolha e acima de tudo na realização de meus sonhos.

Aos meus irmãos Itiberê Moura Skerratt Suckow e Tibiriçá Moura Skerratt Suckow por estarem sempre ao meu lado me apoiando. Aos meus sobrinhos Isabela Costa Suckow, Cauê Campi Suckow e Laura Souza Suckow que num mundo deturpado e hipócrita são a fonte de minha força na busca por algo melhor.

À Heloisa de Oliveira por todo o apoio, ajuda, paciência, amor, carinho e por sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis da minha vida. Sem o seu apoio eu não conseguiria.

Por fim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização desse trabalho.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

Neste estudo nós investigamos a atividade de forrageio de morcegos em cinco habitats com diferentes fisionomias localizados em uma paisagem de Floresta Atlântica alterada do sul do Brasil. Por meio de redes-de-neblina e detectores de ultrassom, nós testamos as seguintes hipóteses (Capítulo I): (a) a atividade dos filostomídeos é maior nas florestas conservadas do que em habitats degradados (área aluvial, cidade e monocultura); (b) a atividade de molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) é maior nos habitats fisionomicamente abertos (cidade, área aluvial degradada e monocultura) do que nos fechados (floresta submontana e floresta aluvial). A primeira hipótese foi confirmada, exceto para as áreas aluviais degradadas que representaram um valor similar de abundância e riqueza àqueles observados para as florestas conservadas. Morcegos insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), por sua vez, foram mais ativos nos habitats abertos, com destaque para o ambiente urbano e áreas aluviais degradadas, confirmando a segunda hipótese do trabalho. Utilizando os mesmos métodos (redes-de-neblina e detectores de ultrassom), nós avaliamos (Capítulo II) a “fobia lunar” em insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos) e filostomídeos frugívoros, valendo-nos da predição de que insetívoros mantêm sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua (forrageadores aéreos mais rápidos), enquanto frugívoros reduzem sua atividade em períodos de maior luminosidade (forrageadores mais lentos). Os resultados indicaram variação na resposta mediante o aumento da luminosidade apenas para filostomídeos, confirmando a predição inicial. O conjunto de dados desta dissertação demonstra que quatro filostomídeos comuns (*Artibeus lituratus*, *A. fimbriatus*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium*) exploram vários ambientes na região, incluindo parcelas fisionomicamente abertas, como áreas aluviais degradadas. Esses locais parecem permitir a atividade não só dos filostomídeos, como também de insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), seja para deslocamento entre blocos florestais, ou como sítios de alimentação. A variação na atividade de forrageio dos insetívoros e filostomídeos frugívoros parece estar relacionada com um *trade-off* entre a necessidade de forragear e a possibilidade de ser predado. Salienta-se que a fisionomia da paisagem regional possui atributos determinantes na seleção da área de forrageio por morcegos e, conseqüentemente, na conservação de algumas espécies e de seu papel na manutenção dos ecossistemas.

Palavras-chave: Atividade de morcegos. Chiroptera. Detector de ultrassom. Fobia lunar.
Paisagem fragmentada.

ABSTRACT

We investigated the foraging activity of bats in five habitats in an Atlantic Forest landscape located in southern Brazil. Using mist-nets and ultrasound detectors, we tested the two hypotheses (Chapter I): (a) phyllostomids activity is highest in conserved forests than in degraded habitats (riparian area, city and monoculture); (b) aerial insectivorous activity (molossids and vespertilionids) is highest in open space habitats (city, riparian degraded area and monoculture) than narrow space habitats (submontane and riparian forest). The first hypothesis was confirmed, but the abundance and richness were similar in degraded riparian areas and conserved forests. Moreover, aerial insectivorous bats (molossids and vespertilionids) were more active in open habitats especially in the urban environment and degraded riparian areas supporting the second hypothesis. Using the same methods (mist-nets and ultrasound detectors), we evaluated (Chapter II) the “lunar phobia” on aerial insectivorous (molossids and vespertilionids) and frugivorous phyllostomids, considering the prediction that activity of the insectivorous are independent of the brightness of the moon (faster aerial foragers) while frugivorous are less activity during periods of more brightness (slowest foragers). The results indicated response variation related to the brightness just to phyllostomids, confirming the initial prediction. The data set for this dissertation demonstrates that four common phyllostomids (Artibeus lituratus, A. fimbriatus, Carollia perspicillata, Sturnira lilium) explore different environments in the region, including open plots as degraded riparian areas. These places seem to favor the activity not only some phyllostomids but also aerial insectivorous bats (molossids and vespertilionids) as sites to movement between forest patches or feeding areas. The variation in foraging activity of insectivorous and frugivorous phyllostomids seems related with the trade-off between the foraging needed and the predation possibility. The attributes of the regional landscape probably has determinant attributes in the selection of foraging areas for bats and consequently the conservation of certain species and their role in maintaining ecosystems.

Keywords: Activity of bats. Chiroptera. Fragmented landscape. Lunar phobia. Ultrasound detector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo I

Figura 1 – Localização das linhas amostrais representando cinco habitats: floresta submontana (●), floresta aluvial conservada (○), área aluvial degradada (⊗), cidade (⊙) e monocultura (△) de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil ..29

Gráfico 1 – Box-Plot representando a distribuição dos registros (valor mínimo, máximo, mediana e quartis) dos 18 pontos amostrais de cada habitat estudado em uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. 33

Capítulo II

Figura 1 – Relação das taxas de atividade dos morcegos insetívoros aéreos e a porcentagem de luz emitida pela lua em diferentes habitats localizados em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil ($R^2 = 0,0249$). 54

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1 – Relação de indivíduos por espécie capturados nos cinco habitats de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Legenda: SU – floresta submontana; AC – floresta aluvial conservada; AD – área aluvial degradada; CI – cidade; MO – monocultura. 32
- Tabela 2 – Comparação do total de registros de vocalização (Kruskal-Wallis) e capturas com rede-de-neblina (Wilcoxon) obtidas para os cinco habitats de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Os valores significativos ($p < 0,05$) estão indicados por *. 33

Capítulo II

- Tabela 1 – Número absoluto e representatividade de captura por espécie (%), pelo esforço total de coleta em noites escuras ($< 50\%$) e claras ($> 50\%$), em diferentes habitats localizados em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil . 55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERÊNCIAS	19
3 CAPÍTULO I	23
3.1 RESUMO	24
3.2 ABSTRACT	25
3.3 INTRODUÇÃO	26
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.4.1 Área de estudo	28
3.4.2 Seleção dos habitats e coleta de dados	28
3.4.3 Análise dos dados	30
3.5 RESULTADOS	32
3.6 DISCUSSÃO	34
3.7 REFERÊNCIAS	38
4 CAPÍTULO II	46
4.1 RESUMO	47
4.2 ABSTRACT	48
4.3 INTRODUÇÃO	49
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	51
4.4.1 Área de estudo	51
4.4.2 Morcegos estudados	51
4.4.3 Coleta e análise dos dados	52
4.5 RESULTADOS	54

4.6 DISCUSSÃO	56
4.7 REFERÊNCIAS	59
5 CONCLUSÃO	65
ANEXO I	67

1 INTRODUÇÃO

A ordem Chiroptera é a segunda maior em diversidade dentre os mamíferos no mundo. São 18 famílias, 202 gêneros e aproximadamente 1.116 espécies vivendo em quase toda a porção terrestre do planeta, exceto nas zonas polares e áreas muito elevadas, como as cordilheiras do Himalaia (SIMMONS, 2005). Cerca de 20% desses morcegos são encontrados exclusivamente na região Neotropical, sendo todos pertencentes à subordem Microchiroptera (GARDNER, 2007). Ao nível ecológico, esse grupo responde por interações fundamentais para o funcionamento de seus ecossistemas, como o controle de populações de invertebrados e vertebrados e a dispersão de grãos de pólen e sementes (KUNZ; FENTON, 2003; KUNZ et al., 2011). Nele, percebe-se também uma grande variedade de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais, bem como uma capacidade ímpar de produzir e interpretar sinais sonoros (a maioria de alta frequência) para compreender o local no seu entorno e encontrar o alimento - sistema chamado 'ecolocalização' (SIMMONS; FENTON; O'FARRELL, 1979; DENZINGER; KALKO; JONES, 2004).

A ecolocalização e a capacidade de realizar voo verdadeiro são apontadas como os fatores responsáveis pelo sucesso que levou a irradiação evolutiva e ecológica dos Microchiroptera (apenas *Rousettus aegyptiacus* Geoffroy 1810 emite ecolocalização em Megachiroptera) (SIMMONS et al., 2010). Embora existam três diferentes hipóteses explicando o aparecimento das duas características (cada uma seguindo linhas diferentes de raciocínio), o consenso geral é o de que os ancestrais dos morcegos modernos se beneficiaram energeticamente explorando o espaço aéreo. Os primeiros planavam de uma árvore para outra, conseguindo buscar e capturar recursos de maneira mais rápida (NORBERG, 1981; NORBERG; RAYNES, 1987). A ecolocalização, por outro lado, permitiu a realização de atividades como deslocamento e forrageio durante a noite (DENZINGER; KALKO; JONES, 2004). Assim, os morcegos foram capazes de explorar os mais diversos habitats das paisagens naturais, ocupando nichos ecológicos que apenas alguns animais diurnos (p.ex., aves) usam. Por meio da emissão de sinais FM (frequência modulada) e CF (frequência constante), combinados ou não, os indivíduos conseguem estabilizar o voo, transpor obstáculos, se orientar espacialmente, detectar, localizar e identificar (tamanho, textura e forma) seu recurso ou mesmo um coespecífico (SCHULLER; MOSS, 2004; ULANOVSKY; MOSS, 2008). Eles ajustam, por exemplo, a duração, intervalo entre os pulsos, ciclo, frequência inicial e final, e número de

harmônicos adequando a ecolocalização ao ambiente e situação em que se encontram (DENZINGER; SCHNITZLER, 2013; DENZINGER; KALKO; JONES, 2004).

Táxons que usam habitats de forrageio parecidos exibem padrões de ecolocalização e morfologia das asas (modo de forrageio) semelhantes, sendo possível separá-los em morcegos de habitats: abertos, bordas verticais, e fechados, conforme segue.

Morcegos de habitats abertos (p.ex., campo): são a maioria insetívoros que capturam suas presas em voo (modo aéreo) emitindo sinais sonoros FM ou CF de alta amplitude (entre 104 e 111 dB calculado para 1 m) (FREEMAN, 1979; GARDNER, 2007). Suas asas são geralmente adaptadas ao voo rápido e de baixo custo energético (NORBERG; RAYNES, 1987).

Morcegos de bordas verticais (p.ex., transição entre floresta e campo) e horizontais (p.ex., porção acima do dossel): são a maioria insetívoros que capturam suas presas em voo (modo aéreo) emitindo uma mistura de sinais do tipo FM e CF de alta amplitude (entre 101 e 107 dB calculado para 1 m) (FENTON, 2004; GARDNER, 2007). A diferença entre os morcegos que geralmente forrageiam em habitats abertos, é que aqui os indivíduos necessitam determinar sua posição em relação à borda de vegetação para ajustar o tempo do voo e capturar a presa antes de colidir com os obstáculos (SCHNITZLER; KALKO, 2001). O padrão de asa dos vespertilionídeos varia, havendo espécies que voam rápido, como os molossídeos, e algumas lentas, com asas grandes e largas para maior manobrabilidade; o uropatágio também é usado para compensar ou aumentar a manobrabilidade (GARDNER; CODD; NUDDS, 2011).

Morcegos de habitats fechados (p.ex., floresta): são espécies de hábito alimentar diversificado (p.ex., insetívoro, frugívoro e nectarívoro) cujos recursos estão próximos ou entremeados pela vegetação que atrapalha a percepção dos ecos (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). A maioria das espécies produz sinais do tipo FM de baixa amplitude, buscando marcadores conspícuos para diferenciar o recurso do obstáculo (FENTON et al., 1995; KALKO; O'HANDLEY-JR., 2001; DENZINGER; KALKO; JONES, 2004). Alguns morcegos que usam habitats fechados apresentam um padrão de ecolocalização altamente especializado, com sinais de longa duração do tipo CF-FM, que permitem identificar as presas, controlar o efeito Doppler e evitar sobreposição dos sinais (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). As asas da maioria das espécies são grandes e largas para que elas possam explorar o ambiente fechado. Muitas espécies frugívoras e nectarívoras usam ainda outros órgãos sensoriais (olfato, visão, vibrissas e termorreceptores)

durante a busca e obtenção do recurso (ver THOMAS et al., 1984; KALKO; CONDON, 1998; BIANCONI et al., 2012).

Essas diferenças de ecolocalização podem ser usadas para melhor compreender as assembleias de quirópteros da Floresta Atlântica, permitindo agrupá-las em espécies de famílias que usam habitats abertos ou bordas (Molossidae e Vespertilionidae) e habitats fechados (Phyllostomidae) (*sensu* DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). As três famílias se destacam por sua diversidade numérica e ecológica na Floresta Atlântica, estando entre os grupos mais comumente amostrados nas assembleias de áreas conservadas e alteradas (PEDRO; TADDEI, 1997; ORTÊNCIO-FILHO et al., 2005; ALMEIDA; MORO; ZANON, 2006; PACHECO et al., 2010). Para a região de estudo foram levantadas até o momento oito espécies de filostomídeos frugívoros, quatro de vespertilionídeos e um molossídeo (Anexo I) (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004; CARNEIRO, 2008; SUCKOW, 2008).

Sabendo que os morcegos insetívoros aéreos (ecolocalização potente) são mais bem representados com os detectores de ultrassons (ver FARRELL; GANNON, 1999; MACSWINEY GONZALEZ; CLARKE; RACEY, 2008) e os Phyllostomidae com as redes-de-neblina (KALKO; O'HANDLEY-JR., 2001), conclui-se que o uso combinado desses métodos pode responder de forma mais concreta questões sobre a seleção e uso do habitat. Se direcionados a ecossistemas importantes e complexos como a Floresta Atlântica, cuja cobertura original foi severamente transformada em matrizes inóspitas (mais de 92% da paisagem original) (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006), as respostas obtidas por meio desses métodos tornam-se ainda mais relevantes. Basta lembrar que dados substanciais relacionados à tolerância das espécies frente à fragmentação ainda não foram discutidas de forma satisfatória, mesmo havendo avanços enormes na pesquisa com o grupo (BIANCONI, 2009).

Embora a técnica de bioacústica em morcegos seja comumente aplicada nos Estados Unidos, Canadá, Europa e Austrália (*e.g.* HOWELL, 1974; FAURE; FULLARD; DAWSON, 1993; FARRELL; GANNON, 1999; O'DONNELL, 2000; KAZIAL; BURNETT; MASTERS, 2001), no Brasil existem poucos estudos, e sequer bancos de vocalização disponíveis para diferenciar as espécies. Mesmo nessa realidade, os detectores de ultrassom podem ser úteis para elaboração de pesquisas voltadas à ecologia (com dados em frequência de uso de habitats) e comportamento, incluindo abordagens avaliativas da resposta de diferentes grupos de quirópteros frente a diferentes fatores ambientais (FENTON, 1997; KUNZ; PARSONS, 2009; KUNZ et al., 2011).

Esta dissertação de mestrado focou na avaliação da atividade de morcegos insetívoros e frugívoros em cinco habitats com diferentes fisionomias (cidade, monocultura, floresta submontana conservada, floresta aluvial conservada e floresta aluvial degradada) localizados em uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil.

O Capítulo I tem seu racional baseado no fato de que morcegos insetívoros aéreos, por forragearem em espaços abertos, parecem conseguir substituir seus habitats naturais por outros fisionomicamente semelhantes (p.ex., cidades, monoculturas) (WICKRAMASINGHE et al., 2004; ESTRADA-VILLEGAS; MEYER; KALKO, 2010; DIXON, 2012), enquanto frugívoros demonstram maior sensibilidade à fragmentação, sendo comum amostrar taxocenoses mais ricas e abundantes dessa família em remanescentes de vegetação conservados (FENTON et al., 1992; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000). Por meio de redes-de-neblina e detectores de ultrassom, as seguintes hipóteses foram testadas para a região: a) a atividade dos filostomídeos é maior nas florestas conservadas do que em habitats degradados (área aluvial, cidade e monocultura); b) a atividade de molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) é maior nos habitats fisionomicamente abertos (cidade, área aluvial degradada e monocultura) do que nos fechados (floresta submontana e floresta aluvial).

O Capítulo II foi baseado na hipótese sugerida por autores (KARLSSON; EKLÖF; RYDELL, 2002) de que a resposta dos morcegos à luminosidade estaria relacionada ao estilo de voo das espécies, sendo os insetívoros mais eficientes na fuga de predadores do que frugívoros. Assim, foi avaliada a “fobia lunar” para molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) e filostomídeos (frugívoros) valendo-se da predição de que morcegos insetívoros mantêm sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua, enquanto frugívoros reduzem sua atividade em períodos de maior luminosidade.

Espera-se que essa dissertação ajude na compreensão de como diferentes grupos de morcegos, como filostomídeos frugívoros e insetívoros aéreos, exploram e se distribuem entre os vários habitats que compõem uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica, auxiliando na elaboração de estratégias voltadas à conservação e manutenção do grupo.

2 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S.; ZANON, C. M. V. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de Ponta Grossa, Paraná. **Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde**, n.11, p.15–21, 2006.
- BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas**: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação. 2009. 113f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro, Rio Claro, 2009.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 21, p. 943–954, 2004.
- BIANCONI, G.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, n. 20, p. 211–217, 2012.
- CARNEIRO, D. C. **Diversidade de morcegos em dois fragmentos florestais da região noroeste do estado do Paraná, Brasil**. 2008. 44f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2008.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica – Uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006.
- DENZINGER, A.; KALKO, E. K. V.; JONES, G. Ecological and evolutionary aspects of echolocation in bats. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, p. 311-339, 2004.
- DENZINGER, A.; SCHNITZLER, H. U. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. **Frontiers in Physiology**, n. 4, p. 1–15, 2013.
- DIXON, M. D. Relationship between land cover and insectivorous bat activity in an urban landscape. **Urban Ecosystems**, n. 15, p. 683–695, 2012.

- ESTRADA-VILLEGAS, S.; MEYER, C. F. J.; KALKO, E. K. V. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. **Biological Conservation**, n.143, p.597–608, 2010.
- FARRELL, M. J. O.; GANNON, W. L. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. **Journal of Mammalogy**, n. 80, p. 24–30, 1999.
- FAURE, P. A.; FULLARD, J. H.; DAWSON, J. W. The gleaning attacks of the northern long-eared bat, *Myotis septentrionalis*, are relatively inaudible to moths. **The Journal of Experimental Biology**, n. 178, p. 173–89, 1993.
- FENTON, M. B. Science and the Conservation of Bats. **Journal of Mammalogy**, n. 78, p. 1–14, 1997.
- FENTON, M. B. Aerial-feeding bats: getting the most out of echolocation. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M. (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, p. 311-339, 2004.
- FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M. K.; SYME, D. M.; ADKINS, B. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**, n. 24, p. 440–446, 1992.
- FENTON, M. B.; AUDET, D.; ORBRIST, M. K.; RYDELL, J. Signal strength, timing, and self-deafening: the evolution of echolocation in bats. **Paleobiology**, n. 21, p. 229–242, 1995.
- FREEMAN, P. W. Specialized insectivory: beetle-eating and moth-eating Molossid bats. **Journal of Mammalogy**, n. 60, p. 467–479, 1979.
- GARDINER, J. D.; CODD, J. R.; NUDDS, R. L. An association between ear and tail morphologies of bats and their foraging style. **Canadian Journal of Zoology**, n. 89, p. 90–99, 2011.
- GARDNER, A. L. **Mammals of South America** – Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. Chicago: University of Chicago Press, 2007.
- HOWELL, D. J. Acoustic behavior and feeding in Glossophagine Bats. **Journal of Mammalogy**, n. 55, p. 293–308, 1974.
- KALKO, E. K. V.; CONDON, M. A. Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of Flagellichorous cucurbits. **Functional Ecology**, n. 12, p. 364–372, 1998.
- KALKO, E. K. V.; O'HANDLEY-JR, C. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, n. 153, p. 319–333, 2001.

- KARLSSON, B.L.; EKLÖF, J.; RYDELL, J. No lunar phobia in swarming insectivorous bats (family Vespertilionidae). **Journal of Zoology**, n. 256, p. 473–477, 2002.
- KAZIAL, K. A.; BURNETT, S. C.; MASTERS, W. M. Individual and group variation in echolocation calls of big brown bats, *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae). **Journal of Mammalogy**, n. 82, p. 339–351, 2001.
- KUNZ, T. H., BRAUN DE TORREZ, E.; BAUER, D.; LOBOVA, T. A.; FLEMING, T. H. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, n. 1223, p. 1–38, 2011.
- KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. **Bat Ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- KUNZ, T. H.; PARSONS, A. **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Baltimore: John Hopkins University Press, 2009.
- MACSWINEY GONZALEZ, M. C.; CLARKE, F. M.; RACEY, P. A. What you see is not what you get: the role of ultrasound detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. **Journal of Applied Ecology**, n. 45, p. 1364–1371, 2008.
- MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M.; AMIN, M. A. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforests. **Conservation Biology**, n. 14, p. 1666–1675, 2000.
- NORBERG, U. M. Allometry of bat wings and legs and comparison with bird wings. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n. 292, p. 359–398, 1981.
- NORBERG, U. M.; RAYNES, J. M. V. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n. 316, p. 335–427, 1987.
- O'DONNELL, C. F. J. Conservation status and causes of decline of the threatened New Zealand Long-Tailed Bat *Chalinolobus tuberculatus* (Chiroptera: Vespertilionidae). **Mammal Review**, n. 30, p. 89–106, 2000.
- ORTÊNCIO-FILHO, H.; REIS, N. R.; PINTO, D.; ANDERSON, R.; TESTA, D. A.; MARQUES, M. A. Levantamento dos morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 11, p. 211–215, 2005.
- PACHECO, S. M.; SODRÉ, M.; GAMA, A. R.; BREDT, A.; CAVALLINI, E. M.; MARQUES, R. V.; GUIMARÃES, M. M.; BIANCONI, G. V. Morcegos urbanos: status

- do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 16, p. 629–647, 2010.
- PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão**, n. 6, p. 3–21, 1997.
- SCHNITZLER, H. U.; KALKO, E. K. V. Echolocation by insect-eating bats. **BioScience**, n. 51, p. 557–569, 2001.
- SCHULLER, G.; MOSS, C. F. Vocal control and acoustically guided behavior in bats. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M. (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, 2004, p. 311–339.
- SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, M. D. (Ed.). **Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2005, p. 312–529.
- SIMMONS, N. B.; FENTON, M. B.; O’FARRELL, M. J. Echolocation and pursuit of prey by bats. **Nature**, n.203, p.16–19, 1979.
- SIMMONS, N. B.; SEYMOUR, K. L.; HABERSETZER, J.; GUNNELL, G. F. Inferring echolocation in ancient bats. **Nature**, n. 466, p. 8–9, 2010.
- SUCKOW, U. M. S. **Uso de abrigos por morcegos no Município de Fênix, Estado do Paraná, Brasil**. 2008. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.
- THOMAS, D. W.; CRAWFORD, B.; EASTMAN, S.; GLOFSCHESKIE, R.; HEIR, M. A reappraisal of the feeding adaptations in the hairs of Nectar-feeding Bats. **Journal of Mammalogy**, n. 65, p. 481–484, 1984.
- ULANOVSKY, N.; MOSS, C. F. What the bat’s voice tells the bat’s brain. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, n. 105, p. 8491–8498, 2008.
- WICKRAMASINGHE, L. P.; HARRIS, S.; JONES, G.; VAUGHAN, J. N. Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of agricultural intensification on bat foraging. **Conservation Biology**, n. 8, p. 1283–1292, 2004.

3 CAPÍTULO I

ATIVIDADE DE MORCEGOS EM CINCO HÁBITATS DE UMA PAISAGEM FRAGMENTADA DE FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL

Urubatan Moura Skerratt Suckow¹; Wagner André Pedro²; Júlio Ernesto Baumgarten³;
Gledson Vigiano Bianconi⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. urubatanmoura@ig.com.br

² Laboratório de Chiroptera, Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba, São Paulo, Brasil. wpedro@fmva.unesp.br

³ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil. baumgarten.julio@gmail.com

⁴ Instituto Neotropical: Pesquisa e Conservação, Curitiba, Paraná, Brasil. bianconi@terra.com.br

3.1 RESUMO

Neste estudo nós investigamos a atividade de forrageio de morcegos em cinco habitats com diferentes fisionomias localizados em uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Por meio de redes-de-neblina e detectores de ultrassom, nós testamos as seguintes hipóteses: a) a atividade dos filostomídeos é maior nas florestas conservadas do que em habitats degradados (área aluvial, cidade e monocultura); b) a atividade de molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) é maior nos habitats fisionomicamente abertos (cidade, área aluvial degradada e monocultura) do que nos fechados (floresta submontana e floresta aluvial). A primeira hipótese foi confirmada, exceto para as áreas aluviais degradadas que representaram um valor similar de abundância e riqueza àqueles observados para as florestas conservadas. Morcegos insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), por sua vez, foram mais ativos nos habitats abertos, com destaque para o ambiente urbano e áreas aluviais degradadas, confirmando a segunda hipótese de trabalho. Nossos dados demonstraram ainda que quatro filostomídeos comuns (*Artibeus fimbriatus*, *A. lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*) exploram vários habitats na região, incluindo áreas aluviais degradadas. Esses habitats parecem permitir a atividade não só dos frugívoros, como também de insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), seja para deslocamento entre blocos florestais, ou como sítios de alimentação.

Palavras-chave: Atividade de morcegos. Chiroptera. Detector de ultrassom. Neotrópico. Paisagem fragmentada.

3.2 ABSTRACT

We investigated the foraging activity of bats in five different habitats in an Atlantic Forest landscape in southern Brazil. Using mist-nets and ultrasound detectors, we tested two hypotheses: a) phyllostomids activity is highest in conserved forests than in degraded habitats (riparian area, city and monoculture); b) molossids and vespertilionids activity (aerial insectivorous) is highest in open space habitats (city, riparian degraded area and monoculture) than narrow space habitats (submontane and riparian forest). The first hypothesis was confirmed, but the abundance and richness were similar in riparian degraded areas and conserved forests. Moreover, aerial insectivorous bats (molossids and vespertilionids) were more active in open habitats, especially in the urban environment and degraded riparian areas, supporting the second hypothesis. Our data showed that four common phyllostomids (Artibeus fimbriatus, A. lituratus, Carollia perspicillata and Sturnira lilium) explore many habitats in the study region, including riparian degraded areas. These places seem to favor the activity not only some phyllostomids but also aerial insectivorous bats (molossids and vespertilionids) as sites to movement between forest patches or feeding areas.

Keywords: Activity of bats. Chiroptera. Fragmented landscape. Neotropics. Ultrasound detector.

3.3 INTRODUÇÃO

Morcegos interagem com a paisagem quando na busca por recursos, exercendo papéis fundamentais no equilíbrio e manutenção dos ecossistemas (FENTON, 1997; MUSCARELLA; FLEMING, 2007; KUNZ et al., 2011). Nesse processo, o hábitat é utilizado conforme as exigências e adaptações (morfológicas, fisiológicas e comportamentais) de cada espécie, sendo a fisionomia do local um fator determinante na seleção da área de forrageio (KALKO; SCHNITZLER, 1993; SCHNITZLER; KALKO, 2001). Morcegos que usam ambientes parecidos exibem padrões de ecolocalização e modo de forrageio semelhantes, o que permite classificá-los em grupos de espécies que utilizam hábitats: fechados (p.ex., floresta), abertos (p.ex., campo), ou bordas verticais (p.ex., transição entre floresta e campo) e horizontais (p.ex., porção acima do dossel) (ver SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013).

Na Floresta Atlântica, duas famílias se destacam como morcegos de hábitats abertos ou bordas: Vespertilionidae e Molossidae (*sensu* KUNZ; FENTON, 2003; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Seus representantes são majoritariamente insetívoros que capturam as presas em voo (modo aéreo) emitindo sinais sonoros (guinchos) potentes (entre 101 e 111 dB calculado para 1 m) (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER et al., 2004; FENTON, 2004). Já nos hábitats fechados, a atividade de forrageio é dominada por Phyllostomidae; são carnívoros, insetívoros, frugívoros, nectarívoros, onívoros e sanguinívoros, cujos recursos estão próximos e entremeados a obstáculos (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Para evitar a sobreposição dos sons refletidos pelas superfícies do recurso e do entorno, esses morcegos produzem guinchos fracos (em geral menor que 90 dB, FENTON, 2004), focando em ecos conspícuos para capturar o alimento (modo coletor) (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Espécies frugívoras, nectarívoras e sanguinívoras usam também outros mecanismos sensoriais (olfato, visão, vibrissas e termorreceptores) durante a busca e obtenção do recurso (ver THOMAS et al., 1984; RIEGER; JAKOB, 1988; KALKO; CONDON, 1998; BIANCONI et al., 2006b, 2012).

Com a modificação dos ecossistemas naturais, as formações contínuas de floresta foram degradadas ou substituídas por ambientes antrópicos, como cidades, plantios e pastos (SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; ANDRÉN, 1994). Essa alteração reduziu e isolou os locais de forrageio explorados pelos morcegos (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2001; BERNARD; FENTON, 2003; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a). Contudo, por

forragearem em espaços abertos, alguns insetívoros aéreos parecem conseguir substituir seus habitats naturais por outros fisionomicamente semelhantes (p.ex., cidades) (WICKRAMASINGHE et al., 2004; AVILA-FLORES; FENTON, 2005; ESTRADA-VILLEGAS; MEYER; KALKO, 2010; DIXON, 2012). Filostomídeos, por sua vez, demonstram maior sensibilidade à fragmentação – embora haja marcada variação na resposta das espécies ao processo (FENTON et al., 1992; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000; SCHULZE; SEAVY; WHITACRE, 2000). Para esta família, é comum amostrar taxocenoses mais ricas e abundantes nos remanescentes de vegetação natural, onde existe uma maior diversidade de nichos a serem ocupados (e.g. SIMMONS; VOSS, 1998; LIM; ENGSTROM, 2001; BERNARD; FENTON, 2003).

Sabendo que morcegos insetívoros aéreos das famílias Molossidae e Vespertilionidae (ecolocalização potente) são mais bem representados com detectores de ultrassons – equipamentos que permitem avaliar a frequência de uso de um ambiente por meio da contagem de sinais acústicos (ver FARRELL; GANNON, 1999; MACSWINEY GONZALEZ; CLARKE; RACEY, 2008; MEYER et al., 2011) –, e Phyllostomidae com redes-de-neblina (KALKO; O’HANDLEY-JR., 2001) (focando em componentes da diversidade: riqueza e abundância), o uso combinado desses métodos pode responder melhor as questões sobre a seleção e uso do habitat pelas taxocenose.

Neste estudo, nós investigamos a atividade de forrageio de morcegos em cinco habitats com diferentes fisionomias (cidade, monocultura, floresta submontana conservada, floresta aluvial conservada e área aluvial degradada), localizados em uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Por meio de redes-de-neblina e detectores de ultrassom, nós testamos as seguintes hipóteses para a região: a) a atividade dos filostomídeos é maior nas florestas conservadas do que em habitats degradados (área aluvial, cidade e monocultura); b) a atividade de molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) é maior nos habitats fisionomicamente abertos (cidade, área aluvial degradada e monocultura) do que nos fechados (floresta submontana e floresta aluvial).

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Área de estudo

A área de estudo constitui um polígono de 28.000 ha (Figura 1), onde estão situados os municípios de Fênix (23°89' S; 51°96' W) e São Pedro do Ivaí (23°83' S; 51°92' W), na região noroeste do estado do Paraná, sul do Brasil. É composta por monoculturas, pastagens, cidades e fragmentos florestais de distintos tamanhos e graus de isolamento, representando formações de Floresta Atlântica em seu ecossistema floresta estacional semidecidual: (I) submontana – vegetação em áreas altas e distantes de rios; e (II) aluvial – vegetação influenciada pelos rios nos períodos chuvosos. Segundo Köeppen, o clima é subtropical úmido mesotérmico (*Cfa*), com temperaturas médias anuais variando de 16 a 29 °C e precipitação anual entre 1.400 e 1.500 mm (MAACK, 2012).

A região possui uma extensa base de dados formada por trabalhos voltados à: composição e fenologia da flora (MIKICH; SILVA, 2001), ecologia (MIKICH et al., 2003; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a, b, BIANCONI, 2009) e composição da quiropterofauna (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004, CARNEIRO, 2008; SUCKOW, 2008), sendo listadas até o momento 19 espécies de morcegos pertencentes a três famílias: Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae (Anexo I).

3.4.2 Seleção dos habitats e coleta de dados

Com base na análise das imagens do satélite CBERS (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil) e visitas a campo, foram determinados sub-polígonos no programa gvSIG (Asociación gvSIG, Espanha), representando cinco classes de habitats: a) floresta submontana conservada – áreas com 100% de cobertura de vegetação nativa, pertencentes aos estratos emergentes (p.ex., *Ficus insipida*), arbóreo-superior (p.ex., *Guarea kunthiana*), arbóreo-inferior (p.ex., *Sorocea bonplandii*) e arbustivo-herbáceo (p.ex., *Piper gaudichaudianum*) (MIKICH; SILVA, 2001); b) floresta aluvial conservada – fitofisionomia semelhante à submontana, mas que nos períodos de chuva é influenciada pela vazão dos grandes rios (Ivaí e Corumbataí) (MIKICH; SILVA, 2001); c) área aluvial degradada – combinação de área aberta

com estreita faixa de floresta aluvial descaracterizada (3-10 m), onde predominam espécies dos estratos arbóreo-inferior e arbustivo-herbáceo (p.ex., *Piper* spp. e *Solanum* spp.) e, em alguns casos, árvores frutíferas exóticas (p.ex., *Psidium guajava*); d) cidade – áreas urbanas (com 5.000 a 10.000 habitantes) com cerca de 10-20% de cobertura de vegetação, contendo principalmente árvores exóticas (p.ex., *Mangifera indica*); e) monocultura – plantios de soja e cana-de-açúcar com 40-90 cm de altura, distantes no mínimo 300 m de fragmentos florestais.

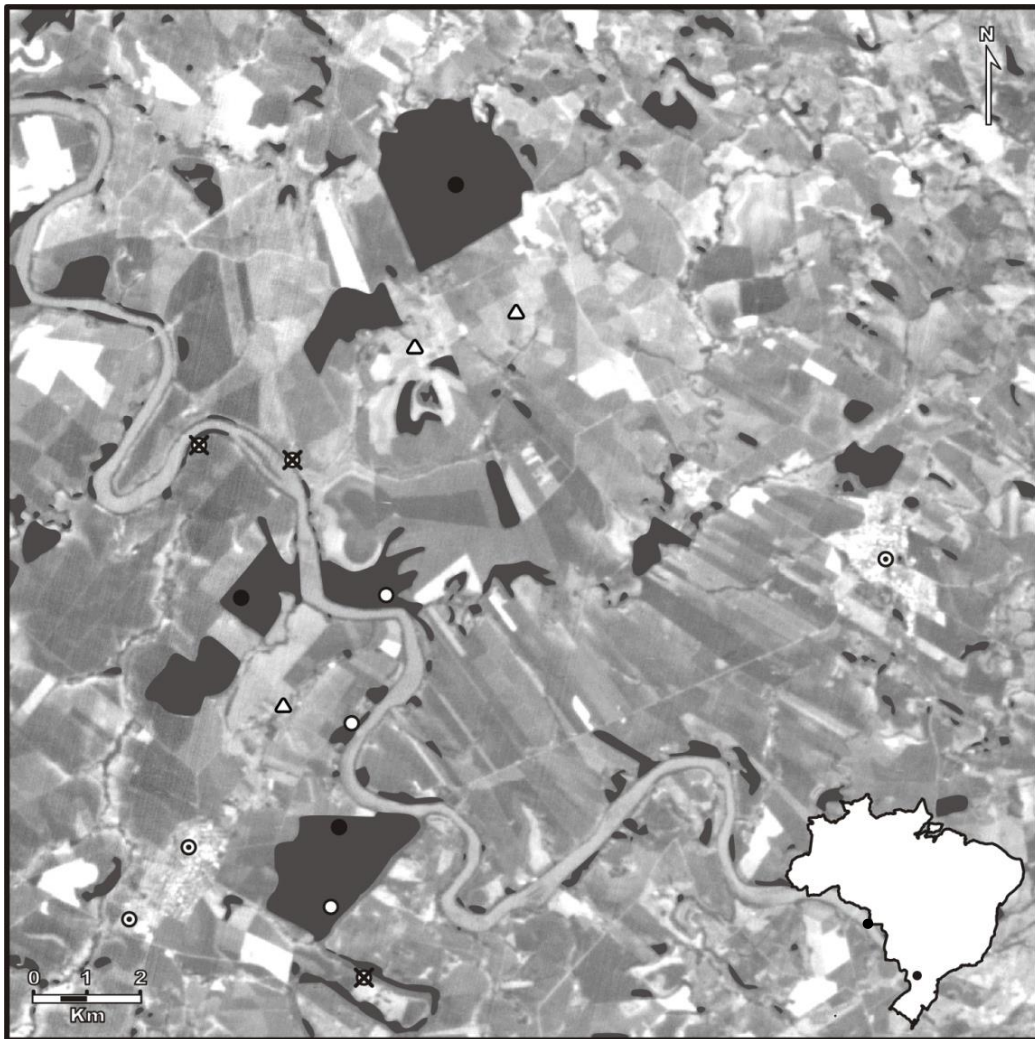


Figura 1. Localização das linhas amostrais representando cinco habitats: floresta submontana (●), floresta aluvial conservada (○), área aluvial degradada (⊗), cidade (⊙) e monocultura (Δ) de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil

A partir dos sub-polígonos foram pré-determinadas grades de pontos em intervalos regulares de 50 m, sendo posteriormente sorteados três deles para cada um dos habitats (15 pontos no total). Dos pontos foram traçadas linhas de 700 m respeitando os limites dos sub-polígonos. Foi mantida uma distância mínima de 1 km entre as linhas, evitando

pseudoreplicação (Figura 1). Para evitar a sobreposição de habitats fisionomicamente diferentes, as linhas instaladas nas florestas submontana e aluvial conservadas permaneceram no mínimo 100 m de distância da borda.

Entre outubro e dezembro de 2012, período reconhecido como de maior capturabilidade de morcegos na região de estudo (G. Bianconi com. press.), uma das três linhas de cada habitat foi selecionada aleatoriamente para caracterização mensal da taxocenose de filostomídeos e avaliação da taxa de atividade de vespertilionídeos e molossídeos. A atividade de forrageio dos morcegos foi avaliada por meio da “caracterização da taxocenose” e avaliação da “taxa de atividade” em diferentes habitats.

Caracterização da taxocenose – Parâmetros de riqueza e abundância de filostomídeos foram avaliados utilizando 10 redes-de-neblina de 38 mm (12 x 2,5 m), estendidas de forma sequencial, em cada linha durante três noites consecutivas. As redes foram abertas ao entardecer, revisadas em intervalos de vinte minutos e fechadas após quatro horas expostas, totalizando um esforço amostral final de 2.700 m².h em cada habitat de acordo com o proposto por Straube e Bianconi (2002).

Avaliação da taxa de atividade – Foram determinados seis pontos amostrais equidistantes 140 m em cada linha para avaliar a taxa de atividade de quirópteros com um detector de ultrassom modelo Pettersson D-100 (Pettersson Elektronik, Suécia). A partir do entardecer, cada linha foi percorrida, tomando um sentido único, quatro vezes por noite, sendo o ponto amostral de partida sempre sorteado. Nos pontos, foram realizadas, manualmente, varreduras ao longo da faixa de captação do detector (1 a 120 kHz) respeitando intervalos regulares de 30 segundos por até oito minutos. O aparelho foi direcionado nos sentidos norte, sul, leste e oeste, a 1,4 m de altura e 45° do solo. Os sons captados no Pettersson D-100 foram gravados em um Sony PCM-M10 (Sony Corporation, Japão) e posteriormente analisados no programa Raven Pro (Cornell Lab of Ornithology, Estados Unidos da América), totalizando 1.728 minutos de gravação por habitat.

3.4.3 Análise dos dados

A contagem do número de registros de atividade considerou apenas as sequências de vocalizações com no mínimo três guinchos (ESTRADA et al., 2004). Uma vez que a avaliação da taxa de atividade foi direcionada para os insetívoros aéreos (Molossidae e Vespertilionidae),

apenas os sinais de alta intensidade (> 90 dB) foram contabilizados. O total de registros de vocalização e capturas com redes-de-neblina por hábitat foram comparados por meio de testes não-paramétricos Kruskal-Wallis e Wilcoxon, respectivamente, no programa BioEstat 5.3 (Instituto Mamirauá, Brasil). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando o $p < 0,05$. Além disso, foi gerado um gráfico Box-Plot para verificar a distribuição dos valores (mínima, máxima, mediana e quartil) considerando todos os 18 pontos amostrais de cada hábitat estudado.

3.5 RESULTADOS

Caracterização da taxocenose – Foram capturados com redes-de-neblina 92 indivíduos representando seis espécies de Phyllostomidae: *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), *A. fimbriatus* Gray, 1838, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810), *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) e *Vampyressa pusilla* (Wagner, 1843) (Tabela 1). *Artibeus lituratus* foi a espécie mais abundante e também a única amostrada nos cinco habitats estudados, seguida por *S. lilium*, *C. perspicillata* e *A. fimbriatus*.

As florestas conservadas (submontana e aluvial) e áreas aluviais degradadas representaram juntas 91% (n = 83) do total de capturas, demonstrando uma riqueza e abundância similar entre essas classes de habitat (Tabela 1, Tabela 2). Na cidade foram amostrados apenas dois táxons, *A. lituratus* e *P. lineatus*, sendo este último inédito para os municípios de Fênix e São Pedro do Ivaí (Tabela 1, Anexo I).

Tabela 1 Relação de indivíduos por espécie capturados nos cinco habitats de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Legenda: SU – floresta submontana; AC – floresta aluvial conservada; AD – área aluvial degradada; CI – cidade; MO – monocultura.

	SU	(%)	AC	(%)	AD	(%)	CI	(%)	MO	(%)	Total	(%)
<i>A. fimbriatus</i>	6	6.5	3	3.3	2	2.2	0	0.0	1	1.1	12	13.0
<i>A. lituratus</i>	14	15.2	15	16.3	10	10.9	1	1.1	4	4.3	44	47.8
<i>C. perspicillata</i>	4	4.3	8	8.7	1	1.1	0	0.0	1	1.1	14	15.2
<i>P. lineatus</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	1.1
<i>S. lilium</i>	3	3.3	3	3.3	13	14.1	0	0.0	1	1.1	20	21.7
<i>V. pusilla</i>	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	0	0.0	1	1.1
Total	27	29.3	29	31.5	27	29.3	2	2.2	7	7.6	92	100.0

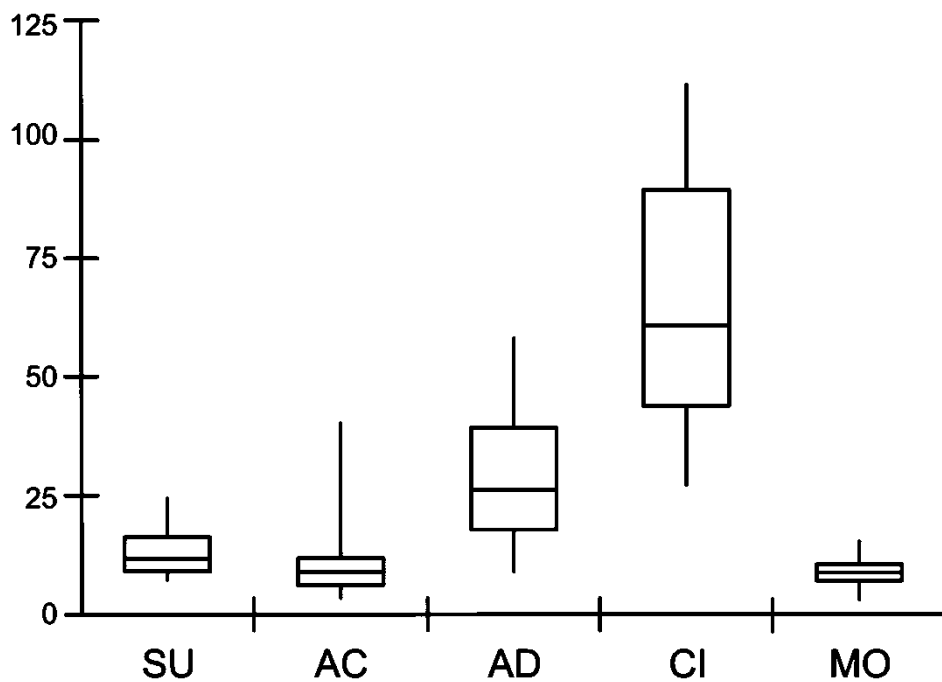
Avaliação da taxa de atividade – No total, foram contabilizados 2.339 registros de insetívoros aéreos, sendo a maioria nas parcelas de cidade (1.206 – 51,6% do total) e área aluvial degradada (529 – 22,6%). Os demais registros foram nos habitats de floresta submontana conservada (232 – 9,9%), floresta aluvial conservada (204 – 8,7%) e monocultura (168 – 7,2%). As taxas de atividade observadas nos habitats de cidade e área aluvial degradada foram

significativamente maiores do que aquelas obtidas para os demais locais avaliados ($p < 0,05$), incluindo monocultura (Tabela 2, Gráfico 1).

Tabela 2. Comparação do total de registros de vocalização (Kruskal-Wallis) e capturas com rede-de-neblina (Wilcoxon) obtidas para os cinco habitats de uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil. Os valores significativos ($p < 0,05$) estão indicados com *.

		Rede-de-neblina						
		SU	AC	AD	CI	MO		
Detector de ultrassom	SU		Z = 0,5345 p = 0,2965	Z = 0,3429 p = 0,6858	Z = 1,7529 p = 0,0398*	Z = 1,8257 p = 0,0339*		SU
	AC	H = 9,6944 p = 0,2656		Z = 0,2697 p = 0,3937	Z = 1,7529 p = 0,0398*	Z = 1,8257 p = 0,0339*		AC
	AD	H = 23,9444 p = 0,006*	H = 33,6389 p = 0,0001*		Z = 1,7821 p = 0,0374*	Z = 1,8257 p = 0,0339*		AD
	CI	H = 43,3056 p < 0,0001*	H = 53,0000 p < 0,0001*	H = 19,3611 p = 0,0262*		Z = 1,3484 p = 0,0888		CI
	MO	H = 12,5556 p = 0,1494	H = 2,8611 p = 0,7425	H = 36,5000 p < 0,0001*	H = 55,8611 p < 0,0001*			MO
		SU	AC	AD	CI	MO		
		Detector de ultrassom						

Gráfico 1. Box-Plot representando a distribuição dos registros (valor mínimo, máximo, mediana e quartis) dos 18 pontos amostrais de cada habitat estudado em uma paisagem alterada de Floresta Atlântica do sul do Brasil.



3.6 DISCUSSÃO

A hipótese inicial de que a atividade dos filostomídeos é maior nas florestas conservadas do que em habitats degradados foi confirmada, exceto para as áreas aluviais degradadas que representaram um valor similar de abundância e riqueza àqueles observados para as florestas conservadas. Morcegos insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), por sua vez, foram mais ativos nos habitats abertos, com destaque para o ambiente urbano e áreas aluviais degradadas, confirmando a segunda hipótese de trabalho.

De maneira geral, remanescentes florestais permitem a existência de uma maior diversidade de filostomídeos (KALKO; O'HANDLEY-JR., 2001; GIANNINI; KALKO, 2004; FENTON et al., 2008). A variedade de locais de forrageio e opções de recurso (alimento e abrigo) encontrados nesses habitats mantém assembleias compostas por várias guildas (e.g. MEDELLIN; GAONA, 1999; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000). Neste estudo foram registradas seis espécies, sendo uma inédita para a região (*P. lineatus*), cuja taxocenose é representada por doze espécies de filostomídeos de cinco guildas alimentares (Anexo I) (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004; CARNEIRO, 2008). Dessas, algumas se destacam como sempre presentes nos inventários realizados em regiões neotropicais: *A. lituratus*, *A. fimbriatus*, *C. perspicillata*, *S. lilium* (MORRISON, 1978; FLEMING, 1988; PEDRO; TADDEI, 1997; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004).

A maioria das capturas representou três filostomídeos frugívoros (*A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. lilium*) tipicamente comuns e reconhecidos por responder melhor ao processo de fragmentação do que outras espécies da família (BERNARD; FENTON, 2007; FENTON et al., 2008). Esforços de marcação-recaptura e radiotelemetria revelaram alta mobilidade e atividade de forrageio desses frugívoros dentro e entre os remanescentes florestais da região (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a, BIANCONI, 2009). Segundo estes autores, a matriz agropecuária parece não inibir o movimento dessas espécies.

As florestas conservadas (submontana, aluvial) e áreas aluviais degradadas representaram valores relativamente próximos em abundância. *Artibeus lituratus* e *C. perspicillata* dominam as assembleias em vários estudos na Floresta Atlântica alterada (PEDRO; PASSO; LIM, 2001; REIS et al., 2003; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a),

incluindo aqueles realizados em parques urbanos (REIS; LIMA, 2002; ORTÊNCIO-FILHO et al., 2005; ALMEIDA; MORO; ZANON, 2006; PACHECO et al., 2010). *Sturnira lilium* e *A. fimbriatus* também figuram entre as espécies mais capturadas em pequenos remanescentes florestais no sul e sudeste do Brasil (FABIÁN; RUI; OLIVEIRA, 1999; MIRETZKI, 2003; REIS et al., 2006). As adaptações de cada uma delas ao processo de fragmentação parecem envolver diferentes mecanismos de resposta. Para *C. perspicillata* e *S. lilium*, a plasticidade pode estar relacionada à preferência por frutos de plantas pioneiras (*Piper* spp. e *Solanum* spp., respectivamente), comuns em ambientes alterados (HEITHAUS; FLEMING, 1978; BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a; BONACCORSO et al., 2006). Mesmo com uma faixa quase nula ou bastante estreita de floresta descaracterizada (3-10 m), nossas áreas aluviais degradadas apresentam indivíduos de ambos os gêneros quiropterocóricos (*Piper* e *Solanum*). Já para *Artibeus* spp., pode estar relacionada à sua adaptação morfológica e fisiológica em consumir frutos de *Ficus* spp., um gênero encontrado em baixa densidade, que possui frutificação assincrônica, disponibilizando uma grande quantidade de frutos por um período curto de tempo (MORRISON, 1978; ANNE et al., 2008). *Artibeus lituratus* na área de estudo possui baixa fidelidade aos fragmentos e grandes áreas de forrageio (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006a, BIANCONI, 2009). Assim, o uso de paisagens fragmentadas por este filostomídeo parece ser o produto de oportunidades de alimento (particularmente *Ficus* spp.) (BIANCONI, 2009), o que justifica o seu encontro em todas as classes de hábitat avaliadas pelo presente estudo, ainda que em baixa frequência para ambientes com baixa cobertura florestal.

O fato de que a abundância de filostomídeos foi elevada em áreas aluviais degradadas, indica que esses hábitats podem funcionar como corredores de navegação, facilitando a movimentação das espécies. Essa inferência decorre, por exemplo, dos resultados de trabalhos realizados na Amazônia Central (BERNARD; FENTON, 2003, 2007) e, principalmente, na região de estudo (BIANCONI, 2009). Tais faixas de vegetação auxiliam os morcegos durante o deslocamento, formando conexões entre os grandes blocos florestais de uma paisagem fragmentada (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2001; GALINDO-GONZÁLEZ; SOSA, 2003; HARVEY et al., 2005; FREY-EHRENBOLD et al., 2012). Além disso, serve de referência para os indivíduos se localizarem espacialmente, ou mesmo, quando necessário, se protegerem de predadores e condições climáticas adversas (VERBOOM; HUITEMA, 1997; LAW; CHIDEL 2002; HENRY; PONS, COSSON, 2007; MORRIS; MILLER; KALCOUNIS-RUEPPELL, 2010).

Com o detector de ultrassom nós conseguimos demonstrar que hábitats degradados são frequentemente usados por morcegos insetívoros aéreos. Suas taxas de atividade foram significativamente maiores nas parcelas de cidade e área aluvial degradada do que nas de floresta conservada e monocultura, sugerindo que locais muito fechados ou até mesmo muito abertos não são favoráveis à atividade do grupo. Molossídeos e vespertilionídeos apresentam adaptações morfológicas, de ecolocalização e modo de forrageio, relacionadas à busca de recursos em hábitats fisicamente abertos e bordas (FREEMAN, 1981; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). As asas de molossídeos, por exemplo, são estreitas e pontiagudas, designadas para voos rápidos e de baixo custo energético (NORBERG, 1981; NORBERG; RAYNES, 1987). Indivíduos da família não conseguem explorar locais onde é necessário maior manobrabilidade, como o interior de uma floresta fechada (VAUGHAN, 1966; NORBERG; RAYNES, 1987). Vespertilionídeos, usando o grande uropatágio, conseguem compensar a baixa manobrabilidade para explorar locais fechados (GARDINER; CODD; NUDDS, 2011). Ainda assim, estudos têm sugerido que eles parecem preferir bordas devido ao menor gasto energético; quando exploram hábitats menos complexos como áreas de borda, os indivíduos passam a emitir menor número de guinchos durante a ecolocalização (RYDELL; ENTWISTLE; RACEY, 1996; JONES et al., 2001; WILSON; MOSS, 2004).

Alguns fatores podem ter influenciado na frequência de atividade registrada nas parcelas de monocultura. Müller et al. (2012) sugerem que a distribuição de aglomerados de insetos nesses hábitats pode variar espacialmente, noite após noite, obrigando os indivíduos a se deslocarem constantemente pela paisagem. Outros trabalhos demonstram também que o uso de defensivos agrícolas reduz a abundância de insetos, prejudicando a atividade de forrageio de vespertilionídeos (WICKRAMASINGHE et al., 2003, 2004; KUNZ et al., 2011).

Com a utilização de ambos os métodos (redes e detectores) foi possível avaliar como grupos de morcegos ecologicamente distintos usam hábitats de uma Floresta Atlântica fragmentada. Nossos dados demonstram que quatro filostomídeos comuns exploram vários ambientes na região de estudo, incluindo parcelas fisicamente abertas, como áreas aluviais degradadas. Esses locais parecem permitir a atividade não só dos filostomídeos, como também de insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), seja para deslocamento entre blocos florestais, ou como sítios de alimentação. Em última análise, a fisionomia da paisagem possui atributos determinantes na seleção da área de forrageio por morcegos e,

consequentemente, na conservação de algumas espécies e de seu papel na manutenção dos ecossistemas.

3.7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S.; ZANON, C. M. V. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de Ponta Grossa, Paraná. **Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde**, n.11, p.15–21, 2006.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscape with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, n.71, p. 355–366, 1994.
- ANNE, S.; HORN, M. H.; GAWLICKA, A.; BANACK, S. A. Disperser- vs. establishment-limited distribution of a riparing fig tree (*Ficus insipida*) in a Costa Rica tropical rain forest. **Biotropica**, v. 34, n. 2, p. 232–243, 2008.
- AVILA-FLORES, R.; FENTON, M. B. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. **Journal of Mammalogy**, n.86, p.1193–1204, 2005.
- BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, n.35, p.262–277, 2003.
- BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. **Biological Conservation**, n.134, p.332–343, 2007.
- BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas**: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação. 2009. 113f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro, Rio Claro, 2009.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 21, p. 943–954, 2004.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 23, p. 1199–1206, 2006a.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, n. 39, p.136–140, 2006b.

- BIANCONI, G.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, n.20, p.211–217, 2012.
- BONACCORSO, F. J.; WINKELMANN, J. R.; SHIN, D.; AGRAWAL, C. I.; ASLAMI, N.; BONNEY, C.; HSU, A.; JEKIELEK, P. E.; KNOX, A. K.; KOPACH, S. J.; JENNINGS, T. D.; LASKY, J. R.; MENESALE, S. A.; RICHARDS, J. H.; RUTLAND, J. A.; SESSA, A. K.; ZHAUROVA, L.; KUNZ, T. H. Evidence for exploitative competition: comparative foraging behavior and roosting ecology of short-tailed fruit bats (Phyllostomidae). **Biotropica**, n. 39, p. 249–256, 2006.
- CARNEIRO, D. C. **Diversidade de morcegos em dois fragmentos florestais da região noroeste do estado do Paraná, Brasil**. 2008. 44f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2008.
- DENZINGER, A.; KALKO, E. K. V.; JONES, G. Ecological and evolutionary aspects of echolocation in bats. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, p.311-339, 2004.
- DENZINGER, A.; SCHNITZLER, H. U. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. **Frontiers in Physiology**, n.4, p.1–15, 2013.
- DIXON, M. D. Relationship between land cover and insectivorous bat activity in an urban landscape. **Urban Ecosystems**, n.15, p.683–695, 2012.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. **Ecography**, n. 24, p. 94–102, 2001.
- ESTRADA, A.; JIMÉNEZ, C.; RIVERA, A.; FUENTES, E. General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, Mexico. **Animal Biodiversity and Conservation**, n. 27, p. 5–13, 2004.
- ESTRADA-VILLEGAS, S.; MEYER, C. F. J.; KALKO, E. K. V. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. **Biological Conservation**, n. 143, p. 597–608, 2010.
- FABIÁN, M. E.; RUI, A. M. OLIVEIRA, K. P. A. Distribuição geográfica de morcegos Phyllostomidae (Mammalia: Chiroptera) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.87, p.143–156, 1999.

- FARIA, D. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, n. 22, p. 531–542, 2006.
- FARRELL, M. J. O.; GANNON, W. L. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. **Journal of Mammalogy**, n.80, p.24–30, 1999.
- FENTON, M. B. Science and the Conservation of Bats. **Journal of Mammalogy**, n.78, p.1–14, 1997.
- FENTON, M. B. Aerial-feeding bats: getting the most out of echolocation. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, p.311-339, 2004.
- FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M. K.; SYME, D. M.; ADKINS, B. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**, n.24, p.440–446, 1992.
- FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M. K.; SYME, D. M.; ADKINS, B. Phyllostomid bats (Chiroptera : Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**, v. 24, n. 3, p. 440–446, 2008.
- FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions**. Chicago: University of Chicago Press, 1988.
- FREEMAN, P. W. A multivariate study of the family Molossidae (Mammalia, Chiroptera): morphology, ecology, evolution. **Fieldiana Zoology**, n. 7, p. 137, 1981.
- FREY-EHRENBOLD, A.; BONTADINA, F.; ARLETTAZ, R.; OBRIST, M. K. Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. **Journal of Applied Ecology**, n. 50, p. 252–261, 2012.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J.; SOSA, V. J. Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pasture in a fragmented tropical landscape. **The Southwestern Naturalist**, n. 48, p. 579–589, 2003.
- GARDINER, J. D.; CODD, J. R.; NUDDS, R. L. An association between ear and tail morphologies of bats and their foraging style. **Canadian Journal of Zoology**, n.89, p.90–99, 2011.
- GIANNINI, N. P.; KALKO, E. K. V. Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid Bats in Panama. **Oikos**, n. 105, p. 209–220, 2004.

- HARVEY, C. A.; VILLANUEVA, C. A.; VILLACÍS, J.; CHACÓN, M.; MUNOZ, D.; LÓPEZ, M.; IBRAHIM, M.; GÓMEZ, R.; TAYLOR, R.; MARTINEZ, J.; NAVAS, A.; J. SAENZ, J.; SÁNCHEZ, D.; A. MEDINA, A.; VILCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, B.; PEREZ, A.; RUIZ, F.; LÓPEZ, F.; LANG, I.; SINCLAIR, F. L. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 111, p. 200–230, 2005.
- HEITHAUS, E. R., FLEMING, T. H. Foraging movements of a Frugivorous Bat, *Artibeus lituratus* (Phyllostomatidae). **Ecological Monographs**, n. 48, p. 127–143, 1978.
- HENRY, M.; PONS, J. M.; COSSON, J. F. Foraging behavior of a frugivorous bat helps bridge landscape connectivity and ecological processes in a fragmented rainforest. **The Journal of Animal Ecology**, n. 76, p. 801–813, 2007.
- JONES, K. E.; BARLOW, K. E.; VAUGHAN, J. N.; RODRÍGUEZ-DURÁN, A.; GANNON, M. R. Short-term impacts of extreme environmental disturbance on the bats of Puerto Rico. **Animal Conservation**, n. 4, p. 59–66, 2001.
- KALKO, E. K. V.; CONDON, M. A. Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of Flagellichorous cucurbits. **Functional Ecology**, n.12, p.364–372, 1998.
- KALKO, E. K. V.; O'HANDLEY-JR, C. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, n.153, p.319–333, 2001.
- KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. Plasticity in echolocation signals of European Pipistrelle bats in search flight: implications for habitat use and prey detection. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, n. 33, p. 415–428, 1993.
- KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. **Bat Ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- KUNZ, T. H., BRAUN DE TORREZ, E.; BAUER, D.; LOBOVA, T. A.; FLEMING, T. H. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, n.1223, p.1–38, 2011.
- LAW, B. S.; CHIDEL, M. Tracks and riparian zones facilitate the use of Australian regrowth forest by insectivorous bats. **Journal of Applied Ecology**, n. 39, p. 605–617, 2002.
- LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, n. 10, p. 613–657, 2001.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2012.

- MACSWINEY GONZALEZ, M. C.; CLARKE, F. M.; RACEY, P. A. What you see is not what you get: the role of ultrasound detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. **Journal of Applied Ecology**, n.45, p.1364–1371, 2008.
- MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M.; AMIN, M. A. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforests. **Conservation Biology**, n.14, p.1666–1675, 2000.
- MEDELLIN, R. A.; GAONA, O. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica**, n. 31, p. 478–485, 1999.
- MEYER, C. F. J.; AGUIAR, L. M. S.; AGUIRRE, L. F.; BAUMGARTEN, J.; CLARKE, F. M.; COSSON, J.-F.; ESTRADA-VILLEGAS, S.; FAHR, J.; FARIA, D.; FUREY, N.; HENRY, M.; HODGKISON, R.; JENKINS, R. K. B.; JUNG, K. G.; KINGSTON, T.; KUNZ, T. H.; GONZALEZ, M. C. M.; MOYA, I.; PATTERSON, B. D.; PONS, J.; RACEY, P. A.; REX, K.; SAMPAIO, E. M.; SOLARI, S.; STONER, K. E.; VOIGT, C. C.; VON STADEN, D.; WEISE, C. D.; KALKO, E. K. V. Accounting for detectability improves estimates of species richness in tropical bat surveys. **Journal of Applied Ecology**, v.48, n. 3, p. 777–787, 2011.
- MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Artibeus lituratus* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, n. 29, p. 2379–2383, 2003.
- MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, n. 15, p. 89–113, 2001.
- MIRETZKI, M. Morcegos do Estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. **Papéis Avulsos de Zoologia**, n. 43, p. 101–138, 2003.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A.; KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C. Use of forest edges by bats in a managed Pine Forest landscape. **Journal of Wildlife Management**, n. 74, p. 26–34, 2010.
- MORRISON, D. W. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. **Ecology**, n. 59, p. 716–723, 1978.
- MÜLLER, J.; MEHR, M.; BÄSSLER, C.; FENTON, M. B.; HOTHORN, T.; PRETZSCH, H.; KLEMMT, H. J.; BRANDL, R. Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. **Oecologia**, n. 169, p. 673–684, 2012.

- MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, n. 82, p. 573–590, 2007.
- NORBERG, U. M. Allometry of bat wings and legs and comparison with bird wings. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n.292, p.359–398, 1981.
- NORBERG, U. M.; RAYNES, J. M. V. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n.316, p.335–427, 1987.
- ORTÊNCIO-FILHO, H.; REIS, N. R.; PINTO, D.; ANDERSON, R.; TESTA, D. A.; MARQUES, M. A. Levantamento dos morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 11, p. 211–215, 2005.
- PACHECO, S. M.; SODRÉ, M.; GAMA, A. R.; BREDT, A.; CAVALLINI, E. M.; MARQUES, R. V.; GUIMARÃES, M. M.; BIANCONI, G. V. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 16, p. 629–647, 2010.
- PEDRO, W. A.; PASSOS, F. C.; LIM, B. K. Morcegos (Chiroptera; Mammalia) da Estação Ecológica de Caetetus, Estado de São Paulo. **Chiroptera Neotropical**, n. 7, p. 136–140, 2001.
- PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão**, n. 6, p. 3–21, 1997.
- REIS, N. R.; BARBIERI, M. L. da S., LIMA, I. P.; PERACCHI, A. L. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 20, p. 225–230, 2003.
- REIS, N. R.; LIMA, I. P. Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina Paraná – Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 19, p. 739–746, 2002.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; PEDRO, W. A. Riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em dois diferentes habitats, na região centro-sul do Paraná, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 23, p. 813–816, 2006.

- RIEGER, J. F.; JAKOB, E. M. The use of olfaction in Food location by frugivorous bats. **Biotropica**, n.20, p.161–164, 1988.
- RYDELL, J.; ENTWISTLE, A.; RACEY, P. A. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. **Oikos**, n. 76, p. 243–252, 1996.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, n. 5, p. 18–32, 1991.
- SCHNITZLER, H. U.; KALKO, E. K. V. Echolocation by insect-eating bats. **BioScience**, n.51, p.557–569, 2001.
- SCHULZE, M. D.; SEAVY, N. E.; WHITACRE, D. F. A comparison of the Phyllostomid Bat assemblages in undisturbed Neotropical Forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. **Biotropica**, v. 32, n. 1, p. 174–184, 2000.
- SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna: bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 237, p. 1–219, 1998.
- STRAUBE, F. C.; BIANCONI, G. V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, n. 8, p. 150–152, 2002.
- SUCKOW, U. M. S. **Uso de abrigos por morcegos no Município de Fênix, Estado do Paraná, Brasil**. 2008. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.
- THOMAS, D. W.; CRAWFORD, B.; EASTMAN, S.; GLOFSCHESKIE, R.; HEIR, M. A reappraisal of the feeding adaptations in the hairs of Nectar-feeding Bats. **Journal of Mammalogy**, n.65, p.481–484, 1984.
- VAUGHAN, T. A. Morphology and flight characteristics of molossid bats. **Journal of Mammalogy**, n. 47, p. 249–260, 1966.
- VERBOOM, B.; HUITEMA, H. The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. **Landscape Ecology**, n. 12, p. 117–125, 1997.
- WICKRAMASINGHE, L. P.; HARRIS, S.; JONES, G.; VAUGHAN, J. N. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. **Journal of Applied Ecology**, n. 40, p. 984–993, 2003.
- WICKRAMASINGHE, L. P.; HARRIS, S.; JONES, G.; VAUGHAN, J. N. Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of

agricultural intensification on bat foraging. **Conservation Biology**, n.8, p.1283–1292, 2004.

WILSON, W. W.; MOSS, C. F. Sensory-motor behavior of free-flying FM bats during target capture. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M. (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins**. Chicago: University of Chicago Press, 2004. p.2–35.

4 CAPÍTULO II

FOBIA LUNAR EM MORCEGOS: VARIAÇÃO NA RESPOSTA DE FRUGÍVOROS E INSETÍVOROS EM UMA PAISAGEM FRAGMENTADA DE FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL

Urubatan Moura Skerratt Suckow¹; Wagner André Pedro²; Gledson Vigiano Bianconi³

¹. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. urubatanmoura@ig.com.br

². Laboratório de Chiroptera, Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba, São Paulo, Brasil. wpedro@fmva.unesp.br

³. Instituto Neotropical: Pesquisa e Conservação, Curitiba, Paraná, Brasil. bianconi@terra.com.br

4.1 RESUMO

A luminosidade da lua interfere na interação entre predadores e presas e influencia o comportamento, a ecologia e a evolução de ambos. No geral, as presas tendem a diminuir a atividade (fobia lunar) em resposta ao aumento no sucesso de captura dos predadores nas noites iluminadas. Baseando-se na hipótese sugerida por autores de que a resposta dos morcegos à luminosidade estaria relacionada ao estilo de voo das espécies, sendo os insetívoros mais eficientes na fuga de predadores do que frugívoros, nós avaliamos a “fobia lunar” para molossídeos e vespertilionídeos (insetívoros aéreos) e filostomídeos (frugívoros) em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil. Nossa predição é a de que morcegos insetívoros mantêm sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua, enquanto frugívoros reduzem sua atividade em períodos de maior luminosidade. Foram amostrados 2.339 registros de atividade de morcegos insetívoros com o detector de ultrassom, não havendo variação na resposta mediante o aumento da luminosidade. Com as redes-de-neblina, nós capturamos 90 indivíduos pertencentes a quatro espécies: *Artibeus lituratus*, *A. fimbriatus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*. Seus valores de abundância em noites claras e noites escuras foram significativamente diferentes, sugerindo uma redução de atividade durante as noites claras. A predição de que morcegos insetívoros mantêm sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua, enquanto frugívoros reduzem sua atividade em períodos de maior luminosidade foi confirmada. A variação na atividade de forrageio dos insetívoros (molossídeos e vespertilionídeos) e filostomídeos frugívoros parece estar relacionada com um *trade-off* entre a necessidade de forragear ou a possibilidade de ser predado.

Palavras-chave: Atividade de morcegos. Chiroptera. Detector de ultrassom. Fobia lunar. Lua cheia.

4.2 ABSTRACT

The moon brightness interfere in the predators-prey interaction influencing behavior, ecology and evolution of both. Usually, preys tend to decrease the activity (lunar phobia) in response to the increase in predators success on bright nights. Based on the hypothesis some researchers that the bat response to luminosity is related to the flying species style, being insectivorous most efficient to escape than frugivorous, we evaluate “lunar phobia” to molossids and vespertilionids (aerial insectivorous group) and phyllostomids (frugivorous group) in a fragmented Atlantic Forest landscape in southern Brazil. Our prediction is that insectivorous bats maintain their foraging activity independent of the brightness of the moon and frugivorous bats reduce their activity in bright periods. We recorded 2,339 bats activity registers using the ultrasound detector that there was not variation in response with the brightness increase. We captured 90 individuals to four species with mist-nets: Artibeus lituratus, A. fimbriatus, Carollia perspicillata and Sturnira lilium. Abundance values on dark nights and bright nights were significantly different suggesting a reduction of activity during bright nights. We confirmed the prediction that insectivorous bats maintain their foraging activity independent of the moonlight, while frugivorous reduce their activity in periods of higher luminosity. The variation in foraging activity of the insectivorous species (molossids and vespertilionids) and frugivorous phyllostomids seems relating with the trade-off between the foraging needed and the predation possibility.

Keywords: Bats activity. Full moon. Lunar phobia. Neotropic. Ultrasound detector.

4.3 INTRODUÇÃO

Fatores abióticos influenciam a interação entre predadores e presas, afetando o comportamento, a ecologia e a evolução de ambos (SIMMONS; FENTON; O'FARRELL, 1979; PRUGH; GOLDEN, 2013; SALDAÑA-VÁZQUEZ; MUNGUÍA-ROSAS, 2013). Estudos têm demonstrado que a diferença na luminosidade lunar pode interferir no padrão de forrageio e deslocamento dos mamíferos de hábito noturno (PRUGH; GOLDEN, 2013). A ideia básica é que presas reduzem a atividade de forrageio em resposta à maior eficiência dos predadores com boa visão durante as noites de lua cheia (maior claridade). Sabe-se atualmente que tanto as presas quanto os predadores podem exibir diferentes respostas à luminosidade, a depender de uma multiplicidade de fatores (p.ex., fisiológicos, morfológicos) (ver PRUGH; GOLDEN, 2013).

Alguns dos primeiros trabalhos com fobia lunar em morcegos foram publicados nas décadas de 1970 e 1980. Neles eram relatadas, de forma geral, reduções na atividade das espécies mediante o aumento da luminosidade da lua (e.g. FLORES-CRESPO et al., 1972; TURNER, 1975; FENTON et al., 1977; ERKERT, 1978; HAEUSSLER; ERKERT, 1978). Morrison (1978) percebeu que indivíduos de *A. jamaicensis* (Phyllostomidae) diminuía o período de forrageio nas noites de lua cheia. Essa aversão representava um comportamento para evitar predadores, o qual ele nomeou “fobia lunar”. Entretanto, o acúmulo de informações a respeito do tema mostrou uma grande divergência na resposta das espécies. *Artibeus lituratus*, por exemplo, restringe a atividade de forrageio aos locais próximos ao poleiro de descanso (HEITHAUS; FLEMING, 1978; THIES; KALKO; SCHNITZLER, 2006). Hecker e Brigham (2013) observaram mudanças no modo de uso dos estratos florestais por espécies insetívoras ao perceber o risco de predação. Já *Stenoderma rufum* (Phyllostomidae) e outros insetívoros aéreos (Molossidae e Vespertilionidae) permanecem ativos em noites claras quando em regiões sem predadores (e.g. FENTON et al., 1977; CHASE et al., 1991; GANNON; WILLIG, 1997; HOLLAND et al., 2011).

Karlsson, Eklöf e Rydell (2002) propuseram duas hipóteses para explicar a variedade de respostas para morcegos frugívoros e insetívoros das regiões temperadas e tropicais. Na primeira hipótese, os autores sugerem que a diferença de comportamento é acarretada pela maior diversidade de predadores nas zonas tropicais do que nas temperadas. Logo, espécies de clima tropical estariam sujeitas à intensa pressão de predação e, portanto, exibiriam fobia lunar

com maior frequência do que espécies de clima temperado. Na segunda hipótese, a resposta estaria relacionada ao estilo de voo de insetívoros versus o de frugívoros e sanguinívoros. As espécies do primeiro grupo seriam mais eficientes na fuga de predadores, uma vez que seus representantes são, em geral, forrageadores aéreos mais rápidos do que frugívoros e sanguinívoros.

Baseando-se na segunda hipótese de Karlsson, Eklöf e Rydell (2002), de que a resposta dos morcegos à luminosidade lunar estaria relacionada ao estilo de voo das espécies, nós avaliamos a fobia lunar para as principais famílias neotropicais de insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos) e frugívoros (filostomídeos) em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil. Nossa predição é a de que morcegos insetívoros mantêm sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua, enquanto frugívoros reduzem sua atividade em períodos de maior luminosidade.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Área de estudo

A área de estudo constitui um polígono de 28.000 ha representado os municípios de Fênix (23°89' S; 51°96' W) e São Pedro do Ivaí (23°83' S; 51°92' W), na região noroeste do estado do Paraná, sul do Brasil. É composta por monoculturas, pastagens, cidades e fragmentos florestais de distintos tamanhos e graus de isolamento, representando formações de Floresta Atlântica em seu ecossistema floresta estacional semidecidual: (I) submontana – vegetação em áreas altas e distantes de rios; e (II) aluvial – vegetação influenciada pelos rios nos períodos chuvosos. Segundo Köeppen, o clima é subtropical úmido mesotérmico (*Cfa*), com temperaturas médias anuais variando de 16 a 29 °C e precipitação anual entre 1.400 e 1.500 mm (MAACK, 2012).

Alguns potenciais predadores de morcegos nessa região são: quirópteros – *Chrotopterus auritus* (Peters, 1856) e *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767); corujas – *Asio clamator* (Vieillot, 1808), *Strix huhula* Daudin, 1800, *S. hylophila* Temminck, 1825, *Tyto alba* (Scopoli, 1769) e; marsupiais – *Didelphis aurita* (Wied-Neuwied, 1826); e carnívoros – *Felis catus* Linnaeus, 1758, *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758), *L. tigrinus* (Linnaeus, 1758), *L. wiedii* (Schinz, 1821) e *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2006; ROCHA-MENDES et al., 2005; ROCHA-MENDES; BIANCONI, 2009; SCHERER-NETO; BISPO, 2011).

4.4.2 Morcegos estudados

Molossidae e Vespertilionidae. As espécies de ambas as famílias forrageiam principalmente em habitats abertos ou bordas (*sensu* KUNZ; FENTON, 2003; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Seus representantes são, em geral, insetívoros que capturam as presas em voo (modo aéreo) emitindo sinais sonoros (guinchos) potentes (entre 101 e 111 dB calculado para 1 m) (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; KALKO; JONES, 2004; FENTON, 2004). Assim, sua amostragem é mais eficiente por meio de detectores de ultrassons – equipamentos que permitem avaliar a frequência de uso de um ambiente por meio da contagem

de sinais acústicos (ver FARRELL; GANNON, 1999; MACSWINEY GONZALEZ; CLARKE; RACEY, 2008; MEYER et al., 2011).

Phyllostomidae frugívoros. São morcegos de voos mais lentos do que molossídeos e vespertilionídeos (KUNZ; FENTON, 2003; FENTON, 2004) e que forrageiam principalmente em habitats fechados, cujos recursos estão entremeados por obstáculos (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Para evitar a sobreposição dos sons refletidos pelas superfícies do recurso e do entorno, produzem guinchos fracos (em geral menor que 90 dB, FENTON, 2004), focando em ecos conspícuos para capturar o alimento (modo coletor) (SCHNITZLER; KALKO, 2001; DENZINGER; SCHNITZLER, 2013). Ao contrário dos insetívoros, tais características não favorecem o seu registro por meio de equipamentos de ultrassom, sendo as redes-de-neblina o método mais eficiente para sua amostragem (KALKO; O'HANDLEY-JR., 2001).

As três famílias se destacam pela diversidade numérica e ecológica na Floresta Atlântica, estando entre os grupos mais comumente amostrados nas assembleias de áreas conservadas e alteradas (BREDT; UIEDA, 1996; SILVA et al., 1996; PEDRO; TADDEI, 1997; ORTÊNCIO-FILHO et al., 2005; ALMEIDA; MORO; ZANON, 2006; PACHECO et al., 2010). Para a região de estudo foram levantadas até o momento oito espécies de filostomídeos frugívoros, quatro de vespertilionídeos e um molossídeo (Anexo I) (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004; CARNEIRO, 2008; SUCKOW, 2008).

4.4.3 Coleta e análise dos dados

Foram selecionadas 15 parcelas amostrais com base nas imagens do satélite CBERS (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil) e visitas a campo. Para tanto, foram determinados sub-polígonos no programa gvSIG (Asociación gvSIG, Espanha), representando cinco classes de habitats: floresta submontana, floresta aluvial, área aluvial degradada, cidade e monocultura. As redes-de-neblina foram instaladas em locais afastados de fontes luminosas artificiais buscando minimizar seus potenciais efeitos sobre a atividade das espécies. Maiores detalhes a respeito das classes de habitats podem ser encontrados na seção “Material e Métodos” do Capítulo I desta dissertação.

A partir dos sub-polígonos foram criadas grades de pontos em intervalos regulares de 50 m, sendo posteriormente sorteados três deles para cada um dos habitats (15 pontos no total).

Dos pontos foram traçadas linhas de 700 m respeitando os limites dos sub-polígonos. Foi mantida uma distância mínima de 1 km entre as linhas, evitando pseudoreplicação. Para evitar a sobreposição de habitats fisionomicamente diferentes, as linhas instaladas nas florestas submontana e aluvial permaneceram no mínimo 100 m de distância da borda. A ordem de amostragem das parcelas foi sorteada, sendo estas investigadas mensalmente por três noites entre outubro e dezembro de 2012. Foram avaliadas a taxocenose e taxa de atividade (frequência de uso) dos morcegos, usando 10 redes-de-neblina (malha de 38 mm com 12 x 2,5 m cada) e um detector de ultrassom Pettersson D-100 (Pettersson Elektronik, Suécia) acoplado a um gravador Sony PCM-M10 (Sony Corporation, Japão).

A contagem do número de registros de atividade considerou somente as sequências de vocalizações com no mínimo três guinchos (ESTRADA et al., 2004). Uma vez que a avaliação da taxa de atividade foi direcionada para os insetívoros aéreos (Molossidae e Vespertilionidae), apenas os sinais de alta intensidade (> 90 dB) foram contabilizados.

Os dados de luminosidade da lua foram estimados no programa Moon Calculator (Time and Date, Norway), que usa a localização geográfica dos municípios-foco e parâmetros geodésicos para estimar a intensidade luminosa refletida pela lua (percentual) para cada noite de amostragem. Posteriormente, as taxas de atividade obtidas para o conjunto de habitats foram relacionadas com a intensidade luminosa correspondente a cada noite de coleta. Foi aplicada uma regressão logarítmica no programa Excel 2010 (Microsoft Corporation, Estados Unidos da América) para relacionar a taxa de atividade com a variação da luminosidade lunar. Nós adotamos o modelo não linear, presumindo que as espécies aumentariam ou diminuiriam sua atividade até atingir um platô. Os valores de abundância das espécies foram calculados para o conjunto de classes de habitats considerando o total de “noites escuras” (menos que 50% da luminosidade) e “noites claras” (mais que 50%). Diferenças nas taxas de atividade foram analisadas por meio do Teste G com o software BioEstat 5.3 (grau de significância de $p < 0,05$).

4.5 RESULTADOS

Com o detector de ultrassom, foram amostrados 2.339 registros de atividade de morcegos insetívoros para os cinco habitats, sendo: 1.206 na cidade (51,6% do total), 529 na floresta aluvial degradada (22,6%), 232 na floresta submontana (9,9%), 204 na floresta aluvial (8,7%) e 168 na monocultura (7,2%). Não houve variação na atividade de forrageio mediante o aumento da luminosidade ($R^2 = 0,0249$) (Figura 1).

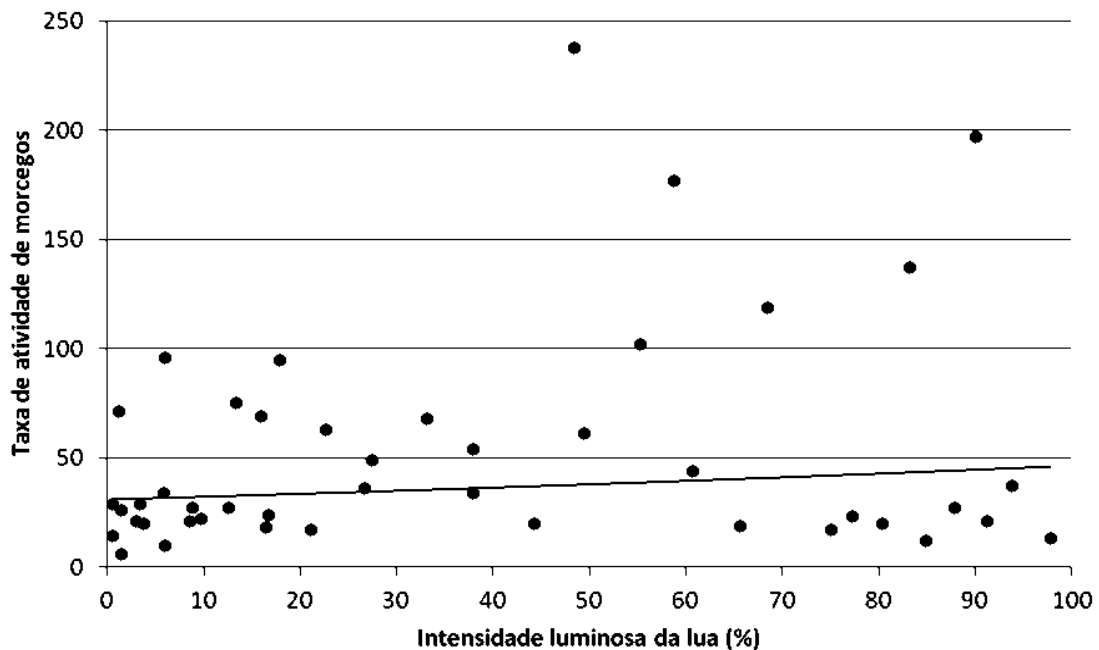


Figura 1. Relação das taxas de atividade dos morcegos insetívoros aéreos e a porcentagem de luz emitida pela lua em diferentes habitats localizados em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil ($R^2 = 0,0249$).

Com as redes-de-neblina, foram capturados 90 indivíduos pertencentes a quatro espécies: *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838, *A. lituratus* (Olfers, 1818), *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810). A espécie melhor representada foi *A. lituratus* com 44 indivíduos, seguida por *S. lilium* ($n = 20$), *C. perspicillata* ($n = 14$) e *A. fimbriatus* ($n = 12$). As noites escuras foram responsáveis por 67 capturas de filostomídeos frugívoros (74% do total), enquanto as noites claras acumularam um total de 23 indivíduos (Tabela 1). Houve diferença significativa entre os períodos avaliados ($G = 145,2353$, $p <$

0,0001), todas as espécies apresentaram uma redução na atividade em noites claras, com destaque para *A. lituratus* e *S. lilium* (Tabela 1).

Tabela 1. Número absoluto e representatividade de captura por espécie (%), pelo esforço total de coleta em noites escuras (< 50%) e claras (> 50%), em diferentes habitats localizados em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica no sul do Brasil.

Espécies	Noites escuras (< 50%)	Noites claras (> 50%)
<i>Artibeus fimbriatus</i>	9 (0,3)	3 (0,2)
<i>Artibeus lituratus</i>	32 (1,2)	12 (0,7)
<i>Carollia perspicillata</i>	10 (0,4)	4 (0,2)
<i>Sturnira lilium</i>	16 (0,6)	4 (0,2)
Total	67 (2,5)	23 (1,3)

4.6 DISCUSSÃO

Segundo Karlsson, Eklöf e Rydell (2002), os morcegos insetívoros, mais rápidos em voo, conseguem evitar com maior facilidade seus predadores naturais durante noites claras. As espécies frugívoras e sanguinívoras, lentas em voo, estariam mais sujeitas à predação, exibindo com maior frequência um comportamento lunar fóbico. Nossos dados sugerem que a atividade de forrageio dos insetívoros (molossídeos e vespertilionídeos) independe da luminosidade da lua, havendo inclusive situações em que o total de registros foi maior em noites mais claras. Para os filostomídeos frugívoros, a representatividade de captura apresentou diferença estatística significativa entre os dois períodos analisados (noites claras – noites escuras). Destacam-se *A. lituratus* e *S. lilium*, por terem apresentado maior redução na atividade durante as noites claras.

Não obstante, é importante considerar que nem todas as espécies insetívoras são rápidas. Os trabalhos clássicos de Norberg (1981) e Norberg e Raynes (1987) demonstram que o padrão de voo está relacionado com o tipo de hábitat de forrageio usado pelas espécies. Muitos molossídeos e alguns vespertilionídeos que exploram hábitats fisionomicamente abertos de fato apresentam uma morfologia de asa (estreita e pontiaguda) designada ao voo rápido e de baixo custo energético. Outros representantes da família (p.ex., espécies dos gêneros *Myotis* e *Eptesicus*) que forrageiam em bordas de vegetação ou no interior de floresta, apresentam morfologia de asa voltada à maior manobrabilidade (menor e mais larga), exibindo um padrão de voo lento, similar ao dos frugívoros (NORBERG, 1981; NORBERG; RAYNES, 1987).

Alguns estudos sugerem que os padrões de atividade de insetívoros são determinados principalmente pela disponibilidade de recursos, independente da luminosidade lunar (e.g. FENTON et al., 1998; JONES; RYDELL, 2008). Chase et al. (1991), por exemplo, observaram *Molossus molossus* forrageando seguidamente durante o crepúsculo e a alvorada, em noites claras e escuras, quando na presença de predadores. Para os autores, a espécie apresentava um pico bimodal marcado pela disponibilidade de recursos. Recentemente, Holland et al. (2011), avaliando populações deste molossídeo em Barro Colorado, obtiveram resultados similares, sugerindo que a atividade da espécie foi determinada pela disponibilidade de insetos, independente da presença de predador e da luminosidade da lua (*trade-off*). A abundância de

recursos, aliada à capacidade das espécies em evitar predadores, podem ter ajudado os morcegos insetívoros a ocuparem com relativo sucesso os diferentes habitats da área de estudo, independentemente da luminosidade.

Entre os frugívoros, *A. lituratus* e *S. lilium* se destacam por reduzirem a atividade de forrageio e/ou deslocamento durante noites claras. Há relatos na literatura de diferentes estratégias adotadas pelas espécies em resposta ao aumento da luminosidade e da pressão de predação (e.g. HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; MORRISON, 1978, 1980; FLEMING, 1991; GANNON; WILLIG, 1997). Para Thies, Kalko e Schnitzler (2006), a variação pode estar relacionada tanto pela presença do predador quanto pela probabilidade da presa de esperá-lo. Tais encontros seriam mediados pela disponibilidade e distribuição dos recursos usados pelos morcegos.

Espécies que forrageiam sobre plantas especialmente abundantes, com frutos disponíveis continuamente (p.ex., *Carollia* spp. e Piperaceae) (FLEMING; HEITHAUS, 1986; FLEMING, 1988; THIES; KALKO, 2004), seriam menos susceptíveis à predação se comparados àqueles que exploram plantas de baixa densidade, cujo recurso é disponível por um curto período de tempo (*Artibeus* spp. e Moraceae) ou cuja fenologia parece regular a dinâmica populacional da espécie (*Sturnira lilium* e Solanaceae) (MORRISON, 1978, 1980; BIANCONI et al., 2006; MELLO; KALKO; SILVA, 2008; BIANCONI, 2009). *Carollia perspicillata*, por exemplo, pode concentrar a atividade de forrageio em habitats mais seguros, como áreas escuras da floresta (HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; HEITHAUS; FLEMING, 1978; BREVIGLIERI et al., 2013). Na região de estudo, essa espécie consome majoritariamente frutos de *Piper* spp. (MIKICH et al., 2003; LIMA; REIS, 2004; BIANCONI, 2009) que são abundantes nos fragmentos florestais e áreas aluviais degradadas (MIKICH; SILVA 2001; BIANCONI et al., 2012). Nossos dados sugerem que durante noites mais escuras, *C. perspicillata* usa os diferentes habitats da paisagem, mesmo aqueles fisionomicamente abertos (monocultura). Entretanto, parece evitar tais áreas nas noites claras, concentrando a atividade nas florestas conservadas.

As espécies do gênero *Artibeus* que exploram recursos menos abundantes e disponíveis por curtos períodos de tempo acabam sendo mais susceptíveis aos predadores e, portanto, demonstrariam maior queda na atividade (THIES; KALKO; SCHNITZLER, 2006). Esses filostomídeos consomem mais frequentemente frutos de *Ficus* spp., gênero encontrado em

baixa densidade, que possui frutificação assincrônica e disponibiliza uma grande quantidade de frutos em curto espaço de tempo (MORRISON, 1978). Seus predadores podem simplesmente esperá-los nessas fontes de recurso (KARLSSON; EKLÖF; RYDELL, 2002; SALDAÑA-VÁZQUEZ; MUNGUÍA-ROSAS, 2013). Nossos dados não são suficientes para uma conclusão precisa a respeito do assunto, ainda mais considerando que redes-de-neblina podem ser um fraco indicador na avaliação da atividade das espécies do gênero (HENRY; PONS; COSSON, 2007).

A predição de que morcegos insetívoros manteriam sua atividade de forrageio independente da luminosidade da lua, enquanto frugívoros reduziriam sua atividade em períodos de maior luminosidade foi confirmada. A variação na atividade de forrageio dos insetívoros (molossídeos e vespertilionídeos) e filostomídeos frugívoros parece estar relacionada com um *trade-off* entre a necessidade de forragear ou a possibilidade de ser predado. Futuros trabalhos investigando atividade associada à disponibilidade de recurso, demanda energética e presença de predador deverão ajudar na compreensão dos efeitos da luminosidade da lua no comportamento de forrageio e deslocamento de morcegos frugívoros e insetívoros neotropicais.

4.7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S.; ZANON, C. M. V. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de Ponta Grossa, Paraná. **Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde**, n.11, p.15–21, 2006.
- BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas**: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação. 2009. 113f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Rio Claro, Rio Claro, 2009.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 21, p. 943–954, 2004.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, n. 39, p.136–140, 2006.
- BIANCONI, G.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, n.20, p.211–217, 2012.
- BREDDT, A.; UIEDA, W. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, Mid-Western Brazil. **Chiroptera Neotropical**, n. 2, p. 54–57, 1996.
- BREVIGLIERI, C. P. B.; PICCOLI, G. C. O.; UIEDA, W.; ROMERO, G. Q. Predation-risk effects of predator identity on the foraging behaviors of frugivorous bats. **Oecologia**, n. 173, p. 905–912, 2013.
- CARNEIRO, D. C. **Diversidade de morcegos em dois fragmentos florestais da região noroeste do estado do Paraná, Brasil**. 2008. 44f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2008.
- CHASE, J.; SMALL, M. Y.; WEISS, E. A.; SHARMA, D.; SHARMA, S. Crepuscular Activity of *Molossus molossus*. **Journal of Mammalogy**, n. 72, p. 414–418, 1991.
- DENZINGER, A.; KALKO, E. K. V.; JONES, G. Ecological and evolutionary aspects of echolocation in bats. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M. (Ed.).

- Echolocation in Bats and Dolphins.** Chicago: University of Chicago Press, p.311-339, 2004.
- DENZINGER, A.; SCHNITZLER, H. U. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. **Frontiers in Physiology**, n.4, p.1–15, 2013.
- ERKERT, H. G. Sunset-related timing of flight activity in neotropical bats. **Oecologia**, n. 37, p. 59–67, 1978.
- ESTRADA, A.; JIMÉNEZ, C.; RIVERA, A.; FUENTES, E. General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, Mexico. **Animal Biodiversity and Conservation**, n. 27, p. 5–13, 2004.
- FARRELL, M. J. O.; GANNON, W. L. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. **Journal of Mammalogy**, n.80, p.24–30, 1999.
- FENTON, M. B.; RAUTENBACH, I. L.; RYDELL, J.; ARITA, H. T.; ORTEGA, J.; BOUCHARD, S.; LIM, B. K.; ODGREN, E.; PORTFORS, C. V.; SCULLY, W. W.; SYME, D. M.; VONHOF, M. J. Emergence, echolocation, diet and foraging behavior of *Molossus ater* (Chiroptera : Molossidae). **Biotropica**, n. 30, p. 314–320, 1998.
- FENTON, M. B. Aerial-feeding bats: getting the most out of echolocation. In: THOMAS, J. A.; MOSS, C. F.; VATER, M. (Ed.). **Echolocation in Bats and Dolphins.** Chicago: University of Chicago Press, p.311-339, 2004.
- FENTON, M. B.; BOYLE, N. G. H.; HARRISON, T. M.; OXLEY, D. J. Activity patterns, habitat use, and prey selection by some african insectivorous bats. **Biotropica**, n. 9, p. 73–85, 1977.
- FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions.** Chicago: University of Chicago Press, 1988.
- FLEMING, T. H. The relationship between body size, diet, and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia*. **Journal of Mammalogy**, n. 72, p. 493–501, 1991.
- FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Artibeus lituratus*. **Journal of Mammalogy**, n. 67, p. 660–671, 1986.
- FLORES-CRESPO, R.; LINHART, S. B.; BURNS, R. J.; MITCHELL, G. C. Foraging Behavior of the Common Vampire Bat Related to Moonlight. **Journal of Mammalogy**, v. 53, n. 2, p. 366–368, 1972.
- GANNON, M. R.; WILLIG, M. R. The effect of lunar illumination on movement and activity of the red fig-eating Bat (*Stenodema rufum*). **Biotropica**, n. 29, p. 525–529, 1997.

- HAEUSSLER, U.; ERKERT, H. Different direct effects of light intensity on the entrained activity rhythm in neotropical bats (Chiroptera, Phyllostomidae). **Behavior Processes**, n. 3, p. 223-239, 1978.
- HECKER, K. R.; BRIGHAM, R. M. Does moonlight change vertical stratification of activity by forest-dwelling insectivorous bats? **American Society of Mammalogists**, n. 80, p. 1196–1201, 2013.
- HEITHAUS, E. R., FLEMING, T. H. Foraging movements of a Frugivorous Bat, *Artibeus lituratus* (Phyllostomatidae). **Ecological Monographs**, n. 48, p. 127–143, 1978.
- HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a Seasonal Tropical Forest. **Ecology**, n. 56, p. 841–854, 1975.
- HENRY, M., PONS, J. M.; COSSON, J. F. Foraging behavior of a frugivorous bat helps bridge landscape connectivity and ecological processes in a fragmented rainforest. **The Journal of Animal Ecology**, n. 76, p. 801–813, 2007.
- HOLLAND, R. A.; MEYER, C. F. J.; KALKO, E. K. V.; KAYS, R.; WIKELSKI, M. Emergence time and foraging activity in Pallas' mastiff bat, *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae) in relation to sunset/sunrise and phase of the moon. **Acta Chiropterologica**, n. 13, p. 399–404, 2011.
- JONES, G.; RYDELL, J. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, n. 346, p. 445–455, 2008.
- KALKO, E. K. V.; O'HANDLEY-JR, C. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, n.153, p.319–333, 2001.
- KARLSSON, B.L.; EKLÖF, J.; RYDELL, J. No lunar phobia in swarming insectivorous bats (family Vespertilionidae). **Journal of Zoology**, n. 256, p. 473–477, 2002.
- KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. **Bat Ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- LIMA, I. P.; REIS, N. R. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Artibeus lituratus* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 21, p. 371–377, 2004.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2012.
- MACSWINEY GONZALEZ, M. C.; CLARKE, F. M.; RACEY, P. A. What you see is not what you get: the role of ultrasound detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. **Journal of Applied Ecology**, n.45, p.1364–1371, 2008.

- MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, n. 89, p. 485–492, 2008.
- MEYER, C. F. J.; AGUIAR, L. M. S.; AGUIRRE, L. F.; BAUMGARTEN, J.; CLARKE, F. M.; COSSON, J.-F.; ESTRADA-VILLEGAS, S.; FAHR, J.; FARIA, D.; FUREY, N.; HENRY, M.; HODGKISON, R.; JENKINS, R. K. B.; JUNG, K. G.; KINGSTON, T.; KUNZ, T. H.; GONZALEZ, M. C. M.; MOYA, I.; PATTERSON, B. D.; PONS, J.; RACEY, P. A.; REX, K.; SAMPAIO, E. M.; SOLARI, S.; STONER, K. E.; VOIGT, C. C.; VON STADEN, D.; WEISE, C. D.; KALKO, E. K. V. Accounting for detectability improves estimates of species richness in tropical bat surveys. **Journal of Applied Ecology**, v.48, n. 3, p. 777–787, 2011.
- MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Artibeus lituratus* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, n. 29, p. 2379–2383, 2003.
- MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, n. 15, p. 89–113, 2001.
- MORRISON, D. W. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. **Ecology**, n. 59, p. 716–723, 1978.
- MORRISON, D. W. Foraging and day-roosting dynamics of canopy fruit bats in Panama. **Journal of Mammalogy**, n. 61, p. 20–29, 1980.
- NORBERG, U. M. Allometry of bat wings and legs and comparison with bird wings. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n.292, p.359–398, 1981.
- NORBERG, U. M.; RAYNES, J. M. V. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, n.316, p.335–427, 1987.
- ORTÊNCIO-FILHO, H.; REIS, N. R.; PINTO, D.; ANDERSON, R.; TESTA, D. A.; MARQUES, M. A. Levantamento dos morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 11, p. 211–215, 2005.

- PACHECO, S. M.; SODRÉ, M.; GAMA, A. R.; BREDT, A.; CAVALLINI, E. M.; MARQUES, R. V.; GUIMARÃES, M. M.; BIANCONI, G. V. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. **Chiroptera Neotropical**, n. 16, p. 629–647, 2010.
- PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão**, n. 6, p. 3–21, 1997.
- PRUGH, L. R.; GOLDEN, C. D. Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. **Journal of Animal Ecology**, v. 83, p. 504-514, 2013.
- ROCHA-MENDES, F.; BIANCONI, G. V. Opportunistic predatory behavior of margay, *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821), in Brazil. **Mammalia**, n. 73, p. 151–152, 2009.
- ROCHA-MENDES, F.; MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. Mamíferos do município de Fênix, Paraná, Brasil: etnozoologia e conservação. **Revista Brasileira de Zoologia**, n. 22, p. 991–1002, 2005.
- SALDAÑA-VÁZQUEZ, R. A.; MUNGUÍA-ROSAS, M. A. Lunar phobia in bats and its ecological correlates: a meta-analysis. **Mammalian Biology**, n. 78, p. 216–219, 2013.
- SCHERER-NETO, P.; BISPO, A. A. Avifauna do Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix, Paraná. **Biota Neotropica**, n. 11, p. 317–329, 2011.
- SCHNITZLER, H. U.; KALKO, E. K. V. Echolocation by insect-eating bats. **BioScience**, n.51, p.557–569, 2001.
- SILVA, M. M. S.; SANTOS, N. M.; GONÇALVES, E. F. B.; UIEDA, W. Bats from the Metropolitan region of São Paulo, Southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, n. 2, p. 39–41, 1996.
- SIMMONS, N. B.; FENTON, M. B.; O'FARRELL, M. J. Echolocation and pursuit of prey by bats. **Nature**, n.203, p.16–19, 1979.
- SUCKOW, U. M. S. **Uso de abrigos por morcegos no Município de Fênix, Estado do Paraná, Brasil**. 2008. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.
- THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two Short-Tailed Fruit Bats, *Artibeus lituratus* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, n. 104 p. 362–376, 2004.

THIES, W.; KALKO, E. K. V.; SCHNITZLER, H. U. Influence of environment and resource availability on activity patterns of *Carollia castanea* (Phyllostomidae) in Panama.

Journal of Mammalogy, n. 87, p. 331–338, 2006.

TURNER, D. C. **The Vampire Bat**. Baltimore, MD: University Press Publishers, 1975.

5 CONCLUSÃO

Informações sobre as atividades da quiropterofauna para famílias diferentes em ecologia são relativamente escassas nas regiões Neotropicais. Há, na maioria das vezes, dominância na amostragem de espécies de morcegos da família de Phyllostomidae. Contudo, utilizando redes-de-neblina e detectores de ultrassom, nós demonstramos ser possível avaliar a atividade de grupos de morcegos ecologicamente diferentes em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica. Cada grupo explora a paisagem de maneira diferente, selecionando habitats conforme suas exigências e adaptações.

No Capítulo I, nossos dados demonstram que molossídeos e vespertilionídeos foram mais ativos em habitats fisionomicamente abertos, com destaque ao ambiente urbano e áreas aluviais degradadas. Por forragearem em espaços abertos, os insetívoros aéreos parecem ser capazes de substituir seus habitats naturais por outros fisionomicamente semelhantes. Já os filostomídeos frugívoros, *Artibeus lituratus*, *A. fimbriatus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, exploraram vários ambientes da paisagem estudada, incluindo parcelas fisionomicamente abertas, como áreas aluviais degradadas. As adaptações de cada uma delas à fragmentação parecem envolver diferentes mecanismos de resposta. Áreas aluviais degradadas parecem ter favorecido a atividade não só dos filostomídeos, como também de insetívoros aéreos (molossídeos e vespertilionídeos), seja para deslocamento entre blocos florestais, ou como sítios de alimentação. Em última análise, a fisionomia da paisagem possui atributos determinantes na seleção da área de forrageio por morcegos e, conseqüentemente, na conservação de algumas espécies e de seu papel na manutenção dos ecossistemas.

No Capítulo II nós verificamos que a atividade de forrageio dos insetívoros (molossídeos e vespertilionídeos) independe da luminosidade da lua, havendo inclusive situações em que o total de registros foi maior em noites mais claras. Para os filostomídeos frugívoros, os valores de abundância apresentaram diferença estatística significativa entre os dois períodos analisados (noites claras – noites escuras) sugerindo uma redução na atividade durante noites claras, especialmente para *A. lituratus* e *S. lilium*.

Os dados corroboraram a hipótese de Karlsson, Eklöf e Rydell (2002) de que os morcegos insetívoros, mais rápidos em voo, conseguem evitar com maior facilidade seus

predadores naturais durante noites claras, enquanto espécies frugívoras, mais lentas em voo, estariam mais susceptíveis à predação, exibindo com maior frequência um comportamento lunar fóbico. A variação na atividade de forrageio dos insetívoros (molossídeos e vespertilionídeos) e filostomídeos frugívoros parece estar relacionada com um *trade-off* entre a necessidade de forragear e a possibilidade de ser predado.

ANEXO

Anexo I. Lista das espécies de morcegos capturados nos municípios de Fênix e São Pedro do Ivaí, Paraná, Brasil. Fonte: *a* – Bianconi; Mikich; Pedro, 2004; *b* – Carneiro, 2008; e *c* – Suckow, 2008

Ordenamento Taxonômico	Hábito alimentar	Fonte
Família/Subfamília/Espécies		
FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE		
SUBFAMÍLIA PHYLLOSTOMINAE		
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	Carnívoro	<i>a, b, c</i>
<i>Macrophyllum macrophyllum</i> (Schinz, 1821)	Insetívoro	<i>c</i>
<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	Insetívoro	<i>a, b</i>
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	Onívoro	<i>a</i>
SUBFAMÍLIA CAROLLINAE		
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Frugívoro	<i>a, b, c</i>
SUBFAMÍLIA STENODERMATINAE		
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	Frugívoro	<i>a, b</i>
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Frugívoro	<i>a, b</i>
<i>Artibeus planirostris</i> Leach, 1821	Frugívoro	<i>a, b</i>
<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860	Frugívoro	<i>a</i>
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	Frugívoro	<i>b</i>
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	Frugívoro	<i>a, b</i>
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	Frugívoro	<i>a, b</i>
SUBFAMÍLIA DESMODONTINAE		
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Sanguinívoro	<i>a</i>
FAMÍLIA MOLOSSIDAE		
<i>Molossus rufus</i> E. Geoffroy, 1805	Insetívoro	<i>c</i>
FAMÍLIA VESPERTILIONIDAE		
SUBFAMÍLIA VESPERTILIONINAE		
<i>Lasiurus blossevillii</i> (Müller, 1776)	Insetívoro	<i>a</i>
<i>Myotis levis</i> (I. Geoffroy, 1824)	Insetívoro	<i>a</i>
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Insetívoro	<i>a</i>

Myotis aff. riparius Handley, 1960

Insetívoro

a

Myotis ruber (E. Geoffroy, 1806)

Insetívoro

b
