

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**FERNANDO CARVALHO**

**ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS  
(MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO  
SUL DO BRASIL**



**CURITIBA, 2015**

**FERNANDO CARVALHO**

**ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS  
(MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL  
DO BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia.

Orientador: Dr. Fernando de C. Passos

CURITIBA, 2015



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
*Programa de Pós-Graduação em Zoologia*




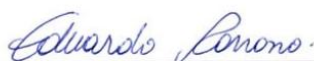
## **TERMO DE APROVAÇÃO**

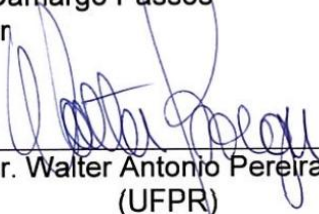
*Fernando Carvalho*

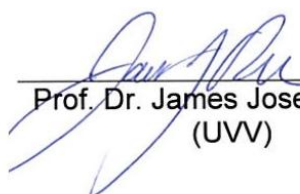
### **“Estrutura vertical de uma assembleia de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil”**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zoologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos  
Orientador

  
Prof. Dr. Eduardo Carrano  
(PUCPR)

  
Prof. Dr. Walter Antonio Pereira Boeger  
(UFPR)

  
Prof. Dr. James Joseph Roper  
(UVV)

  
Prof. Dr. João Marcelo Deliberador Miranda  
(UNICENTRO)

Curitiba, 09 de dezembro de 2015.

**Programa de Pós-Graduação em Zoologia/UFPR**  
**Setor de Ciências Biológicas**  
Caixa Postal 19020 - CEP 81531-980 - Curitiba - Paraná  
Telefone/FAX +55 (0\*\*41) 3361-1641

## **AGRADECIMENTOS**

Ao longo destes quatro anos de doutorado, inúmeras pessoas tiveram grande importância para a conclusão desta etapa, para as quais, gostaria de deixar meus agradecimentos.

Gostaria de agradecer ao professor Dr. Fernando de Camargo Passos, pela oportunidade de ter trabalhado em seu laboratório, assim como, pela confiança em dedicar a mim, uma de suas vagas de orientação no programa de Pós-Graduação em Zoologia. Agradeço pela confiança depositada no trabalho, pelas divertidas conversas e claro pelas inúmeras noites de companhia no bar da associação. *Por favor, com pão de verdade* (piada interna...).

A minha noiva, namorada, mulher... que me acompanhou em praticamente todas as fases de campo, que mesmo depois de tomar picada de formiga, vespa e aranha (isso tudo na mesma fase de campo), ainda estava ao meu lado em cada revisão de rede, a cada morcego capturado, a cada noite mau dormida devido a amostragem, sempre me apoiando, dando força e me fazendo amá-la cada dia mais e mais. Sem dúvida nenhuma, devo todo este trabalho a você! Sem você não teria conseguido fazer a metade de todas as minhas idéias malucas. *Muito obrigado amor....*

Ao professor Dr. João Marcelo Deliberador Miranda, a quem posso chamar simplesmente de João, por toda a ajuda dada ao longo do estudo e durante todo o doutorado. Obrigado pela grande amizade cultivada ao longo destes anos. Como estou agradecendo a você, estendo os agradecimentos a Luciana (simplesmente Lu), também pela amizade e conversas ao longo de todo o período. *Obrigado ao casal favorito...*

A Jaqueline Duarte, Luana Almeida Pereira, Jennifer Barros, João B. Vitto, Flávia Carvalho e Luiz H. Varzinczka, pela ajuda durante as fases de campo, desde aquelas que tivemos que passar quase que boiando com nosso super Celta no Rio Morato, até aquelas onde os mosquitos e a chuva fizeram quase perder a paciência. Obrigado pela companhia, amizade e ajuda quando precisei.

A Eros F. Amaral, Ozeas Gonçalves e Maricy Rizzato, que na qualidade de administradores da RNSM, forneceram toda a ajuda durante as fases de campo, com os relatórios, documentos e procedimentos da reserva. Obrigado pela amizade de vocês, por toda a paciência e empolgação com o trabalho. Claro, obrigado também pela companhia em algumas das noites de amostragem, até aquelas onde os estagiários caíam de bicicleta na rede.

Gostaria de fazer um agradecimento especial a dona Elô, Valdir, Lino, Geisi e ao Silfredo, por toda a ajuda, por estarem sempre dispostos e prontos a resolver todos os nossos problemas de campo, que iam desde um chuveiro não funcionando, passando por abrir locais para rede, até retirar o carro com trator quando o rio estava cheio demais para passarmos. As frases "*só falta 18*" e "*isso não da encosto*" certamente serão sempre lembradas com saudade.

A Jaqueline dos Santos (Jaque-Jaque), pela companhia durante as intermináveis fases de campo, pelas risadas e pelos almoços compartilhados hauahuahua... Obrigado por dividir esta fase do doutorado, inclusive as frustrações e opiniões. Ok, algumas nada em consenso, mas isso faz parte né!!!. Lembra quando dizíamos que logo sentiríamos saudades do campo? Acho que se aplica a este momento.

A todos os estagiários voluntários da RNSM, que durante a passagem pela reserva, sempre estavam dispostos a ajudar no trabalho de campo, assim como, na coleta de restos alimentares dos morcegos.

A Melody Mattias pelo auxílio na preparação do material para identificação dos morcegos. A Samuel Galvão, pela ajuda durante as análises estatísticas. A Daniela A. S. Bôlla pelo auxílio na organização dos dados e planilhas de campo.

A Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza, pela permissão para realização do trabalho dentro da área da RNSM, e pelo apoio logístico e financeiro fornecidos ao estudo.

Ao CNPq pelo bolsa de estudos entre os anos de 2012 e 2015.

Ao professor Dr. Luís Fernando Fávaro (Zão), que além de mestre, tornou-se um grande amigo. Obrigado pelas inúmeras conversas e conselhos, os quais certamente me livraram de inúmeros problemas e confusões. Devo muito de minha formação acadêmica a você Zão, a quem tenho orgulho de chamar de Professor.

Por último, mas não menos importante, a todos os professores do PPG Zoologia, que direta ou indiretamente contribuíram com o desenvolvimento desta tese. Obrigado por todas as críticas e sugestões feitas ao trabalho, que sem dúvida contribuíram não apenas com a melhoria da tese, mas também com toda a minha formação acadêmica e profissional. Obrigado por todo aprendizado fornecido ao longo das disciplinas.

## Resumo

A estruturação vertical das assembleias de morcegos é um importante fator de promoção de diversidade. Todavia, explorar toda a complexibilidade presente nos ambientes florestais, exige dos morcegos diferentes características de voo, as quais são conseguidas por variações na forma e tamanho das asas. Variações na utilização do espaço vertical podem ocorrer também em escalas temporais, como por exemplo, entre meses ou horas. A presente tese tem como objetivo, compreender como aspectos de morfologia alar, variação mensal na abundância e variação na taxa de captura horária estão relacionados ou variam com estrutura vertical de uma assembleia de morcegos. As amostragens foram realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica, na Reserva Natural Salto Morato, litoral norte do Paraná. A captura dos morcegos foi realizada com redes de neblina, instaladas ao nível do subosque, sub-dossel e dossel. No total foram obtidas 1.200 capturas, de duas famílias e 25 espécies. Em termos de riqueza e diversidade, não houve diferença entre os estratos, todavia, para abundância foi observada diferença na comparação entre subosque e dossel. Esse padrão difere da maioria dos estudos sobre estratificação vertical, os quais demonstram que o dossel é o estrato mais diverso. Houve a identificação de três grupos com morfologia alar similar, os quais responderam de forma diferente a ocupação vertical dos estratos. Espécies pequenas foram associadas ao principalmente ao subosque, entretanto, as espécies grandes foram mais associadas aos estratos superiores (dossel e subdossel). A frequência de captura de frugívoros de subosque e de dossel foi associado aos meses. Para frugívoros de dossel a frequência de captura foi correlacionada positivamente

com a disponibilidade de frutos maduros e para frugívoros de dossel e oportunista, esta foi correlacionada com a precipitação. A disponibilidade de frutos imaturos e maduros foi semelhante entre os estratos. Somente para frugívoros de dossel houve diferença na comparação da frequência de captura mensal entre os estratos. Para frugívoros de subosque e nectarívoros, a frequência de captura foi relacionada com o período de amostragem. Para frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, a frequência de captura horária de diferiu entre estratos. A identificação de diferenças nas frequências de captura mensais e horárias, tem implicação significativa na compreensão dos padrões de estruturação das assembleias de morcegos. Essas diferenças indicam que ao menos algumas guildas, podem usar de forma diferentes os estratos ao longo dos meses e também ao longo das horas na mesma noite. estudos sobre estrutura vertical são de extrema importância para que possamos entender a estruturação das assembleias como um todo, e não apenas de uma pequena parte, como feito quando analisamos somente dados provenientes do subosque.

**Palavras-chaves:** estratificação vertical; frequência de captura; Phyllostomidae; Vespertilionidae.



**Abstract:**

Vertical structuration of bat assemblages is an important factor to diversity promotion. Although, exploring all the complexity of forest environments require bats different flight characteristics, what can be acquired by shape and size variation on wings. Vertical space utilization can vary also in time scales, as by month or hours. This thesis objectives comprehending how aspects of wing morphology, monthly variation in abundance and the variation of capture rate by hour are related or vary with the vertical structure of a bat assemblage. Samplings were carried out from September 2013 to August 2014, in an Atlantic Forest environment, in Reserva Natural Salto Morato, northern coast of Paraná state. Bats were captured with mist-nets installed in understory, sub canopy and canopy. I obtained 1200 captures, two families and 25 species. In terms of richness and diversity, there was no difference in canopy and understory comparison. This pattern differs from the majority of vertical structuration studies, those show canopy as the most diverse stratum. I identified three groups with similar wing morphology, those responded in a different way to vertical strata occupation. Small species were associated mainly to understory, while big species were associated to upper strata (canopy and sub canopy). Frequency of understory and canopy frugivores were associated to months. Frequency of canopy frugivores were positively associated to the availability of ripe fruits, while canopy and opportunistic frugivores' frequency was related to precipitation. Availability of ripe or unripe fruits was similar among strata. There were differences only when monthly capture were compared among strata. Capture frequency of understory frugivores and nectarivores was associated to sampling period. The frequency of captures by hour of understory, canopy and

opportunistic frugivores differed among strata. The identification of differences in the monthly and hourly frequencies has significant implication on the comprehension of structuration patterns in bat assemblages. These differences indicate that some guilds can use differently all strata by months and also by hours at the same night. Studies on vertical structure are extremely important to comprehend assemblages structuration as a whole, and not as it is done when analysing only data sourced from understory.

**Keywords:** capturing frequency; Phyllostomidae; vertical stratification; Vespertilionidae.

## LISTA DE FIGURAS

### **Capítulo 1. ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO LITORAL NORTE DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná..... - 36 -

Figura 2. Curvas de acumulação de espécies construídas pelo método de rarefação para amostragem realizada ao nível do subosque, subdossel e dossel, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná..... - 41 -

Figura 3. Ranking de abundância de Whittaker observado para os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. .... - 42 -

### **Capítulo 2. INFLUENCIA DA MORFOLOGIA ALAR na OCUPAÇÃO VERTICAL DOS ESTRATOS POR MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná..... - 62 -

Figura 2. Ilustração da posição em que os indivíduos foram fotografados, indicando-se as medidas de área de asa (todo corpo do indivíduo com exceção de cabeça e pés - parte cinza), área do plagiopatágio (Sp), área do quiropteropatágio (Sq), área do uropatágio (Sup), comprimento do quinto dígito (D5), comprimento do plagiopatágio (Lp), comprimento do quiropteropatágio (Lq) e envergadura (b) obtidas dos exemplares capturados em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná..... - 64 -

Figura 3. Gráfico dos escores de PC1 e PC2 para dados morfológicos de asa para 18 espécies de morcegos, amostrados em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. .... - 69 -

### **Capítulo 3. VARIAÇÃO TEMPORAL NA ORGANIZAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA; PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná..... - 86 -

Figura 2. Gráfico de precipitação e temperatura médias para a área da RNSM entre setembro de 2013 e agosto de 2014, obtidas em estação meteorológica, instalada dentro da área da RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. .... - 86 -

Figura 3. Intensidade de frutificação das fenofases de frutos imaturos e frutos maduros, para nove espécies quiropterocóricas, amostradas entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná..... - 91 -

Figura 4. Distribuição mensal do número de capturas das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, em amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná..... - 92 -

### **Capítulo 4. VARIAÇÃO HORÁRIA NA ESTRUTURAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA**

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná..... - 119 -

Figura 2. Distribuição do número de capturas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas e nectarívoros, ao longo dos 360 minutos após início do crepúsculo, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná. .... - 123 -

Figura 3. Distribuições das taxas de captura horária nos três estratos, para as quatro guildas em 360 minutos após início do crepúsculo, em amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. .... - 125 -

## Lista de Tabelas

### **Capítulo 1. ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO LITORAL NORTE DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Tabela 1. Lista de espécies, número de captura, Índice de Predominância no Estrato (I.P.E) e riqueza, para amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais em ambiente de Mata Atlântica, na RNSM no litoral norte do estado do Paraná, onde: N = somatório de captura da espécie no estrato; NT = somatório de captura da espécie nos três estratos; I.P.E = Índice de Predominância por Estrato. ....- 39 -

Tabela 2. Resultados da comparação pelo teste ADONIS, para abundância relativa das espécies registradas nos três estratos, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. ...- 42 -

Tabela 3. Comparação *post-hoc* do teste de ADONIS comparando a abundância das espécies entre os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná ....- 42 -

### **Capítulo 2. INFLUENCIA DA MORFOLOGIA ALAR na OCUPAÇÃO VERTICAL DOS ESTRATOS POR MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Tabela 1. Lista de táxons e números de captura, obtidos em amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.....- 66 -

Tabela 2. Valores médios para as variáveis de tamanho de asa para 18 espécies amostradas, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.- 67 -

### **Capítulo 3. VARIAÇÃO TEMPORAL NA ORGANIZAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA; PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Tabela 1. Lista de espécie, número de capturas, abundância relativa e enquadramento de guildas, para os morcegos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná, onde: N = número de capturas; .....- 90 -

Tabela 2. Valores de correlação de Pearson entre a abundância de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas e disponibilidade de frutos imaturos, maduros, precipitação e temperatura, para amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.....- 93 -

Tabela 3. Ocorrência mensal de frutos verdes e frutos maduros para amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná. ....- 94 -

Tabela 4. Distribuição mensal do número de captura das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas, nos três estratos, entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.....- 95 -

Tabela 5. Comparação *post-hoc* do teste de Kruskal-Wallis, comparando a abundância de frugívoros de subosque, nos três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná. ....- 95 -

Tabela 6. Valores de correlação de Pearson entre a abundância de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas e disponibilidade de frutos imaturos, maduros, precipitação e temperatura, para os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.....- 96 -

#### **Capítulo 4. VARIAÇÃO HORÁRIA NA ESTRUTURAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA**

Tabela 1. Lista de espécies, número de captura por estrato e guilda de morcegos da família Phyllostomidae, amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.....- 123 -

## SUMÁRIO

PRÓLOGO .....	- 17 -
REFERENCIAS.....	- 22 -
OBJETIVOS GERAIS DA TESE.....	- 29 -
CAPÍTULO 1. ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO LITORAL NORTE DO PARANÁ, SUL DO BRASIL .....	- 30 -
INTRODUÇÃO .....	- 33 -
MATERIAIS E MÉTODOS .....	- 35 -
Área De Estudo .....	- 35 -
Protocolo de amostragem.....	- 36 -
Análise dos dados .....	- 37 -
RESULTADOS.....	- 39 -
DISCUSSÃO .....	- 43 -
REFERENCIAS.....	- 47 -
CAPÍTULO 2. INFLUENCIA DA MORFOLOGIA ALAR NA OCUPAÇÃO VERTICAL DOS ESTRATOS POR MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL. -	56 -
INTRODUÇÃO .....	- 59 -
MATERIAIS E MÉTODOS .....	- 61 -
Área de estudo .....	- 61 -
Protocolo de amostragem.....	- 63 -
RESULTADOS.....	- 65 -
DISCUSSÃO .....	- 70 -
REFERÊNCIAS.....	- 73 -
CAPÍTULO 3. VARIAÇÃO TEMPORAL NA ORGANIZAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA;	

<b>PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL.....</b>	<b>- 80 -</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>- 83 -</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>- 85 -</b>
<b>Área de estudo .....</b>	<b>- 85 -</b>
<b>Protocolo de amostragem.....</b>	<b>- 87 -</b>
<b>Análise de dados .....</b>	<b>- 89 -</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>- 90 -</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>- 97 -</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>- 103 -</b>
<b>CAPÍTULO 4. VARIAÇÃO HORÁRIA NA ESTRUTURAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA .....</b>	<b>- 113 -</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>- 116 -</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>- 119 -</b>
<b>Área de estudo .....</b>	<b>- 119 -</b>
<b>Protocolo de amostragem.....</b>	<b>- 120 -</b>
<b>Análise de dados .....</b>	<b>- 122 -</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>- 122 -</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>- 125 -</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>- 129 -</b>
<b>CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>- 138 -</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>- 141 -</b>



## PRÓLOGO

Chiroptera, em termos de número de espécies, representa a segunda maior ordem entre mamíferos (KALKO 1998), ficando atrás somente de Rodentia, a qual é apontada como a mais diversa dentro da mastofauna (WILSON & REEDER 2005). Tradicionalmente e por muito tempo, morcegos foram divididos em duas subordens: Megachiroptera representada somente pela família, Pteropodidae, a qual tem distribuição restrita a regiões tropicais e subtropicais do Velho Mundo (NOWAK 1994) e Microchiroptera representada por todas as demais famílias, as quais apresentam distribuição quase cosmopolita (PERACCHI *et al.* 2012).

Recentemente esta classificação sofreu alterações e estudos baseados em dados moleculares, aparentemente não suportam a monofilia desses agrupamentos, o que resultou na proposição de duas novas subordens: Yinpterochiroptera, composta pelas famílias Pteropodidae, Rhinolophidae, Hipposidaridae, Rhinopomatidae, Craseonycteridae e Megadermatidae e a subordem Yangochiroptera, abrangendo por todas as demais famílias (TEELING *et al.* 2005). Entretanto, quando analisados de forma conjunta os dados moleculares e morfológicos, o arranjo de Megachiroptera e Microchiroptera parece suportar melhor a filogenia de Chiroptera (ALTRINGHAM 2011).

A ordem Chiroptera é composta por aproximadamente 1.200 espécies, distribuídas em 18 famílias (WILSON & REEDER 2005), com uma alta taxa de descrição de novos táxons (ex.: LIM *et al.* 2010; WU & THOING 2011; MORATELLI & WILSON 2014; GOODMAN *et al.* 2015; SOISOOK *et al.* 2015). Em território brasileiro, ao menos 179 espécies de morcegos possuem registros confirmados (PAGLIA *et al.* 2012), também com inúmeras espécies sendo

descritas nos últimos anos (NOGUEIRA *et al.* 2012; DIAS *et al.* 2013; MORATELLI & DIAS 2015). Os biomas com maior número riqueza são a Amazônia (n = 146 spp.), Mata Atlântica (n = 113 spp.) e Cerrado (n = 101 spp.) (PAGLIA *et al.* 2012), entretanto, se considerado a relação entre área de abrangência do bioma e riqueza, a Mata Atlântica é aquele com maior diversidade de morcegos (BERGALLO *et al.* 2003). De forma geral, o conhecimento sobre a fauna de morcegos nos diferentes biomas brasileiros ainda é fragmentado, com extensas áreas com pouco ou nenhum registro de ocorrência de morcegos (BERNARD *et al.* 2011). Além desta lacuna de informação, sabe-se que em algumas áreas devido a realização de inventários incompletos, a riqueza de morcegos ainda é subestimada (BERGALLO *et al.* 2003; ESBÉRARD & BERGALLO 2008), dificultando assim, o conhecimento da real diversidade das assembleias locais e a identificação de padrões mais amplos de distribuição e diversidade.

Igualmente ao registrado para outros grupos de vertebrados, existe maior diversidade de morcegos em regiões tropicais, quando comparado às regiões temperadas. Este padrão é interpretado como sendo resultado de uma variação latitudinal na composição e distribuição das espécies (WILLIG & SELCER 1989; WILLIG & LYONS 1998; LYONS & WILLIG 2002) sendo que, algumas hipóteses, como por exemplo, a teoria da heterogeneidade espacial, hipótese de competição, hipótese de predação, teoria da estabilidade climática e hipótese de produtividade, foram postuladas na tentativa de explicar este padrão de distribuição das espécies (PIANKA 1996). Além disso, pelo fato dos morcegos apresentarem como modo de deslocamento o voo, as barreiras geográficas para este grupo, podem ser diferentes daquelas existentes para

outros mamíferos (CARRERA 2003), resultando em padrões distintos de distribuição.

A alta diversidade observada em Chiroptera tem intrigado os pesquisadores, que buscam compreender quais fatores permitem e/ou facilitam a coexistência de uma fauna tão diversificada (PATTERSON *et al.* 1996). Para entender esta questão, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com enfoque na estrutura das assembleias de morcegos (FLEMING *et al.* 1972; AGUIRRE 2002; ESBÉRARD 2003; BERNARD & FENTON 2007) principalmente, tentando compreender quais fatores possibilitam a coexistência das espécies (HEITHAUS *et al.* 1975; REIS 1984; PEDRO & TADDEI 1997; BERNARD 2001; LOU & YURRITA 2004; SILVA *et al.* 2008). Contudo, nosso conhecimento sobre os fatores que promovem e mantêm a alta diversidade de morcegos ainda é fragmentado (WEINBEER & KALKO 2004).

De forma geral, variações temporais e espaciais na organização das comunidades, em diferentes níveis, são apontadas como fatores que possibilitam a coexistência das espécies. Porém, é sabido que espécies e guildas podem responder diferentemente as mudanças temporais ou espaciais em ambientes florestais (MONTIEL *et al.* 2006). Estas respostas diferenciadas podem ser ainda maiores, se considerado que morcegos apresentam ampla distribuição e os efeitos destas variações diferem entre habitats e regiões (MILNE *et al.* 2005). Morcegos são organismos ecologicamente flexíveis e muitas espécies possuem amplas áreas de distribuição, nas quais sua biologia pode variar consideravelmente (TRAJANO 1996).

O conhecimento da dinâmica das comunidades, tanto temporal quanto espacial, é um fator essencial para o entendimento de como as

espécies utilizam e partilham recursos comuns (FINDLEY 1976), e isso se torna crucial para definições de ações e atividades que visem aspectos conservacionistas para o grupo. Para que se possam implantar programas efetivos de conservação da biodiversidade é essencial que se conheçam os fatores que possuem maior importância na estruturação das comunidades e suas interações com os ambientes, com as variações temporais, sazonais e espaciais (KALKO 1998).

Visando preencher esta lacuna, a presente tese está estruturada em quatro capítulos, os quais tem como enfoque central a composição da estrutura vertical de uma assembleia de morcegos, em uma área de Mata Atlântica, na região sul do Brasil. Nesse contexto, são abordados aspectos da morfologia alar, variações mensais na abundância das guildas e os fatores que podem estar relacionados a ocorrência dessas variações e por fim, variações horárias no número de captura entre os estratos.

Apesar de vários trabalhos abordarem esses aspectos para a quiropterofauna brasileira (ex.: REIS 1984; MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; MÜLLER & REIS 1992; PEDRO & TADDEI 1997; BERNARD 2002; PEDRO & TADDEI 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004; MELLO 2009; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010; GOMES *et al.* 2014; ORTENCIO FILHO *et al.* 2014; ROCHA *et al.* 2015), a maioria foi desenvolvida com amostragens restritas ao nível do subosque. Para que se possa compreender melhor os aspectos relacionados a estruturação das assembleias de morcegos, amostragens em diferentes estratos são fundamentais. Além de amostrar todos os ambientes virtualmente utilizados pelas espécies, a padronização do esforço amostral assim como, do período em que são realizadas as amostragens são premissas fundamentais em

estudos que tem como objetivos realizar comparações entre áreas ou ambientes.

## REFERENCIAS

- AGUIAR, L.M.S. & MARINHO-FILHO, J. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bats species in a fragment of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(2): 385-390.
- AGUIRRE, L.F. 2002. Structure of a neotropical savanna bat community. **Journal of Mammalogy**, 83(3): 775-784.
- ALTRINGHAM, J.D. 2011. **Bats: From Evolution to Conservation**. New York, Oxford University Press. 324p.
- BERGALLO, H.G.; ESBÉRARD, C.E.L.; MELLO, M.A.R.; LINS, V.; MANGOLIN, R.; MELO, G.G.S. & BAPTISTA, M. 2003. Bat species richness in Atlantic Forest: What is the Minimum Sampling effort? **Biotropica**, 35(2): 278-288.
- BERNARD, E. & FENTON, M.B. 2007. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. **Biological Conservation**, 34: 332-343.
- BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 17: 115-126.
- BERNARD, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bats species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(1): 173-188.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L.M.S. & MACHADO, R.B. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mammal Review**, 41(1): 23-39.
- CARRERA-E, J.P. 2003. **Distribución de murciélagos (Chiroptera) através de un gradiente altitudinal em las distribuciones orientales de los**

- Andes ecuatorianos.** Dissertação de Mestrado, da Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 50p.
- DIAS, D.; ESBÉRARD, C.E.L. & MORATELLI, R. 2013. A new species of *Lonchophylla* (Chiroptera, Phyllostomidae) from the Atlantic Forest of southeastern Brazil, with comment on *L. bokermanni*. **Zootaxa**, 3722(3): 347-360.
- ESBÉRARD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. 2008. Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 25(1): 67-73.
- ESBÉRARD, C.E.L. 2003. Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootaxia**, 5(2): 189-204.
- FINDLEY, J.S. 1976. The Structure of Bat Communities. **The American Naturalist**, 110(971): 129-139.
- FLEMING, T.H.; HOOPER E.T. & WILSON D.E. 1972. Three central American bat communities: Structure, reproductive cycles and movement patterns. **Ecology**, 53(4): 555-569.
- GOMES, L.A.C.; PIRES, A.S.; MARTINS, M.A.; LOURENÇO, E.C. & PERACCHI, A.L. 2014. Species composition and seasonal variation in abundance of Phyllostomidae bats (Chiroptera) in na Atlantic Forest remnant, southeastern Brazil. **Mammalia**, 29: 1-8.
- GOODMAN, S.M.; RAMASINDRAZANA, B.; NAUGHTON K.M. & APPLETON, B. 2015. Description of a new species of the *Miniopterus aelleni* group (Chiroptera: Miniopteridae) from upland areas of central and northern Madagascar. **Zootaxa**, 3936(4): 538-558.

- HEITHAUS, E.R.; FLEMING T.H. & OPLER P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal Tropical Forest. **Ecology**, 56(4): 841-854.
- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. **Zoology**, 111: 281-297.
- LIM, B.K.; ENGSTROM, M.D.; REID, F.A.; SOMINS, N.B.; VOSS, R.S. & FLECK, D.W. 2010. A new species of *Peropteryx* (Chiroptera: Emballonuridae) from Western Amazonia with comments on Phylogenetic Relationships within the genus. **American Museum Novitates**, 3686: 1-20.
- LOU, S. & YURRITA C.L. 2005. Análisis de nicho alimentario em lacomunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. **Acta Zoológica Mexicana**, 21(1): 83-94.
- LYONS, S.K. & WILLIG, M.R. 2002. Species richness, latitude, and scale-sensitivity. **Ecology**, 83(1): 47-58.
- MARINHO-FILHO, J. & SAZIMA, I. 1989. Activity patterns of six phyllostomid bats species in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 49(3): 777-782.
- MELLO, M.A.R. 2009. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Oecologica**, 35: 280-286.
- MILNE, D.J.; FISHER, A.; RAINEY, I. & PAVEY, C.R. 2005. Temporal patterns of bats in the top end of the northern territory, Australia. **Journal of Mammalogy**, 86(5): 909-920.
- MONTIEL, S.; ESTRADA, A. & LEÓN, P. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species



- richness, diversity and spatio temporal dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 267-276.
- MORATELLI, R. & DIAS D. 2015. A new species of nectar-feeding bat, genus *Lonchophylla*, from the Caatinga of Brazil (Chiroptera, Phyllostomidae). **ZooKeys**, 514: 73-91.
- MORATELLI, R. & WILSON, D.E. 2014. A new species of *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) from Bolivia. **Journal of Mammalogy**, 95(4): 17-25.
- MULLER, M.F. & REIS, N.R. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera; Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 9(3-4): 223-233.
- NOGUEIRA, M.R.; LIMA, I.P.; PERACCHI, A.L. & SIMONS N.B. 2012. New genus and Species of nectar-feeding bat from the Atlantic Forest of Southeastern Brazil (Chiroptera: Phyllostomidae: Glossophaginae). **American Museum Novitates**, 3747: 1-30.
- NOWAK, R.M. 1994. **Bats of the World**. Printed in the United States of America on acid-free paper. 5ed. 286p.
- ORTENCIO-FILHO H.; REIS N. R. & MINTE-VERA, C.V. 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stationnal semidecidual forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 70(4): 937-945.
- ORTENCIO-FILHO, H.; LACHER JR. T.E. & RODRIGUES, L.C. 2014. Seasonal patterns in community composition of bats in forest fragments of the Alto Rio Paraná, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 14(34): 1-11.

- PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, C.M.; MENDES, S.L.; TAVARES, V.C.; MITTERMEIER, R.A. & PATTON, J.L. 2012. Lista Anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**, 6: 1-76.
- PATTERSON, B.D. 1996. Distributions of bats along an elevational gradient in the Andes of South-Eastern Peru. **The Zoological Society of London**, 240: 637-658.
- PEDRO, W.A & TADDEI, V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, 6: 3-21.
- PEDRO, W.A. & TADDEI, V.A. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(3): 951-954.
- PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; REIS, N.R.; NOGUEIRA, M. & ORTENCIO FILHO, H. 2012. Ordem Chiroptera. p.155-234. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. 2ed. Londrina, Nélío Roberto dos Reis.
- PIANKA, E.R. 1996. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **The American Naturalist**, 100(910): 33-46.
- REIS, N.R. 1984. Estrutura da comunidade de morcegos da região de Manaus. Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia**, 44(3): 247-254.

- ROCHA, P.A.; RUIZ-ESPARZA, J.; RIBEIRO, A.S. & FERRARI, S.F. 2015. Species diversity and seasonal variation in the composition of a bat community in the semi-arid brazilian caatinga. **Acta Scientiarum**, 37(2): 197-203.
- SILVA, A.G.; GAONA O. & MEDELLÍN R.A. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. **Journal of Mammalogy**, 89(1): 43-49.
- SOISOOK, P.; PRAJAKJITR, A.; KARAPAN, S.; FRANCIS, C.M. & BATES, P.J.J. 2015. A new genus and species of false vampire (Chiroptera: Megadermatidae) from peninsular Thailand. **Zootaxa**, 3931(4): 528-550.
- TEELING, E.C.; SPRINGER, M.S.; MADSEN, O.; BATES, P.; O'BRIEN, S.J.; & MURPHY, W.J. 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. **Science**, 307: 580-584.
- TRAJANO, E. 1996. Movements of Cave Bats in Southeastern Brazil, with Emphasis on the Population Ecology of the Common Vampire Bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). **Biotropica**, 28(1): 121-129.
- WEINBEER, M. & KALKO, E.K.V. 2004. Morphological characteristic predict alternate foraging strategy and microhabitat selection in the orange-bellied bat, *Lamproncycteris brachyotis*. **Journal of Mammalogy**, 85(6): 1116-1123.
- WILLIG, M.R. & LYONS, S.K. 1998. An analytical model of latitudinal gradients of species richness with an empirical test for marsupials and bats in the New World. **Oikos**, 81: 93-98.
- WILLIG, R.M. & SELCER, W.K. 1989. Bat species density gradients in the New World: a statistical assessment. **Journal of Biogeography** 16: 189-195.

- WILSON, D.E. & REEDER, D.A.M. 2005. **Mammal species of the world.**A taxonomic and geographic reference. Johns Hopkins University Press, p.p2.142. Disponível em: <http://www.bucknell.edu/msw3/>.
- WU, Y. & THONG, V.D. 2011. A new species of *Rhinolophus* (Chiroptera: Rhinolophidae) from China. **Zoological Science**, 28(3): 235-241.

## **OBJETIVOS GERAIS DA TESE**

A presente tese tem como objetivo geral, compreender como aspectos de morfologia alar, variação mensal na abundância e variação na taxa de captura horária estão relacionados ou variam com estrutura vertical de uma assembleia de morcegos, no litoral norte do estado do Paraná. Essas características são abordadas nos quatro capítulos que compõem a presente tese, sendo que, no capítulo 1 é feita a descrição da estrutura vertical da assembleia amostrada, comparando-se atributos de riqueza, diversidade e abundância. No capítulo 2 é analisado se as espécies amostradas apresentam morfologia de asas semelhantes e se há relação entre a morfologia da asa e a abundância dos morcegos nos diferentes estratos. No capítulo 3 é analisada a variação mensal na abundância das guildas dos morcegos frugívoros nos diferentes estratos, onde é testado se aspectos abióticos (temperatura e precipitação) e bióticos (disponibilidade de frutos imaturos e maduros) possuem correlação com a ocorrência dessas variações. Por fim, no capítulo 4 é analisada a frequência de captura horária das guildas de morcegos filostomídeos na área de estudo, e se existe diferença na comparação entre os três estratos.

## **Capítulo 1**

### **CAPÍTULO 1. ESTRUTURA VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO LITORAL NORTE DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

## RESUMO

A estruturação vertical das assembleias de morcegos é um importante fator de promoção de diversidade, todavia, poucos estudos descrevem essa característica para morcegos neotropicais. No presente estudo foi analisada a estrutura vertical de uma assembleia de morcegos, em ambiente de Mata Atlântica, na região sul do Brasil. Amostragens mensais foram realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais (subosque, subdossel e dossel). A captura dos morcegos foi realizada com 18 redes de neblina (seis em cada estrato), abertas por seis horas após início do crepúsculo. A estrutura vertical da assembleia foi descrita com base em atributos de riqueza, diversidade ( $H'$ ), abundância e índice de predominância no estrato. A comparação do índice de diversidade entre estratos, foi realizada por ANOVA e a comparação da abundância pela função "ADONIS". Foram obtidas 1.200 capturas, de duas famílias e 25 espécies. Os valores de riqueza e diversidade foram semelhantes entre os três estratos. O subosque comportou o maior número de espécies predominantes ( $n = 9$  spp.), seguido pelo dossel ( $n = 5$  spp.) e subdossel ( $n = 2$  spp.). A abundância das espécies diferiu entre os estratos ( $F_{[2;159]} = 25,17$ ;  $p < 0,001$ ), havendo diferenças nas comparações entre subosque e dossel ( $p = 0,016$ ). O padrão de estruturação vertical observado no presente estudo difere da maioria dos estudos já realizados, onde geralmente é observada maior riqueza e diversidade nos estratos superiores. A abundância e predominância das espécies nos diferentes estratos, provavelmente reflete dieta, utilização de abrigos e áreas de deslocamento.

**Palavras-chaves:** Diversidade; estratificação; estratos florestais; Phyllostomidae; Vespertilionidae.

## ABSTRACT

Although vertical structuration of bat assemblages is an important factor to diversity promotion, few studies describe it as a characteristic of neotropical bats. Herein, vertical structuration of bat assemblages was analysed in an Atlantic Forest environment, in southern Brazil. Samplings were carried out monthly, from September 2013 to August 2014, in three forest strata (understory, sub-canopy and canopy). Bats were captured with 18 mist-nets (6 each stratum), opened over six hours after dusk. Vertical structure of bat assemblage was described based on richness, diversity ( $H'$ ), abundance and index of stratum predominance. I applied ANOVA to compare diversity indexes among strata and ADONIS to compare abundance. Samplings resulted in 1.200 captures, two families and 25 species. Diversity and richness values were similar among strata. Understory had the greatest number of predominant species ( $n = 9$  spp.), followed by canopy ( $n = 5$  spp.) and sub-canopy ( $n = 2$  spp.). Species abundance differed among strata ( $F_{[2;159]} = 25.17$ ;  $p < 0.001$ ), only for understory and canopy ( $p = 0.016$ ). The pattern of vertical structuration observed in this study differs from others, those generally describe a great richness and diversity in upper strata. The abundance and species predominance in different strata probably reflects diet, shelter utilization and displacement areas.

**Keywords:** Diversity; stratification; forest strata; Phyllostomidae; Vespertilionidae.



## INTRODUÇÃO

A evolução de um sofisticado sistema de ecolocalização, associado ao desenvolvimento do voo são apontados como inovações chaves na evolução de Chiroptera, as quais podem ter favorecido alta diversidade taxonômica e ecológica desta ordem (KALKO 1998). Isso tem intrigado os pesquisadores, que buscam compreender quais fatores permitem e/ou facilitam a coexistência desta fauna tão diversificada (PATTERSON 1996). Para entender essa questão, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com enfoque na estrutura das assembleias de morcegos (FLEMING *et al.* 1972; HEITHAUS *et al.* 1975; PEDRO & TADDEI 1997; BERNARD 2001; AGUIRRE 2002; ESBÉRARD 2003; LOU & YURRITA 2004; BERNARD & FENTON 2007; SILVA *et al.* 2008).

Morcegos são os únicos mamíferos que se locomovem pelo voo verdadeiro, e seu método de locomoção mostra-se sensível as variações na complexibilidade da estrutura do habitat (MCENZIE & ROLFE 1986), sendo que, esta sensibilidade pode se refletir nos padrões verticais de utilização do habitat (BRADSHAW 1996). Sendo assim, a estratificação vertical do ambiente pode ser uma variável a ser explorada, podendo os movimentos verticais entre estratos se tornarem vantajosos (BRADSHAW 1996), tanto para o forrageamento quanto para manutenção da alta diversidade.

Apesar de compor elemento importante na estruturação das assembleias de morcegos, quando comparado com outras linhas de pesquisa, poucos são os estudos que tem analisado a estruturação vertical das assembleias, o que pode estar relacionado à dificuldade logística para se amostrar esses ambientes (LOWMAN & WITTMAN 1996). No Brasil, os estudos com esse enfoque foram desenvolvidos na região amazônica (BERNARD 2001;

KALKO & HANDLEY 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; PEREIRA *et al.* 2010) e na Mata Atlântica, aonde apenas três estudos foram publicados, sendo todos no extremo sul do Brasil (WEBER *et al.* 2011; CARVALHO *et al.* 2013; PIRES *et al.* 2013).

Apesar da pouca informação disponível, estudos realizados em diversas regiões, demonstram a existência de diferenças verticais na composição das assembleias (FRANCIS 1994; ZUBAID 1994; BERNARD 2001; LIM & ENGSTROM 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; HENRY *et al.* 2004; HODGKISON *et al.* 2004; REX *et al.* 2008; PEREIRA *et al.* 2010; CARVALHO *et al.* 2013). Essas diferenças fazem com que algumas espécies sejam consideradas especialistas de dossel, subdossel, subosque ou generalistas quanto a ocupação dos estratos (FLEMING *et al.* 1972; KALKO & HANDLEY 2001), o que pode ser relacionado a atributos como: dieta, modo de forrageamento, utilização de abrigos, tipo de ecolocalização e morfologia das asas (FRANCIS 1994; FENTON 1997; SCHNITZLER & KALKO 1998).

A estruturação vertical da vegetação, também é outro aspecto que pode influenciar os padrões de utilização dos estratos pelos morcegos (HAYES & GRUVER 2000). Sendo assim, é possível que assembleias que ocorram em ambientes como diferenças estruturais, apresentem diferentes padrões de estratificação. Por exemplo, em ambientes amazônicos, aonde o dossel atinge até 50 metros de altura, observa-se marcada estratificação vertical das assembleias (BERNARD 2001; KALKO & HANDLEY 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; PEREIRA *et al.* 2010), com o dossel sendo sempre o estrato mais diverso. Já para a Mata Atlântica, aonde o dossel atinge aproximadamente 25 metros, os dados sugerem que a estratificação vertical das assembleias possa ser menos

pronunciada ou ausente em algumas localidades (ex.: WEBER *et al.* 2011; CARVALHO *et al.* 2013; PIRES & FABIAN 2013). Para o bioma Mata Atlântica, o qual ao longo de sua área de abrangência, apresenta diferentes subformações com características estruturais distintas (ex.: IBGE 2012), pouco se conhece sobre utilização vertical do espaço pelos morcegos. No presente é analisada a estrutura vertical de uma assembleia de morcegos, em ambiente de Mata Atlântica na região sul do Brasil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (RNSM), localizada no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná (25°09'98"S e 48°17'90"W - Figura 1). Segundo classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cfa*, o qual é caracterizado por verões quentes, sem estação seca definida. Segundo critérios fitogeográficos, a área insere-se no bioma Mata Atlântica (IBGE 2012). Com base nos dados coletados na estação meteorológica da RNSM, a temperatura anual média da área é de 21°C, sendo, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais quentes, em contrapartida, junho, julho e agosto correspondem aos mais frios.

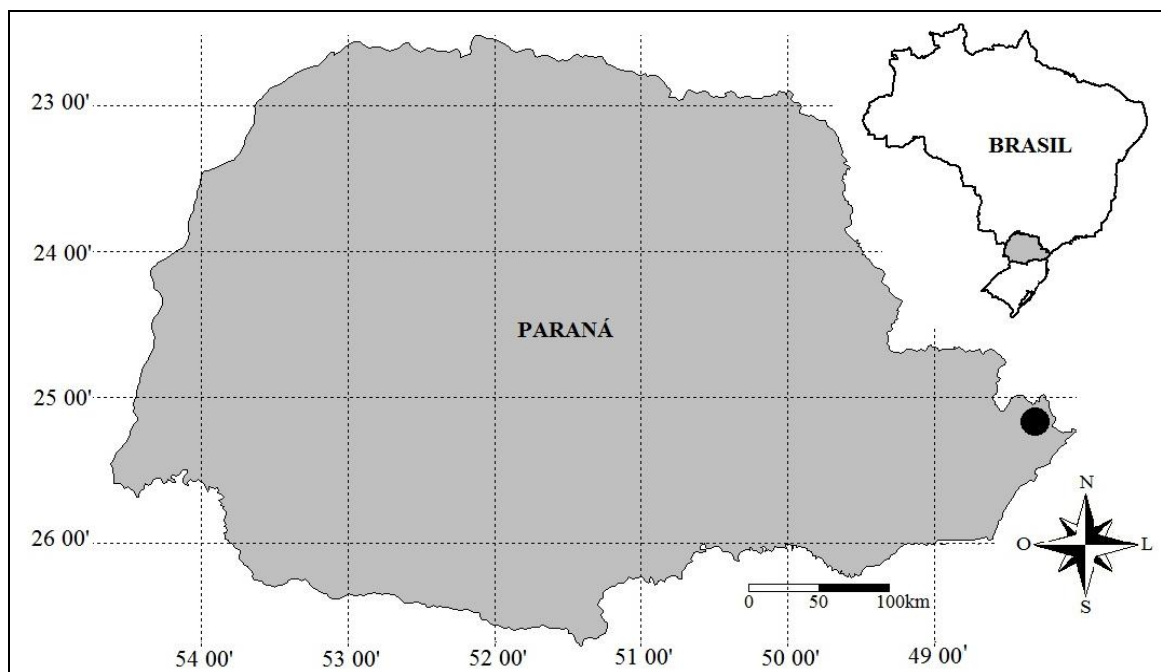


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo ( ● ) na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná.

A RNSM possui área de 2.340 ha, estando inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba (STRAUBE & URBEN-FILHO 2005), que abrange 282.444 ha (SISBIO, 2015). A região inclui o maior remanescente contínuo do Bioma Mata Atlântica do Brasil. Devido ao histórico de colonização da região, a vegetação da RNSM abrange desde áreas com vegetação secundária inicial, até ambientes com vegetação em estágio avançado de regeneração, sendo que, para o presente estudo, as amostragens foram realizadas em vegetação secundária, com dossel atingindo 12 e 25 metros de altura e na subformação de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

### **Protocolo de amostragem**

O trabalho de campo foi realizado entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Para a captura dos morcegos foram instaladas redes de neblina em três ambientes: Subosque (SB), ambiente formado por vegetação de porte

herbáceo e arbustivo, com altura máxima de até três metros em relação ao nível do solo; Subdossel (SD), ambiente com vegetação de porte arbustivo e arbóreo, com altura entre quatro e oito metros e; Dossel (DO), ambiente com vegetação de porte arbóreo, com altura superior a 10 metros.

Para cada ambiente, em cada noite de amostragem foram instaladas seis redes de neblina (uma rede de 12 x 2,5 m; três redes de 9 x 2,5 m; duas de 6 x 2,5 m - todas da marca Avinet com malha de 36 mm), as quais permaneceram abertas por seis horas após início de crepúsculo, sendo revisadas em intervalos máximos de 20 minutos. O esforço amostral para cada estrato foi de 52.020 m<sup>2</sup>.h, o qual foi calculado segundo protocolo descrito por STRAUBE & BIANCONI (2002). A licença para realização do estudo foi concedida pelo SISBIO sob o número 36103-3.

Os morcegos capturados foram alocados em sacos individuais de algodão, etiquetados com o respectivo estrato e horário de captura e encaminhados para base de campo, onde foram identificados, realizada biometria, realizada a marcação com anilhas metálicas numeradas e posterior soltura nos mesmos locais onde ocorreram as capturas. A identificação taxonômica dos indivíduos seguiu BARQUEZ *et al.* (1999), WILLIAMS & GENOWAYS (2008), GARDNER (2008a, b e c), MIRANDA *et al.* (2011) e VELAZCO & SIMMONS (2011).

### **Análise dos dados**

A comparação entre os estratos foi baseada em atributos de riqueza, diversidade e abundância. A suficiência amostral para cada estrato foi analisada por curvas de rarefação. Como métrica de diversidade foi utilizado o

índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), o qual foi calculado pelo software EstimateS 9.10 (COLWELL 2013), com base em 1.000 randomizações. A comparação da estimativa de diversidade entre os três estratos, foi realizada por uma Análise de Variância (ANOVA), utilizando cada noite de amostragem como uma unidade amostral.

A comparação da abundância entre os estratos foi realizada somente para as espécies com sete ou mais capturas, diminuindo-se assim, o efeito das espécies pouco frequentes na análise. A influência da estratificação vertical sobre a abundância foi analisada com auxílio da função "ADONIS". A matriz de distância entre espécies foi produzida com a função "betadiver" utilizando o índice "r" de diversidade Beta. A função "ADONIS" permite realizar a partição da variabilidade (dissimilaridade) na matriz de espécies com grande robustez, visto que a estatística do teste não possui sensibilidade à heterogeneidade dos dados. As análises foram realizadas no software "R", versão 3.0.

Para visualizar o padrão de distribuição geral da abundância nos três estratos foi utilizado o ranking de abundância de Whittaker (KREBS 1999). Para cada espécie foi calculado também o índice de predominância no estrato (I.P.E), o qual é dado pela fórmula:  $I.P.E = (N_T \times 100) / (N_{SB} + N_{SD} + N_D)$  onde:  $N_T$  = número de captura no estrato "x";  $N_{SB}$  = número de captura no subosque;  $N_{SD}$  = Número de captura no subdossel e;  $N_D$  = número de captura no dossel. As espécies foram classificadas como predominantes no respectivo estrato, quando o valor de I.P.E foi maior que 50, seguindo-se protocolo descrito por HENRY *et al.* (2004).

## RESULTADOS

Em 68 noites de amostragens foram obtidas 1.200 capturas, abrangendo duas famílias, 18 gêneros e 25 espécies (Tabela 1). Phyllostomidae foi a família dominante em termos de número de capturas (98% da amostra) e riqueza (20 espécies), quando comparado a Vespertilionidae (2% da amostra e cinco espécies) (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies, número de captura, Índice de Predominância no Estrato (I.P.E) e riqueza, para amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais em ambiente de Mata Atlântica, na RNSM no litoral norte do estado do Paraná, onde: N = somatório de captura da espécie no estrato; NT = somatório de captura da espécie nos três estratos; I.P.E = Índice de Predominância por Estrato.

TÁXONS	SB		SD		DO		NT
	N	I.P.E.	N	I.P.E.	N	I.P.E.	
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>							
<b>Carollinae</b>							
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	133	80	28	17	6	4	167
<b>Desmodontinae</b>							
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	2	100	-	-	-	-	2
<b>Glossophaginae</b>							
<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	27	62	13	29	4	9	44
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	3	17	7	39	8	44	18
<b>Phyllostominae</b>							
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	-	-	-	-	1	100	1
<i>Mimon bennettii</i> (Gray, 1838)	2	100	-	-	-	-	2
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	7	100	-	-	-	-	7
<b>Glyphonycterinae</b>							
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> Thomas, 1896	-	-	1	50	1	50	2
<b>Micronycterinae</b>							
<i>Lampronnycteris brachyotis</i> (Dobson, 1879)	-	-	1	25	3	75	4
<b>Stenodermatinae</b>							
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	26	21	64	51	35	28	125
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	35	14	115	47	98	39	248
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	60	30	92	46	48	24	200

<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	-	-	2	18	9	82	11
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	33	59	17	29	7	13	57
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	9	23	17	43	14	35	40
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	-	-	3	38	5	63	8
<i>Sturnira liliium</i> (É. Geoffroy, 1810)	33	33	42	43	24	25	99
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	85	73	21	18	11	9	117
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	5	26	6	32	8	42	19
<i>Vampyroides caraccioli</i> (Thomas, 1889)	1	50	1	50	-	-	2
<b>VESPERTILIONIDAE</b>							
<b>Myotinae</b>							
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	4	71	2	29	-	-	6
<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	7	58	-	-	4	42	11
<i>Myotis ruber</i> (É. Geoffroy, 1806)	-	-	5	71	3	29	8
<b>Vespertilioninae</b>							
<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	-	-	-	-	1	100	1
<i>Eptesicus diminutus</i> Osgood, 1915	1	100	-	-	-	-	1
<b>Total de capturas</b>	<b>473</b>		<b>437</b>		<b>290</b>		<b>1200</b>
<b>Riqueza total</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>19</b>		<b>25</b>

As curvas de acumulação de espécies, para os três estratos, demonstram tendência a assíntota (Figura 2). Ao nível de SB ocorreram 473 capturas (40% da amostra) de 13 gêneros e 18 espécies, das quais *A. caudifer*, *C. perspicillata*, *D. cinerea*, *D. rotundus*, *E. diminutus*, *M. bennettii*, *M. nigricans*, *M. riparius*, *S. tildae* e *T. cirrhosus* foram predominantes nesse estrato. A diversidade para o SB foi de 2,213. No SD ocorreram 437 capturas (36% da amostra), também de 18 espécies e 13 gêneros, sendo que, *A. fimbriatus* e *M. ruber* foram capturadas predominantemente nesse estrato. A diversidade para o estrato foi de 2,162. Por fim, no DO ocorreram 290 capturas (24% da amostra), de 13 gêneros e 19 espécies das quais *C. doriae*, *C. auritus*, *E. brasiliensis*, *L. brachyotis* e *P. bilabiatum* foram capturadas predominantemente neste estrato (Tabela 1). A diversidade para esse estrato foi de 2,212. Os três



estratos apresentaram valores de diversidade semelhantes, não havendo diferença na comparação entre eles ( $F_{[2;201]}=1,88$ ;  $p = 0,154$ ).

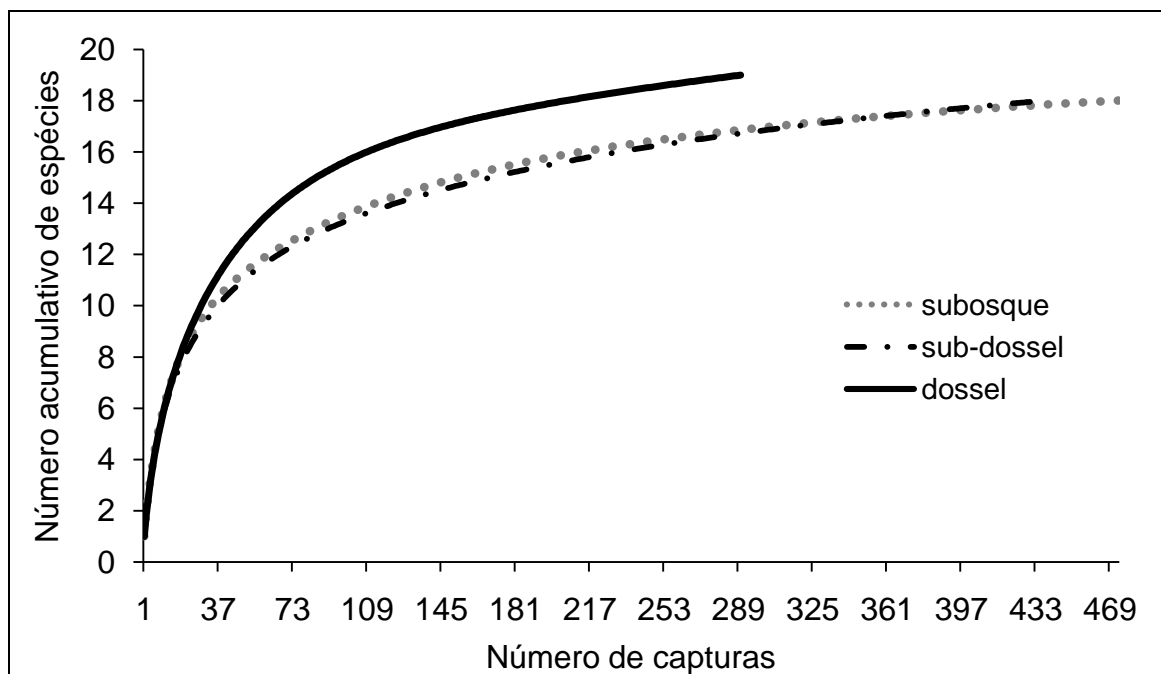


Figura 2. Curvas de acumulação de espécies construídas pelo método de rarefação para amostragem realizada ao nível de subosque, subdossel e dossel, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Em termos de abundância relativa houve diferença na comparação entre os estratos ( $F_{[2;159]} = 25,17$ ;  $p < 0,001$  - Tabela 2), sendo que, na comparação *post-hoc* do teste ADONIS, se observa diferença na abundância das espécies somente na comparação entre subosque e dossel (Tabela 3). O padrão geral de abundância observado nos três estratos foi semelhante (Figura 3).

Tabela 2. Resultados da comparação pelo teste ADONIS, para abundância relativa das espécies registradas nos três estratos, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Fonte de Variação	gl	Soma dos quadrados	QM	R <sup>2</sup>	F	p
Estrato	2	5,039	2,519	0,24	25,17	< 0,0001
Resíduos	159	15,916	0,100	0,76		
Total	161	20,955	1,000	1,000		

Tabela 3. Comparação *post-hoc* do teste de ADONIS comparando a abundância das espécies entre os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Comparações entre estratos	Dif.	Inf.	Sup.	p
SB x SD	-0,039	-0,102	0,025	0,321
SB x DO	-0,077	-0,142	-0,012	0,016
SD x DO	-0,038	-0,105	0,029	0,368

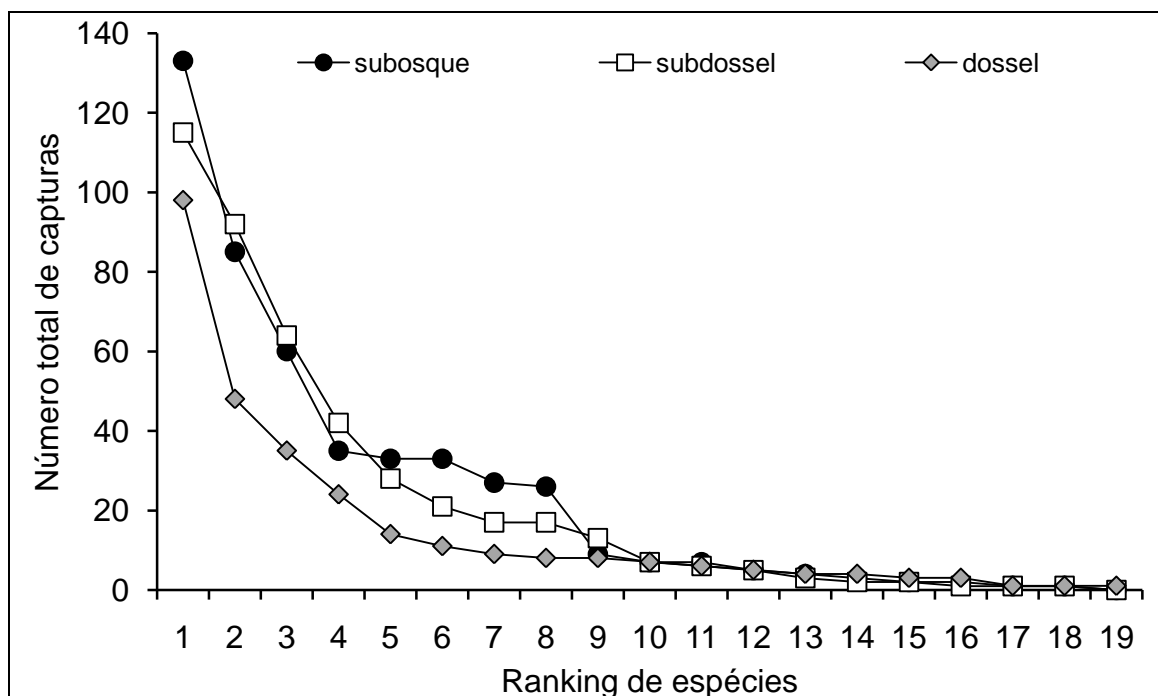


Figura 3. Ranking de abundância de Whittaker observado para os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

## DISCUSSÃO

Os dados demonstram que a estruturação vertical da assembleia amostrada, foi determinada pela variação na abundância das espécies. Isso sugere que os táxons utilizaram com maior frequência determinados estratos (BERNARD 2001; HENRY *et al.* 2004; REX *et al.* 2008), o que pode estar associado com a disponibilidade de alimento e abrigos nesses ambientes (FRANCIS 1994; PEREIRA *et al.* 2010). Essa hipótese corrobora a predominância de algumas das espécies por determinados estratos. Por exemplo, *C. perspicillata*, *M. bennettii*, *T. cirrhosus* e *A. caudifer*, foram capturadas predominantemente no SB, estrato no qual essas espécies obtêm alimento e abrigo (KALKO *et al.* 1999; CRAMER *et al.* 2001; MELLO *et al.* 2004; NOGUEIRA *et al.* 2007; CARVALHO *et al.* 2008; BARROS *et al.* 2013). Já para o gênero *Myotis*, o qual composto principalmente por morcegos insetívoros aéreos (BIANCONI *et al.* 2007), para duas das três espécies registradas, a predominância ocorreu ao nível do SB, o que está de acordo com os padrões de forrageamento destes morcegos, onde se observa que o SB é o estrato mais utilizado (HAYES & GRUVER 2000) e também aonde encontram abrigo, principalmente em cavernas (ex.: BREDT *et al.* 1999; ARNONE & PASSOS 2007).

Para os dois estratos superiores, a maioria das espécies capturadas predominantemente nesses estratos pertencem à subfamília Stenodermatinae, como observado também em outras localidades (BERNARD 2001; DRUMONT 2003; PEREIRA *et al.* 2010). Estas espécies apresentam dietas compostas principalmente por frutos de *Ficus* e *Cecropia* (ex.: PERACCHI *et al.* 2011), os quais estão disponíveis principalmente no DO. Além de Stenodermatinae, espécies de outras subfamílias, como *L. brachyotis*, *G. sylvestris* e *M. ruber*

também foram predominantes no SD ou DO. Estes táxons, ao menos para a subformação de Floresta Ombrófila Densa e em estudos com amostragens restritas ao subosque, são classificadas como raras (ex.: SEKIAMA *et al.* 2001; ESBÉRARD 2003; FARIA 2006; DIAS & PERACCHI 2008).

Em termos de padrão geral de abundância, cada estrato comportou poucas espécies abundantes, com a grande maioria sendo rara. Essa é uma característica comum à diversas assembleias de morcegos (ex.: KALKO 1998; AGUIRRE 2002; ESBÉRARD 2003; MARTINS *et al.* 2006; MONTIEL *et al.* 2006). Essa característica, também é observada na comparação dos padrões de abundância de morcegos em diferentes estratos (KALKO & HANDLEY 2001), todavia, as espécies mais abundantes em cada ambiente podem diferir (COSSON 1995) fazendo com que, cada estrato possa representar uma assembleia distinta dentro de uma comunidade. Essa interpretação tem uma implicação para o entendimento dos padrões de abundância das espécies de morcegos, uma vez que, o principal método de amostragem se restringe a redes de neblina instaladas ao nível do solo (KUNZ & KURTA 1988; PERACCHI *et al.* 2010).

Os valores de riqueza e diversidade foram semelhantes entre os três estratos, não havendo padrão de estruturação vertical para esses atributos. Essa característica difere dos estudos realizados em ambiente amazônico, aonde esses atributos diferenciam os estratos (BERNARD 2001; KALKO & HANDLEY 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; PEREIRA *et al.* 2010). Já na Mata Atlântica, se observa tanto a ocorrência de estruturação vertical influenciada pela riqueza e diversidade (CARVALHO *et al.* 2013), quanto ausência desta característica (WEBER *et al.* 2011; PIRES & FABIÁN 2013). Essa diferença entre os estratos,

pode estar associada a estrutura da vegetação (HAYES & GRUVER 2000; PEREIRA *et al.* 2010). Em ambientes como maior separação entre o estrato superior e inferior (amazônico), a riqueza e diversidade tendem a diferir, já em ambientes aonde os estratos estão mais próximos (Mata Atlântica), pode não haver diferença para esses atributos.

Mesmo com riqueza semelhante, nenhum dos três estratos, comportou o número total de espécies registradas. Amostragens restritas somente a um estrato florestal, fornecem uma visão incompleta da fauna de morcegos de uma dada área (BERNARD 2001; CARVALHO *et al.* 2013). Generalizações feitas somente com base em dados coletados ao nível do subosque, podem resultar em dados não precisos (LOWMAN & WITTMAN 1996), ou até subestimar a riqueza e diversidade de certas áreas. Um exemplo prático pode ser visto no litoral do Paraná, região que foi considerada bem amostrada utilizando-se somente estudos com redes instaladas ao nível do subosque (MIRETZKI 2003). Entretanto, com a utilização de redes em diferentes estratos nessa mesma região, nos últimos anos, quatro espécies tiveram o primeiro registro de ocorrência reportados no Estado (SCULTORI *et al.* 2009a; b; c; CARVALHO *et al.* 2014). Isso demonstra que, mesmo regiões onde um esforço amostral grande já fora desenvolvido, como é o caso do litoral norte do Paraná, podem estar ainda sub-amostradas (VARZINCZAK *et al.* 2015), principalmente, se não forem realizadas amostragens em diferentes estratos.

Atualmente, 69 espécies possuem registros confirmados no Paraná (BIANCONI *et al.* 2009; SCULTORI *et al.* 2009a, b, c; PASSOS *et al.* 2010, MORATELLI *et al.* 2011; CARVALHO *et al.* 2014), portanto, a riqueza total observada no presente estudo corresponde a 36% da quiropterofauna do

Estado. Considerando que as amostragens abrangeram 12 meses, e realizadas em uma única área, esta representatividade pode ser considerada alta. Trabalhos com estas características no Paraná tendem a registrar riqueza oscilando entre 10 a 15 espécies (ex.: REIS & MULLER 1995; BIANCONI *et al.* 2004; REIS *et al.* 2006; GALLO *et al.* 2010; GAZARINI & PEDRO 2013), demonstrando que, mesmo em estudos de curta duração, quando amostrados diferentes estratos tendem a ser mais representativos (BERNARD 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; CARVALHO *et al.* 2013).

Devido a grande variação na estrutura dos ambientes dos cinco grandes biomas brasileiros, compreender como atributos de riqueza, diversidade e abundância estão estruturados verticalmente nas assembleias, é de fundamental importância para compreender como esse grupo tão diverso, partilha e utiliza o espaço dentro dos ambientes florestais. Além disso, parâmetros de estrutura vegetacional e características eco-morfológicas dos morcegos são abordagens interessantes a serem realizadas em estudos futuros sobre estrutura vertical de morcegos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza pelo apoio logístico e financeiro ao projeto. A todos os funcionários e estagiários da RNSM. A Viviane Mottin, Jaqueline Duarte, Jennifer Barros, João Antônio de Bittencurt Vitto, Luana Almeida Pereira e Flávia Carvalho pelo auxílio durante a coleta dos dados. Ao CNPQ pela bolsa de doutorado cedida a F. Carvalho.

## REFERENCIAS

- AGUIRRE, L.F. 2002. Structure of a neotropical savanna bat community. **Journal of Mammalogy**, 83(3): 775-784.
- ARNONE, I.S. & PASSOS, F.C. 2007. Estrutura de comunidade da quiropterofauna (Mammalia, Chiroptera) do Parque Estadual de Campinhos, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24(3): 573-581.
- BARQUEZ, R.M.; MARES M.A. & BRAUN J.K. 1999. Bats of Argentina. **Special Publications Museum of Texas Tech University** 42: 1-275.
- BARROS, M.A.S.; RUI, A.M. & FABIAN, M.E. 2013. Seasonal variation in the diet of the bat *Anoura caudifer* (Phyllostomidae; Glossophaginae) at the southern limit of its geographic range. **Acta Chiropterologica**, 15(1): 77-84.
- BERNARD, E. & FENTON M.B. 2007. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. **Biological Conservation**, 34: 332-343.
- BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 17: 115-126.
- BIANCONI, G. & PEDRO W.A. 2007. Família Vespertilionidae, p.167-195. In: REIS N. R.; A.L. PERACCHI, W.A. PEDRO & I.P. LIMA (Ed) **Morcegos do Brasil**. Londrina, Universidade Estadual de Londrina 1+253p.
- BIANCONI, G.V.; GREGORIN R. & CARNEIRO D.C. 2009. Range extension of the Peale's Free-tailed bat *Nyctinomops aurispinosus* (Molossidae) in Brazil. **Biota Neotropica**, 9(2): 267-270.
- BIANCONI, G.V.; MIKICH, S.B. & PEDRO, W.A. 2004. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de

Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(4): 943-954.

BRADSHAW, P.A. 1996. **The physical nature of vertical forest habitat and its importance in shaping bat species assemblage**. Pp.199-212. In: BARCLAY R.M.R. & BRIGHAM R.M. (eds). Bats and forests symposium. British Columbia Ministry of Forests, Victoria, 1+292p.

BREDT, A.; UIEDA, W. & MAGALHÃES, E.D. 1999. Morcegos carvenículas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(3): 731-770.

CARVALHO, F.; CRUZ-NETO, A.P. & ZOCHE, J.J. 2008. Ampliação da distribuição e descrição da dieta de *Mimon bennettii* (Phyllostomidae: Phyllostominae) no sul do Brasil. **Chiroptera Neotropical**, 14(2): 403-407.

CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. **Zoologia**, 30(5): 491-498.

CARVALHO, F.; MOTTIN, V.; MIRANDA, J.M.D. & PASSOS, F.C. 2014. First record of *Vampyrodes caraccioli* (Thomas, 1889) (Chiroptera Phyllostomidae) for the state of Paraná, and range extension to southern region of Brazil. **Check List**, 10(5): 1189-1194.

COLWELL, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from sample. Version 9.1 Disponível online em: <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>.

COSSON, J.F. 1995. Captures of *Myonictoris torquata* (Chiroptera: Pteropodidae) in forest canopy in South Cameroon. **Biotropica**, 27: 395-396.

CRAMER, M.J.; WILLIG, M.R. & JONES, C. 2001. *Trachops cirrhosus*. **Mammalian Species**, 656: 1-6.



- DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2008. Quirópteros da Reserva Biológica do Tinguá, estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 25(3): 333-369.
- DUMONT, E.R. 2003. Bats and fruit: An Ecomorphological Approach. p.430-492. In: KUNZ T.H. & FENTON M.B. **Bat Ecology**. Chicago and London. The University of Chicago Press. 779p.
- ESBÉRARD, C.E.L. 2003. Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**, 5(2): 189-204.
- FARIA, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 531-542.
- FENTON, M.B. 1997. Science and the conservation of bats. **Journal of Mammalogy**, 78:1-14.
- FLEMING, T.H.; HOOPER E.T. & WILSON D.E. 1972. Three central American bat communities: Structure, reproductive cycles and movement patterns. **Ecology**, 53(4): 555-569.
- FRANCIS, C.M. 1994. Vertical stratification of fruit bats in lowland rain forests of Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, 10: 523-530.
- GALLO, P.H.; REIS, N.R. & ANDRADE, F.R. 2010. Bats (Mammalia: Chiroptera) in native and reforested areas in Rancho Alegre , Paraná, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 58(4): 1311-1322.
- GARDNER, A.L. 2008a. Genus *Chiroderma*. p.321-325. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.

- GARDNER, A.L. 2008b. Genus *Platyrrhinus*. p.329-341. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2008c. Genus *Vampyroides*. p.355-356. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GAZARINI, J. & PEDRO, W.A. 2013. Bats (Mammalia: Chiroptera) in urban fragments of Maringa, Paraná, Brazil. **Check List**, 9(3): 524-527.
- HAYES, J.P. & GRUVER, J.C. 2000. Vertical stratification of bat activity in an Old-Growth Forest in Western, Washington. **Northwest Science**, 74(2): 102-108.
- HEITHAUS, E.R.; FLEMING T.H. & OPLER P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal Tropical Forest. **Ecology**, 56(4): 841-854.
- HENRY, M.; GAUTIER-HION, A. & COLYN, M. 2004. Species composition, abundance and vertical stratification of a bat community (Megachiroptera: Pteropodidae) in a West African rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 20: 21-29.
- HODGKISON, R.; BALDING S.T.; ZUBAID, A. & KUNZ, T.H. 2004. Habitat structure, wing morphology, and the vertical stratification of Malaysian fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae). **Journal of Tropical Ecology**, 20: 667-673.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 274p.

- KALKO, E.K.V. & HANDLEY C.O. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, 153: 319-333.
- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. **Zoology**, 111: 281-297.
- KALKO, E.K.V.; FRIEMEL, D.; HANDLEY, C.O. & SCHNITZLER, H.U. 1999. Roosting and foraging behavior of two neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). **Biotropica**, 31(2): 344-353.
- KUNZ, T.H. & KURTA, A. 1988. Capture methods and holding devices. Pp1-29. In: KUNZ, T.H. (ed). **Ecological and Behavioral methods for studies of bats**. Washington, Smithsonian Institute Press.
- LIM, B.K. & ENGSTROM, M.D. 2001. Bat community structure at Iwokrama Forest, Guyana. **Journal of Tropical Ecology**, 17: 647-665.
- LOU, S. & YURRITA C.L. 2005. Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. **Acta Zoológica Mexicana**, 21(1): 83-94.
- LOWMAN, M.D. & WITTMAN, P.K. 1996. Forest Canopies: Methods, Hypotheses, and Future Directions. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 27: 55-81.
- MARTINS, A.C.M.; BERNARD, E. & GREGORIN, R. 2006. Inventários biológicos rápidos de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em três unidades de conservação do Amapá, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1175-1184.
- MCKENZIE, N.L. & ROLFE J.K. 1986. Structure of bat guilds in the Kimberly mangroves, Australia. **Journal of Animal Ecology**, 55: 401-20.

- MELLO, M.A.R.; SCHITTINI, G.M.; SELIG, P. & BERGALLO, H.G. 2004. Seasonal variation in the diet of the *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**, 68(1): 49-55.
- MIRANDA, J.M.D.; BERNARDI, I.P. & PASSOS, F.C. 2011. **Chave ilustrada para a determinação de morcegos da região sul do Brasil**. Curitiba: João M.D. Miranda. 56p.
- MIRETZKI, M. 2003. Morcegos do Estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. **Papeis Avulsos de Zoologia**, 43(6): 101-138.
- MONTIEL, S.; ESTRADA, A. & LEÓN, P. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio temporal dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 267-276.
- MORATELLI, R. & OLIVEIRA, J.A. 2011. Morphometric and morphological variation in South American populations of *Myotis albescens* (Chiroptera: Vespertilionidae). **Zoologia**, 28(6): 789-802.
- NOGUEIRA, M.R.; PERACCHI, A.L. & MORATELLI, R. 2007. Subfamilia Phyllostominae. p.61-97. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. (Eds.) *Morcegos do Brasil*. Nélío Roberto dos Reis. Londrina. 256p.
- PASSOS, F.C.; MIRANDA J.M.D.; BERNARDI I.P.; KAKU-OLIVEIRA N.Y. & MUNSTER L.C. 2010. Morcegos da Região Sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). **Iheringia**, 100(1): 25-34.

- PATTERSON, B.D. 1996. Distributions of bats along an elevational gradient in the Andes of South-Eastern Peru. **The Zoological Society of London**, 240: 637-658.
- PEDRO, W.A & TADDEI V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, 6: 3-21.
- PERACCHI, A.L. & NOGUEIRA, M.R. 2010. **Métodos de captura de quirópteros em áreas silvestres**. p.42-58. In: Reis, N.R.; PERACCHI, A.L.; ROSSANEIS, B.K. & FREGONEZI, M.N. Técnicas de estudos aplicadas aos mamíferos silvestres brasileiros. Technical Books, Rio de Janeiro.
- PERACCHI, A.L. LIMA, I.P.; REIS, N.R.; NOGUEIRA, M.R. & ORTENCIOFILHO, H. 2011. Ordem Chiroptera. p.155-234. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. Nélío Roberto dos Reis, Londrina. 441p.
- PEREIRA, M.J.R.; MARQUES J.T. & PALMEIRIM J.M. 2010. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. **Current Zoology**, 56(4): 469-478.
- PIRES, D.P.S. & FABIÁN, M.E. 2013. Diversidade, riqueza e estratificação vertical de espécies de morcegos em um remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, 26(4): 121-131.
- REIS, N.R. & MULLER, M.F. 1995. Bat diversity of forests and open areas in a subtropical region of south Brazil. **Ecologia Austral**, 5: 31-36.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; PEDRO, W.A. 2006. Riqueza de morcegos (Mammalia; Chiroptera) em diferentes habitats, na região centro-sul do Paraná, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(3): 813-816.

- REX, K.; KELM D.H.; WIESNER K.; KUNZ T.H. & VOIGT C.C. 2008. Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. **Biological Journal of the Linnean Society**, 94: 617-629.
- SAMPAIO, E.M.; KALKO, E.K.V.; BERNARD E.; RODRIGUÉZ-HERRERA B. & HANDLEY C.O. 2003. A Biodiversity Assessment of Bats (Chiroptera) in a Tropical Lowland Rainforest of Central Amazonia, Including Methodological and Conservation Considerations. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 38(1): 17-31.
- SCULTORI, C.; DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2009a. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Lamproncycteris brachyotis* (Dobson, 1879): First record in the state of Paraná, southern Brazil. **Check List**, 5(4): 872-875.
- SCULTORI, C.; DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2009b. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Artibeus cinereus*: First record in the state of Paraná, Southern Brazil. **Check List**, 5(2): 325-329.
- SCULTORI, C.; DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2009c. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Platyrrhinus recifinus*: first record in the state of Paraná, Southern Brazil. **Check List**, 5(2): 238-242.
- SEKIAMA, L.M.; REIS, R.N.; PERACCHI, L.A. & ROCHA, J.V. 2001. Morcegos do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(3): 749-754.
- SILVA, A.G.; GAONA O. & MEDELLÍN R.A. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. **Journal of Mammalogy**, 89(1): 43-49.

- SISBIO. 2015. **Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>. Acesso em setembro de 2015.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2): 150-153.
- STRAUBE, F.C. & URBEN-FILHO, A. 2005. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). **Atualidades Ornitológicas**, 124: 12-33.
- VARZINCZAK, L.H.; BERNARDI, I.P. & PASSOS, F.C. 2015. Is the knowledge of bat distribution in the Atlantic Rainforest sufficient? Comments about new findings and case study in the Paraná State coastal area, Brazil. **Mammalia**, 1-7.
- VELAZCO, P.M. & SIMMONS, N.B. 2011. Systematics and taxonomy of great striped-faced bats of the genus *Vampyrodes* Thomas, 1900 (Chiroptera: Phyllostomidae). **American Museum Novitates** 3710: 1-35.
- WEBER, M.M.; ARRUDA, J.S.; AZAMBUJA, B.O.; CAMILOTI, V.L. & CÁCERES, N.C. 2011. Resources partitioning in a fruit bat community of the Southern Atlantic Forest, Brazil. **Mammalia**, 75: 217-225.
- WILLIAMS, S.L. & GENOWAYS, W.H. 2008. Subfamily Phyllostominae.p.255-299. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- ZUBAID, A. 1994. Vertical stratification of pteropodid bats in a Malaysian lowland rainforest. **Mammalia**, 58: 309-311.

## Capítulo 2

**CAPÍTULO 2. INFLUENCIA DA MORFOLOGIA ALAR NA OCUPAÇÃO VERTICAL DOS ESTRATOS POR MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**



## RESUMO

Explorar toda a complexibilidade presente nos ambientes florestais, exige dos morcegos, diferentes características de voo, as quais são conseguidas por variações na forma e tamanho das asas. O estudo teve como objetivo analisar se a morfologia alar compõe um bom preditor do uso vertical dos estratos pelos morcegos. Amostragens mensais foram realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais (subosque, sub-dossel e dossel) em ambiente de Mata Atlântica, na região sul do Brasil. As capturas foram realizadas com 18 redes de neblina, instaladas seis em cada estrato, abertas por seis horas após início do crepúsculo. Para análise de morfologia alar, foram coletados quando possível, 14 indivíduos adultos, dos quais foram obtidas 13 variáveis, relacionadas a forma e tamanho das asas. Para verificar a formação de grupos com morfologia alar semelhante, foi utilizada análise de PCA. Posteriormente, foi somada a abundância dos grupos nos estratos e utilizado o teste  $\chi^2$  (alfa = 0,05), para determinar se a distribuição das capturas diferiu do esperado. Foram avaliadas 1.189 capturas de duas famílias e 18 espécies, sendo que, para morfologia alar foram analisados 157 indivíduos. A análise de PCA identificou três grupos com morfologia alar semelhante. No agrupamento I, o maior número de captura ocorreu no subdossel (n = 273), seguido pelo dossel (n = 190) e subosque (n = 128), diferindo assim do esperado ( $\chi^2 = 53,74$ ; gl = 2; p < 0,001). Para o agrupamento II, o maior número de captura ocorreu no subosque (n = 328), seguido pelo subdossel (n = 155) e dossel (n = 90), também diferindo do esperado ( $\chi^2 = 158,46$ ; gl = 2; p < 0,001). Já para o agrupamento III, o número de captura entre os estratos foi semelhante (subosque = 11; subdossel e dossel = 7 cada), não diferindo do esperado ( $\chi^2 = 1,10$ ; gl = 2; p = 0,576). A morfologia alar, foi um bom preditor da ocupação vertical dos estratos. O agrupamento I, formado por espécies de voo rápido e menor manobrabilidade, esteve associado ao dossel. Já o agrupamento II, constituído por espécies com voo mais lento e maior manobrabilidade, foi associado ao subosque.

**Palavras-chaves:** Estratificação, Paraná, Phyllostomidae, Quiropterofauna, Vespertilionidae.

## **ABSTRACT:**

Exploring all complexity of forest environments require bats different flight characteristics, what can be reached by shape and size variation on wings. This study objective was analysing if wing morphology is a good predictor of use, by bats, of vertical space in forest. Samplings were carried out monthly from September 2013 to August 2014, in three forest strata (understory, sub-canopy and canopy), in an Atlantic Forest environment, South of Brazil. Bats were captured with mist-nets disposed in three forest strata, opened over six hours after dusk. For wing morphology analysis, 14 adult individuals were collected, from whose 13 variables, related to wing shape and size, were obtained. To analyse the formation of groups with similar wing morphology, I applied PCA analysis. Thereafter, abundance of strata groups were summed and  $\chi^2$  test was applied (alfa = 0,05), to determine if capture distribution differed from expectation. It was evaluated 1 189 captures from two families and 18 species, being 157 individuals used to analyse wing morphology. In group I, sub-canopy got the greatest number of captures (n = 273), followed by canopy (n = 190) and understory (n = 128), differing from the expected value ( $\chi^2 = 53.74$ ; gl = 2; p < 0.001). In group II, understory got the greatest number of captures (n = 328), followed by sub-canopy (n = 155) and canopy (n = 920), also differing from the expected value ( $\chi^2 = 158.46$ ; gl = 2; p < 0.001). In group III, capture number among strata was similar (understory = 11; sub-canopy and canopy = 7), not differing from expected values ( $\chi^2 = 1.10$ ; gl = 2; p = 0.576). Wing morphology was a good predictor of vertical occupation of strata. Group I, composed by fast flight species with little maneuverability, was associated with canopy. While group II, composed by species with slower flight and great maneuverability, was associated to understory.

**Keywords:** Stratification, Paraná, Phyllostomidae, Chiroptera, Vespertilionidae.

## INTRODUÇÃO

Morcegos são os únicos mamíferos que se movem pelo voo, sendo esse modo de locomoção, sensível as variações na estrutura do habitat (MCKENZIE & ROLFE 1986) tanto horizontal, quanto verticalmente. Para as assembleias de diversas regiões, diferentes padrões verticais no uso do espaço já foram observados, com alguns táxons sendo predominantes em determinados estratos (ex.: FRANCIS 1994; KALKO & HANDLEY 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; HENRY *et al.* 2004; HODGKISON *et al.* 2004; CARVALHO *et al.* 2013). Essa utilização diferencial dos estratos, sugere que a complexibilidade da estrutura florestal é um fator importante na determinação da atividade dos morcegos (HAYES & GRUVER 2000; SCRIMGEOUR *et al.* 2013; MARCIENTE *et al.* 2015).

Para que os morcegos possam explorar toda a complexibilidade presente nos ambientes florestais, são necessárias diferentes características de voo (DRUMONT 2003), o que é conseguido por variações na forma e tamanho das asas. A diversidade morfológica observada nos vertebrados voadores, tem inspirado pesquisadores a investigar quais são diferenças adaptativas na morfologia e como estas afetam as características ecológicas das espécies (STOCKWELL 2001). Para morcegos, diversos estudos sobre a morfologia alar foram desenvolvidos, os quais abordam desde descrição da de forma e tamanho (ex.: FINDLEY *et al.* 1972; JENNINGS *et al.* 2004; DIETZ *et al.* 2006), comparação entre aves e morcegos (ex.: NORBERG 1981) e a influência dessa estrutura no modo de forrageamento (ex.: NORBERG & RAYNER 1987; BININDA-EMONDS & RUSSELL 1994; KALCOUNIS & BRIGHAM 1995; SCHNITZLER & KALKO 1998; MANCINA *et al.* 2012).

Premissas ecomorfológicas afirmam que diferenças interespecíficas na morfologia da asa, reflete-se em diferenças ecológicas, principalmente no modo de forrageamento (BRADSHAW 1996). Espécies que possuem asas mais curtas e largas, as quais resultam em maior manobrabilidade, tendem a ocupar qualquer estrato da floresta, enquanto que aquelas com asas mais longas e estreitas, com menor manobrabilidade, tendem a estarem restritas a áreas mais abertas (HENRY *et al.* 2004). A restrição na ocupação dos estratos imposta pela morfologia alar, parece ser mais acentuada para morcegos insetívoros aéreos, principalmente para família Molossidae (KALKO 1998; BERNARD 2001). Já para os representantes da família Phyllostomidae, nos quais a morfologia da asa é mais flexível, existe a possibilidade de utilização de estratos com diferentes níveis de obstrução (KALKO & HANDLEY 2001; WEINBEER & KALKO 2004).

Será que para táxons com maior plasticidade quanto à morfologia da asa, como as famílias Vespertilionidae e Phyllostomidae, as quais ocorrem dentro de ambientes florestais, pequenas diferenças na morfologia das asas podem resultar no uso diferencial do espaço? Os únicos dados que analisam em conjunto, atributos de voo e a estrutura vertical das assembleias são para espécies de outras famílias (ex.: HODGKISON *et al.* 2004; ALTRINGHAM 2011), não havendo dados com abordagem semelhante para nenhuma das espécies brasileiras.

No Brasil, apesar dos estudos sistematizados com morcegos terem iniciado na década de 70 (ex.: VIZOTTO & TADDEI 1973; TADDEI 1976; SAZIMA & TADDEI 1976; SAZIMA *et al.* 1978), somente a partir de 2013, é que abordagem de morfologia alar começaram a ser realizadas. Em um primeiro estudo foram

descritas as morfologias alares, carga alar e razão de aspecto de 14 espécies de Phyllostomidae, em ambiente de Mata Atlântica (TAVARES 2013). Posteriormente, outro estudo analisou de modo quantitativo e qualitativo as asas de 51 espécies de morcegos amazônicos, tentando compreender as implicações das diferentes formas de asa no uso do habitat (MARINELLO & BERNARD 2014). O estudo mais recente, também em ambiente amazônico, analisou como o nível de obstrução da vegetação influencia na estruturação da assembleia de morcegos frugívoros (MARCIENTE *et al.* 2015). Todavia, apesar de ter implicação com manobrabilidade e características de voo, as análises desse último estudo focaram-se na relação entre o nível de obstrução e abundância das guildas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar se ocorrem semelhanças na morfologia alar de 18 espécies de morcegos e se há relação entre a forma das asas e o uso do espaço vertical em um ambiente de Mata Atlântica, na região sul do Brasil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (RNSM), localizada no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná (25°09'98"S e 48°17'90"W - Figura 1). Segundo classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cfa*, o qual é caracterizado por verões quentes, sem estação seca definida. Segundo critérios fitogeográficos, a área insere-se no bioma Mata Atlântica (IBGE 2012). Com base nos dados coletados na estação meteorológica da RNSM, a

temperatura anual média da área é de 21°C, sendo, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais quentes, em contrapartida, junho, julho e agosto correspondem aos mais frios.

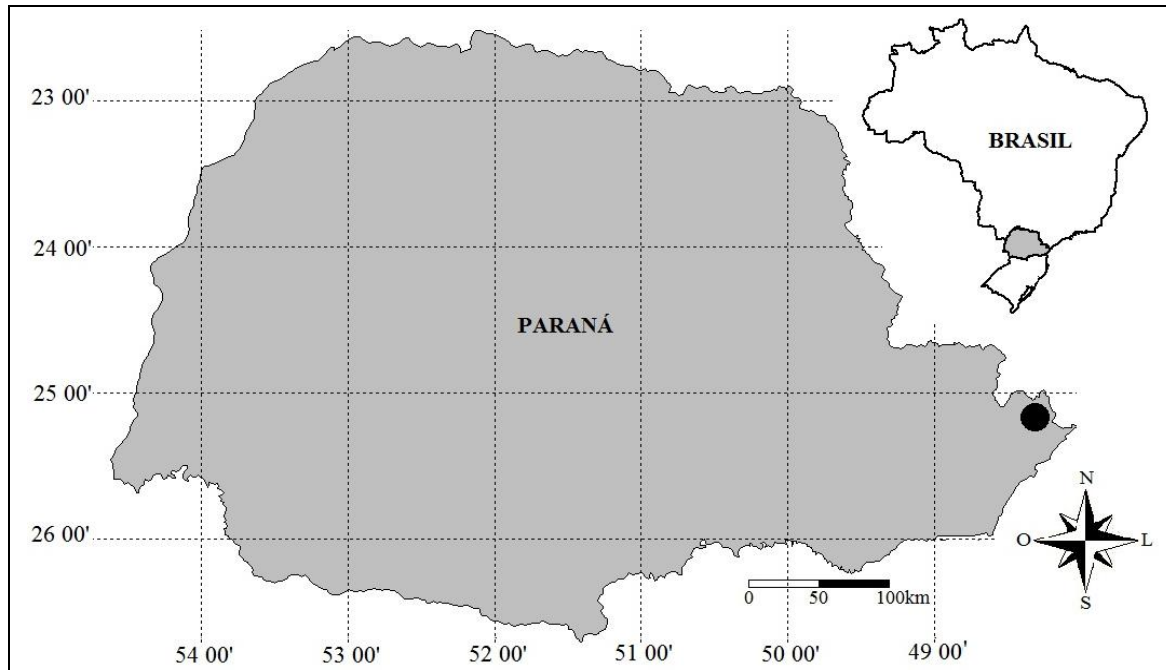


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo ( ● ) na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná.

A RNSM possui área de 2.340 ha, estando inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba (STRAUBE & URBEN-FILHO 2005), que abrange 282.444 ha (SISBIO, 2015). A região inclui o maior remanescente contínuo do Bioma Mata Atlântica do Brasil. Devido ao histórico de colonização da região, a vegetação da RNSM abrange desde áreas com vegetação secundária inicial, até ambientes com vegetação em estágio avançado de regeneração, sendo que, para o presente estudo, as amostragens foram realizadas em vegetação secundária, com dossel atingindo 12 e 25 metros de altura e na subformação de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

## Protocolo de amostragem

O trabalho de campo foi realizado entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Para a captura dos morcegos foram instaladas redes de neblina em três estratos: Subosque (SB), ambiente formado por vegetação de porte herbáceo e arbustivo, com altura máxima de até três metros em relação ao nível do solo; Subdossel (SD), ambiente com vegetação de porte arbustivo e arbóreo, com altura entre quatro e oito metros e; Dossel (DO), ambiente com vegetação de porte arbóreo, com altura superior a 10 metros.

Para cada estrato, em cada noite de amostragem foram instaladas seis redes de neblina (uma rede de 12 x 2,5 m; três redes de 9 x 2,5 m; duas de 6 x 2,5 m - todas da marca Avinet com malha de 36 mm), as quais permaneceram abertas por seis horas após início de crepúsculo, sendo revisadas em intervalos máximos de 20 minutos. O esforço amostral para cada estrato foi de 52.020 m<sup>2</sup>.h, o qual foi calculado segundo protocolo descrito por STRAUBE & BIANCONI (2002). A licença para realização do estudo foi concedida pelo SISBIO sob o número 36103-3.

Os morcegos capturados foram alocados em sacos individuais de algodão, etiquetados com o respectivo estrato e horário de captura e encaminhados para base de campo, onde foram identificados, realizada biometria, realizada a marcação com anilhas metálicas numeradas e posterior soltura nos mesmos locais onde ocorreram as capturas. A identificação taxonômica dos indivíduos seguiu BARQUEZ *et al.* (1999), WILLIAMS & GENOWAYS (2008), GARDNER (2008a, b e c), MIRANDA *et al.* (2011) e VELAZCO & SIMMONS (2011).

Para análise da morfologia alar foram coletados de cada espécie, quando possível, os 14 primeiros indivíduos adultos de ambos os sexos. Os espécimes foram fixados em placa de isopor revestida por papel milimetrado, estendidas as membranas da asa e uropatágio e obtida fotografia digital, das quais com auxílio do software ÁreaMed<sup>®</sup> foram obtidas as medidas de área de: asa, uropatágio, quiropteropatágio e plagiopatágio (Figura 2). Posteriormente, com paquímetro foram obtidas as medidas de comprimento de: quinto dígito, envergadura, quiropteropatágio e plagiopatágio (Figura 2). A partir dessas medidas de área e comprimento, juntamente com métricas de peso foram calculados os seguintes índices: Carga Alar -  $(WL = ((\text{massa do indivíduo} \times 9,8) / S) / 100)$ ; Razão de aspecto -  $AR = b / S$ ; Razão entre Lp e Lq -  $TI = Lq / Lp$ ; Razão entre Sq e Sp -  $Ts = Sq / Sp$  e; Índice de ponta de asa -  $(Itip = Ts / (TI - Ts))$ .

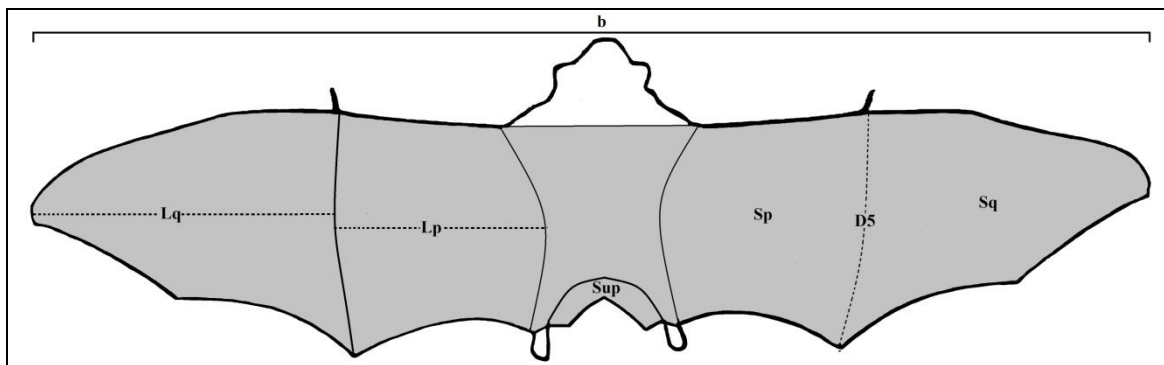


Figura 2. Ilustração da posição em que os indivíduos foram fotografados, indicando-se as medidas de área de asa (todo corpo do indivíduo com exceção de cabeça e pés - parte cinza), área do plagiopatágio (Sp), área do quiropteropatágio (Sq), área do uropatágio (Sup), comprimento do quinto dígito (D5), comprimento do plagiopatágio (Lp), comprimento do quiropteropatágio (Lq) e envergadura (b) obtidas dos exemplares capturados em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

Para morfologia alar, como análise exploratória dos dados foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), com matriz de



correlação para verificar a distribuição das espécies no espaço multidimensional e assim, observar a ocorrência de grupos morfológicamente semelhantes. Foi utilizado o gráfico simples de autovetores (*Scree plot*) para definir o número de componentes informativos. Posteriormente, foi somado o número de captura das espécies de cada grupo, sendo obtida a abundância dos grupos para cada estrato. Para testar se a distribuição do número de captura de cada agrupamento diferiu da esperada entre os estratos, foi utilizado o teste Chi-quadrado ( $\chi^2$ ) ao nível de significância de 0,05. Ambas as análises foram realizadas pelo software PAST versão 3.06 (HAMMER *et al.* 2001).

## RESULTADOS

No total foram avaliadas 1.189 capturas de duas famílias (Phyllostomidae e Vespertilionidae), 12 gêneros e 18 espécies (Tabela 1). Desse total, para morfologia alar foram analisados 157 indivíduos. Os maiores valores de carga alar e menores de razão de aspecto foram registradas para as espécies maiores, como por exemplo, *A. lituratus*, *T. cirrhosus* e *A. fimbriatus* (Tabela 2). No oposto, observou-se que, os menores valores de carga alar e maior de razão de aspecto foram registradas para as espécies pequenas, como exemplo, *M. nigricans* e *M. riparius*, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1. Lista de táxons e números de captura, obtidos em amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Táxons	Estratos amostrados		
	Subosque	Subdossel	Dossel
<b>Phyllostomidae</b>			
<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	27	13	4
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	3	7	8
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	26	64	35
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	35	115	98
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	60	92	48
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	133	28	6
<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	-	2	9
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	33	17	7
<i>Lamproncyteris brachyotis</i> (Dobson, 1879)	-	1	3
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	9	17	14
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	-	3	5
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	33	42	24
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	85	21	11
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	7	-	-
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	5	6	8
<b>Vespertilionidae</b>			
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	4	2	-
<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	7	-	4
<i>Myotis ruber</i> (É. Geoffroy, 1806)	-	5	3

Tabela 2. Valores médios para as variáveis de tamanho de asa para 18 espécies amostradas, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná, onde: N = número de indivíduos analisados; S = área de asa; Sq = Área do quiroteropatógio; Sp = Área do plagiopatógio; Sup = Área do uropatógio; D5 = comprimento do quinto dígito; Lq = Comprimento do quiroteropatógio; Lp = comprimento do plagiopatógio; WL = Carga alar; AR = razão de aspecto; TL = Razão entre Lq e o Lp; TS = Razão entre Lq e Lp; Itip = Índice da ponta da asa; DP = Desvio Padrão.

<b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>S</b> <b>DP</b>	<b>Sq</b> <b>DP</b>	<b>Sp</b> <b>DP</b>	<b>Sup</b> <b>DP</b>	<b>D5</b> <b>DP</b>	<b>Lq</b> <b>DP</b>	<b>Lp</b> <b>DP</b>	<b>WL</b> <b>DP</b>	<b>AR</b> <b>DP</b>	<b>TL</b> <b>DP</b>	<b>TS</b> <b>DP</b>	<b>Itip</b> <b>DP</b>
<i>A. caudifer</i>	11	90,2 ±6,5	22,3 ±1,7	17,5 ±2,1	1,5 ±0,2	4,9 ±0,2	7,2 ±0,6	4,7 ±0,4	125,7 ±11,9	0,3 ±0,1	1,5 ±0,1	1,3 ±0,1	5,7 ±1,7
<i>A. fimbriatus</i>	9	308,1 ±26,6	63,7 ±6,9	69,2 ±5,8	7,1 ±0,5	9,3 ±0,2	12,2 ±0,2	9,5 ±0,7	180,2 ±15,6	0,2 ±0,1	1,3 ±0,1	0,9 ±0,1	2,6 ±0,8
<i>A. geoffroyi</i>	8	117,4 ±8,8	28,9 ±1,8	23,0 ±2,7	1,2 ±0,2	5,5 ±0,1	8,3 ±0,3	5,8 ±0,6	139,0 ±9,6	0,3 ±0,1	1,4 ±0,1	1,3 ±0,1	7,9 ±2,1
<i>A. lituratus</i>	11	337,4 ±19,1	72,1 ±6,5	75,8 ±5,1	7,2 ±1,1	10,2 ±0,4	13,0 ±0,4	9,6 ±0,4	219,7 ±15,6	0,1 ±0,1	1,4 ±0,1	1,0 ±0,1	2,4 ±0,3
<i>A. obscurus</i>	13	248,6 ±31,0	56,8 ±6,6	53,8 ±8,4	5,6 ±0,9	8,6 ±0,4	11,2 0,7	7,9 ±0,9	152,5 ±12,8	0,2 ±0,1	1,4 ±0,1	1,1 ±0,1	3,1 ±0,6
<i>C. doriae</i>	5	211,8 ±11,8	46,4 ±2,5	45,6 ±1,4	4,2 ±0,8	7,6 ±0,4	11,1 ±0,5	7,9 ±0,1	164,8 ±10,3	0,2 ±0,1	1,4 ±0,1	1,0 ±0,1	2,7 ±0,5
<i>C. perspicillata</i>	10	131,8 ±5,9	32,5 ±2,6	24,3 ±2,1	3,3 ±0,5	6,2 ±0,1	8,1 ±0,3	5,2 ±0,3	117,7 ±12,1	0,2 ±0,1	1,6 ±0,1	1,3 ±0,1	6,4 ±2,0
<i>D. cinerea</i>	11	125,9 ±14,9	28,8 ±3,8	26,5 ±2,9	2,4 ±0,3	5,9 ±0,6	7,8 0,5	5,8 ±0,3	109,9 ±12,8	0,2 ±0,1	1,3 ±0,1	1,1 ±0,1	4,5 ±0,9

<i>L. brachyotis</i>	3	118,8	24,3	25,8	6,6	5,5	7,1	5,9	134,7	0,2	1,2	0,9	4,6
		±2,7	±0,8	±0,7	±1,1	±0,2	±0,3	±0,4	±9,2	±0,1	±0,1	±0,1	±2,8
<i>P. bilabiatum</i>	6	151,7	33,4	31,1	3,0	6,6	8,8	6,4	123,7	0,2	1,4	1,1	4,1
		±14,6	±2,4	±3,6	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3	±10,7	±0,1	±0,1	±0,1	±1,8
<i>P. recifinus</i>	14	148,9	33,8	32,1	1,7	6,4	8,5	6,4	157,7	0,2	1,3	1,1	3,7
		±9,5	±3,0	±2,7	±0,3	±0,2	±0,5	±0,3	±19,3	±0,1	±0,1	±0,1	±1,2
<i>S. lilium</i>	10	133,4	33,7	25,6	0,0	6,4	8,4	5,5	157,6	0,2	1,5	1,3	7,4
		±7,7	±3,1	±1,7	0,0	±0,2	±0,4	±0,4	±16,7	±0,1	±0,1	±0,1	±3,4
<i>S. tildaе</i>	10	165,9	39,1	34,6	0,0	7,1	9,0	6,3	159,6	0,2	1,4	1,1	4,0
		±11,2	±2,5	±3,9	0,0	±0,2	±0,3	±0,4	±13,5	±0,1	±0,1	±0,1	±0,8
<i>T. cirrhosus</i>	3	243,6	53,5	52,8	11,7	8,5	10,8	7,9	219,6	0,2	1,4	1,0	2,9
		±15,6	±2,2	±2,7	±2,0	±0,2	±0,1	±0,5	±24,3	±0,1	±0,1	±0,1	±0,5
<i>V. pusilla</i>	8	90,5	21,4	18,7	1,1	5,3	6,9	5,1	118,0	0,3	1,4	1,2	6,6
		±5,3	±1,8	±1,9	±0,2	±0,7	±0,2	±0,1	±11,7	±0,1	±0,1	±0,1	±4,3
<i>M. riparius</i>	8	78,6	13,4	18,5	7,7	4,3	5,4	5,5	70,2	0,3	1,0	0,7	2,8
		±4,5	±1,3	±1,5	±0,5	±0,2	0,2	±0,2	±9,0	±0,1	±0,1	±0,1	±0,5
<i>M. ruber</i>	3	89,5	15,7	19,8	8,9	4,7	5,9	5,7	80,3	0,3	1,0	0,8	3,6
		±5,7	±1,4	±2,1	±0,7	±0,2	±0,2	±0,2	±3,9	±0,1	±0,1	±0,1	±1,0
<i>M. nigricans</i>	14	76,0	12,7	18,2	7,2	4,3	5,3	5,5	65,7	0,3	1,0	0,7	2,7
		±3,3	±0,9	±1,7	±0,7	±0,2	±0,3	±0,2	±12,2	±0,1	±0,1	±0,1	±0,8

Na análise de PCA apenas o primeiro e o segundo componente, os quais estão relacionados ao tamanho e forma, foram considerados como significativos explicando 62% e 26% da variação, respectivamente. Para o componente1, as variáveis de S, Sp, Sq, D5, Lp, Lq e WL contribuíram positivamente, já AR contribuiu negativamente. No componente2, as variáveis de TI, Ts e Itip contribuíram positivamente, já Sup contribuiu negativamente (Figura 3). Foi identificada a formação de três agrupamentos. O agrupamento I foi formado por *A. lituratus*, *A. fimbriatus*, *A. obscurus*, *C. doriae* e *T. cirrhosus*. Já o agrupamento II foi o que comportou maior número de espécies, sendo composto por *D. cinerea*, *S. tildae*, *S. lilium*, *C. perspicillata*, *A. caudifer*, *A. geoffroyi*, *P. bilabiatum*, *V. pusilla*, *P. recifinus* e *L. brachyotis*. Por fim, o agrupamento III foi composto por *M. nigricans*, *M. riparius* e *M. ruber* (Figura 3).

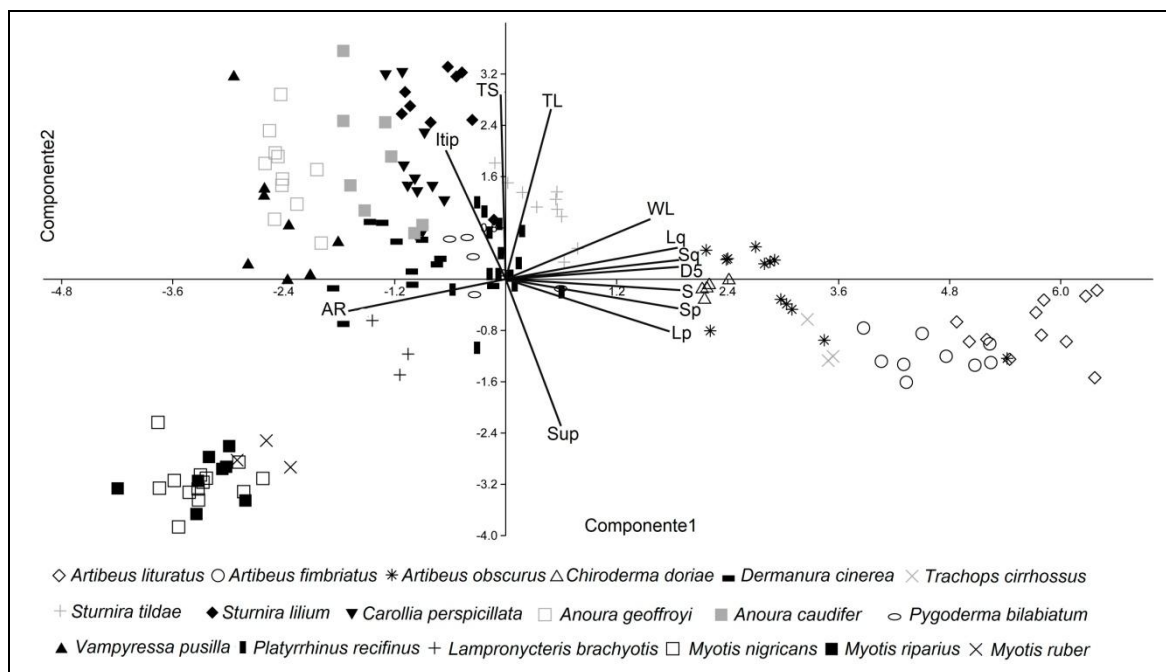


Figura 3. Gráfico dos escores de PC1 e PC2 para dados morfológicos de asa para 18 espécies de morcegos, amostrados em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Para dois dos três agrupamentos, a distribuição das capturas diferiu entre os três estratos. No agrupamento I, o maior número de captura ocorreu no SD (n = 273), seguido pelo DO (n = 190) e SB (n = 128), diferindo assim do esperado ( $X^2 = 53,74$ ; gl = 2;  $p < 0,001$ ). Para o agrupamento II, o maior número de captura ocorreu no SB (n = 328), seguido pelo SD (n = 155) e DO (n = 90), também diferindo do esperado ( $X^2 = 158,46$ ; gl = 2;  $p < 0,001$ ). Já para o agrupamento III, o número de captura entre os estratos foi semelhante (SB = 11; SD e DO = 7 cada), não diferindo do esperado ( $X^2 = 1,10$ ; gl = 2;  $p = 0,576$ ).

## **DISCUSSÃO**

A morfologia alar, foi um bom preditor da ocupação vertical dos estratos. O agrupamento I, foi formado por espécies frugívoras e carnívora, com altos valores de áreas, comprimentos, WL e AR, característico de voo mais rápido e menor manobrabilidade (CROME & RICHARDS 1988; JENNINES *et al.* 2004), esteve associado principalmente ao dossel. Já o agrupamento II, constituído por espécies frugívoras e nectarívoras, com valores intermediários de áreas, comprimentos, WL e AR, e altos de Itip, os quais indicam voo mais lento e maior manobrabilidade (NORBERG 1998; HENRY *et al.* 2004), foi associado com o subosque. Para morcegos neotropicais, essa relação entre morfologia e ocupação vertical do ambiente, já havia sido sugerida (ex.: BONACCORSO 1978; TAVARES 2013; MARINELLO & BERNARD 2014), todavia, sem haver comparação simultânea com a abundância dos grupos nos diferentes estratos.

Juntamente com a forma, o tamanho das asas foi também um atributo importante na definição dos agrupamentos, com espécies pequenas sendo mais abundantes no subosque, já aquelas de médio e grande porte, sendo capturadas principalmente nos estratos superiores (subdossel e dossel). Diferenças na morfologia das asas e tamanho estão diretamente relacionadas à manobrabilidade (BRADSHAW 1996), o que se referem à capacidade dos táxons em explorar locais obstruídos (NORBERG & RAYNER 1987). Em ambiente amazônico, mesmo somente ao nível do subosque, espécies grandes tendem a serem mais capturadas em ambientes mais abertos, em contrapartida, espécies menores são mais abundantes em ambientes com vegetação mais densa (MARCIENTE *et al.* 2015). Pelo fato de que, em florestas tropicais, o nível de obstrução é maior no estrato inferior quando comparado aos superiores (ex.: HODGKISON *et al.* 2004), a predominância das espécies menores no estrato inferior e de maiores nos estratos superiores era uma característica esperada (REX *et al.* 2011), o que foi corroborado no presente estudo.

Para o agrupamento III, o qual foi composto exclusivamente por espécies insetívoras do gênero *Myotis*, o número de captura não diferiu entre os estratos, indicando amplo uso do espaço vertical. Morfologicamente, esse agrupamento foi caracterizado por espécies de pequeno tamanho, pequenas áreas de asa e comprimento, menores valores de WL, Itip e maior AR. Esses atributos sugerem voo lento e manobrável, o que permite a esses morcegos, forragear em ambientes com diferentes níveis de obstrução. Estudos sobre atividade corroboram o amplo uso dos estratos, inclusive com maior utilização dos habitats com maior complexibilidade (KALCOUNIS & BRIGHAM 1995; HAYES & GRUVER 2000). Em ambientes tropicais esses morcegos são também

capturados em todos os estratos (ex.: BERNARD 2001; KALKO & HANDLEY 2001; CARVALHO *et al.* 2013; PEREIRA *et al.* 2010), inclusive em áreas abertas, como por exemplo, sobre corpos d'água (ex.: COSTA *et al.* 2012), confirmando assim a plasticidade quanto ao uso do espaço.

Mesmo sendo amostradas somente duas famílias e estas ocorrendo em ambiente totalmente florestal, foi registrado grande variação nos atributos de morfologia alar, assim como observado em outros estudos (ex.: TAVARES 2013; MARINELLO & BERNARD 2014). A grande plasticidade de formas e tamanhos de asas em Chiroptera é entendida como um possível fator de promoção de diversidade (KUNZ 1973) visto que possibilita às espécies, explorarem recursos disponíveis em diferentes micro-habitat (NEUWEILER 2000). Pequenas diferenças na morfologia alar, podem também exercer grande implicação no estilo de voo (NORBERG & RAYNER 1987; NORBERG 1998; STOCKWELL 2001) e conseqüentemente em seus modos de forrageamento (BRADSHAW 1996; ALTRINGHAM 2011).

A identificação de agrupamentos morfológicos utilizando o espaço de maneira diferente, auxilia no entendimento da formação das guildas para os morcegos neotropicais. Inicialmente, para descrever a utilização do espaço, membros da família Phyllostomidae, foram divididos em três grupos com base em características de dieta e estrato predominante de forrageamento (BONACCORSO 1978). Posteriormente, foram utilizados atributos do tipo de habitat de forrageamento, dieta e modo de obtenção do alimento para descrever como os morcegos usam o espaço, dentro de ambientes florestais (KALKO 1998; SCHNITZLER & KALKO 1998). Portanto, a utilização de semelhanças entre atributos morfológicos funcionais, como exemplo morfologia



alar, pode ser útil na definição de qual guilda pertence cada espécie (TAVARES 2013), além de contribuir na compreensão dos padrões de voo e utilização do espaço (MARINELLO & BERNARD 2014).

A estrutura vertical das assembleias de morcegos neotropicais pode diferir entre habitats e regiões (ex.: BERNARD 2001; KALKO & HANDLEY 2001; HENRY *et al.* 2004; HODGKISON *et al.* 2004; CARVALHO *et al.* 2013; PIRES & FABIAN 2013). Analisar como essas diferenças estão relacionadas a variação na morfologia alar dos grupos ou das espécies presentes em nas assembleias, pode ser melhorar a compreensão de padrões gerais quanto a utilização do espaço.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza pelo apoio logístico e financeiro ao projeto. A todos os funcionários e estagiários da RNSM. A Viviane Mottin, Jaqueline Duarte, Jennifer Barros, João Antônio de Bittencurt Vitto, Luana Almeida Pereira e Flávia Carvalho pelo auxílio durante a coleta dos dados. Ao CNPQ pela bolsa de doutorado cedida a F. Carvalho.

## **REFERÊNCIAS**

- ALTRINGHAM, J.D. 2011. **Bats: From Evolution to Conservation**. New York, Oxford University Press. 324p.
- BARQUEZ, R.M.; MARES M.A. & BRAUN J.K. 1999. Bats of Argentina. **Special Publications Museum of Texas Tech University** 42: 1-275.
- BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 17: 115-126.

- BININDA-EMONDS, O.R.P. & RUSSELL, A. P. 1994. Flight style in bats predicted from wing morphometry: the effects of specimen preservation. **Journal of Zoology the London**, 234: 275-287.
- BONACCORSO, F.J. 1978. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences** 4: 359-408.
- BRADSHAW, P.A. 1996. **The physical nature of vertical forest habitat and its importance in shaping bat species assemblage**. Pp.199-212. In: BARCLAY R.M.R. & BRIGHAM R.M. (eds). Bats and forests symposium. British Columbia Ministry of Forests, Victoria, 1+292p.
- CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E. & MENEGHETTI, J.O. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. **Zoologia**, 30(5): 491-498.
- COSTA, L.M.; LUZ, J.L. & ESBÉRARD, C.E.L. 2012. Riqueza de morcegos insetívoros em lagoas no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 52(2): 7-19.
- CROME, F.H.J. & RICHARDS, G.C. 1988. Bats and gaps: microchiropteran community structure in a Queensland rain forest. **Ecology**, 69:1960-1969.
- DIETZ, C.D.; DIETZ, I. & SIEMERS, B.M. 2006. Wing measurement variations in the five European horseshoe bat species (Chiroptera: Rhinolophidae). **Journal of Mammalogy**, 87(6): 1241-1251.
- DRUMONT, E.R. 2003. Bats and fruit: An Ecomorphological Approach. p.398-429. In: KUNZ, T.H. & FENTON M.B. (eds). **Bat Ecology**. The University Chicago, Chicago. p.779.
- FINDLEY J.S.; STUDIER E.H. & WILSON D.E. 1972. Morphologic properties of bat wings. **Journal of Mammalogy**, 53: 429-444.
- FRANCIS, C.M. 1994. Vertical stratification of fruit bats in lowland rain forests of Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, 10: 523-530.

- GARDNER, A.L. 2007a. Genus *Chiroderma*.p.321-325. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007b. Genus *Platyrrhinus*. p.329-341. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007c. Genus *Vampyroides*. p.355-356. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- HAMMER, O.; HARPER D.A.T. & RYAN P.D. 2001. Past: Palaeontological Statistic Software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1): 9.
- HAYES, J.P. & GRUVER, J.C. 2000. Vertical stratification of bat activity in an Old-Growth Forest in Western, Washington. **Northwest Science**, 74 (2): 102-108.
- HENRY, M.; GAUTIER-HION A. & COLYN M. 2004. Species composition, abundance and vertical stratification of a bat community (Megachiroptera: Pteropodidae) in a West African rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 20: 21-29.
- HODGKISON, R.; BALDING, S.T.; ZUBAID, A. & KUNZ, T.H. 2004. Habitat structure, wing morphology, and the vertical stratification of Malaysian fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae). **Journal of Tropical Ecology**, 20: 667-673.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 274p.

- JENNINGS, N.V.; PARSONS, S.; BARLOW, K.E. & GANNON, M.R. 2004. Echolocation calls and wing morphology of bats from the West Indies. **Acta Chiropterologica**, 6(1): 75-90.
- KALCOUNIS, M.C. & BRIGHAM, R.M. 1995. Intraspecific variation in wing loading affects habitat use by little brown bats (*Myotis lucifugus*). **Canadian Journal of Zoology** 73:89-95.
- KALKO, E.K.V. & HANDLEY C.O. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, 153: 319-333.
- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. **Zoology**, 111: 281-297.
- KUNZ, T.H. 1973. Resource utilization: Temporal and Spatial components of bat activity in Central Iowa. **Journal of Mammalogy**, 54(1): 14-32.
- MANCINA, C.A.; GARCÍA-RIVERA, L. & MILLER, B.W. Wing morphology, echolocation, and resource partitioning in syntopic Cuban mormoopid bats. **Journal of Mammalogy**, 93(5): 1308-1317.
- MARCIENTE, R.; BOBROWIEC, P.E.D. & MAGNUSSON, W.E. 2015. Ground-Vegetation clutter affects Phyllostomid bat Assemblage Structure in owland Amazonian Forest. **PlosOne**, 10(6): 1-16.
- MARINELLO, M.M. & BERNARD, E. 2014. Wing morphology of Neotropical bats: a quantitative and qualitative analysis with implications for habitat use. **Canadian Journal of Zoology**, 92: 141-147.
- MCKENZIE, N.L. & ROLFE J.K. 1986. Structure of bat guilds in the Kimberly mangroves, Australia. **Journal of Animal Ecology**, 55: 401-20.
- MIRANDA, J.M.D.; BERNARDI, I.P. & PASSOS, F.C. 2011. **Chave ilustrada para a determinação de morcegos da região sul do Brasil**. Curitiba: João M.D. Miranda. 56 p.
- NEUWEILER, G. 2000. **The Biology of Bats**. Oxford University Press, New York. p.310.

- NORBERG U.M. & RAYNER J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 316: 335-427.
- NORBERG U.M. 1981. Allometry of bat wings and legs and comparison with bird wings. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 292: 359-398.
- NORBERG, U.M. 1998. Morphological Adaptation for Flight in Bats. p.93-108. In: KUNZ, T.H. & RACEY, P.A. Bat Biology and Conservation. Washington and London. Smithsonian Institution Press. 365p.
- PEREIRA, M.J.R.; MARQUES, J.T. & PALMEIRIM, J.M. 2010. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. **Current Zoology**, 56(4): 469-478.
- PIRES, D.P.S. & FABIÁN, M.E. 2013. Diversidade, riqueza e estratificação vertical de espécies de morcegos em um remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, 26(4): 121-131.
- REX, K.; MICHENER, R.; KUNZ, T.H. & VOIGT, C.C. 2011. Vertical stratification of Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) revealed by stable carbon isotopes. **Journal of Tropical Ecology**, 27: 211-222.
- SAMPAIO, E.M.; KALKO, E.K.V.; BERNARD E.; RODRIGUÉZ-HERRERA B. & HANDLEY C.O. 2003. A Biodiversity Assessment of Bats (Chiroptera) in a Tropical Lowland Rainforest of Central Amazonia, Including Methodological and Conservation Considerations. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 38(1): 17-31.
- SAZIMA, I. & TADDEI, V. A. 1976. A Second Brazilian Record Of The South American Flat-Headed Bat, *Neoplatymops mattogrossensis*. **Journal Of Mammalogy**, 57(4): 757-758.

- SAZIMA, I. & VIZOTTO, L.D. & TADDEI, V.A. 1978. Uma nova espécie de *Lonchophylla* da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 38(1): 81-89.
- SCHNITZLER, H.U. & KALKO, E.K.V. 1998. How echolocating bats search and find food. p.183-196. In: KUNZ, T.H. & RACEY, P.A. (eds) *Bat: Biology and Conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 365p.
- SCRIMGEOUR, J.; MOLLES, L. & WAAS, J.R. 2013. Vertical variation in flight activity of the lesser short-tailed bat in podocarp and beech forest, central North Island, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, 37(2): 1-6.
- SISBIO. 2015. **Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>. Acesso em setembro de 2015.
- STOCKWELL, E.F. 2001. Morphology and flight manoeuvrability in New World leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) **Journal of Zoological London**, 254: 505-514.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2): 150-153.
- STRAUBE, F.C. & URBEN-FILHO, A. 2005. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). **Atualidades Ornitológicas**, 124: 12-33.
- TADDEI, V.A. 1976. The Reproduction of some phyllostomidae (Chiroptera) from the northwestern region of state of Sao Paulo. **Boletim Zoologia, Universidade de São Paulo**, 01: 313-330.

- TAVARES, V.C. 2013. Phyllostomid bat wings from Atlantic Forest bat ensembles: an ecomorphological study. **Chiroptera Neotropical**, 19(3): 57-70.
- VELAZCO, P.M. & SIMMONS, N.B. 2011. Systematics and taxonomy of great striped-faced bats of the genus *Vampyroides* Thomas, 1900 (Chiroptera: Phyllostomidae). **American Museum Novitates**, 3710: 1-35.
- VIZOTTO, L.D. & TADDEI, V.A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. **Edusp, São José do Rio Preto**,1: 1-72.
- WEINBEER, M. & KALKO, E.K.V. 2004. Morphological characteristic predict alternate foraging strategy and microhabitat selection in the orange-bellied bat, *Lamproncycteris brachyotis*. **Journal of Mammalogy**, 85(6): 1116-1123.
- WILLIAMS, S.L. & GENOWAYS, W.H. 2008. Subfamily Phyllostominae. p.255-299. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.

## Capítulo 3

**CAPÍTULO 3. VARIAÇÃO TEMPORAL NA ORGANIZAÇÃO VERTICAL DE  
UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA;  
PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO  
BRASIL**



## RESUMO

No presente estudo comparamos os padrões de abundância mensais das guildas e entre estratos, e examinamos a relação da disponibilidade de recurso alimentar, temperatura e precipitação com a abundância das guildas de forma geral e para cada estratos. Amostragens mensais foram realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, com a captura dos morcegos sendo realizadas com 18 redes de neblina, instaladas no subosque, subdossel e dossel. Para comparar a disponibilidade de frutos e a abundância das guildas entre os meses, foi utilizado o teste de Lilliefors. Para comparar a disponibilidade de frutos e a abundância mensal das guildas entre os estratos, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (alfa = 0,05). Para avaliar a relação das variáveis analisadas com a abundância das guildas, foi utilizada correlação de Pearson. A disponibilidade de frutos imaturos foi dependente do mês ( $D = 0,259$ ;  $p < 0,05$ ), já frutos maduros estiveram disponíveis ao longo de todo ano ( $D = 0,205$ ;  $p > 0,05$ ). A abundância de frugívoros de subosque ( $D = 0,257$ ;  $p < 0,05$ ) e de frugívoros de dossel ( $D = 0,299$ ;  $p < 0,01$ ) variou sobre os meses. A abundância de frugívoros de subosque foi positivamente correlacionada com a disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,697$ ;  $p = 0,012$ ), já frugívoros de dossel ( $r = 0,608$ ;  $p = 0,036$ ) e frugívoros oportunistas ( $r = 0,507$ ;  $p = 0,040$ ), foram positivamente correlacionadas com a precipitação. Somente para frugívoros de subosque, a abundância mensal diferiu entre os estratos ( $H' = 23,535$ ;  $p < 0,001$ ). No SB, a variação na abundância mensal de frugívoros de subosque foi relacionada positivamente com a disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,60$ ,  $p = 0,03$ ). Já para frugívoros oportunistas, foi relacionada positivamente com a disponibilidade de frutos imaturos ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,02$ ) e precipitação ( $r = 0,65$ ,  $p = 0,02$ ). No SD, a abundância de frugívoros de dossel foi positivamente correlacionada com precipitação ( $r = 0,64$ ,  $p = 0,02$ ). Por fim, no DO, variações nas abundâncias de frugívoros de subosque e frugívoros de dossel, foram positivamente correlacionadas com disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,62$ ,  $p = 0,02$ ) e precipitação ( $r = 0,71$ ,  $p = 0,01$ ).

**Palavras-chaves:** abundância; flutuação mensal; guildas; quirópteros; Paraná.

## ABSTRACT

Herein, I compared the monthly pattern of guild and strata abundance and examined the relation between food resource availability, temperature, precipitation and guilds abundance in a general way and for each stratum. Samplings were carried out monthly from September 2013 to August 2014. Bats were captured with 18 mist-nets disposed in understory, sub-canopy and canopy. To compare fruit availability and guilds abundance among months I applied Lilliefors test. To compare fruit availability and monthly abundance of guilds among strata, I applied Kruskal-Wallis test ( $\alpha = 0.05$ ). To evaluate the relation among the variables and the guilds abundance, I applied Pearson correlation. Availability of unripe fruits was dependent on month ( $D = 0.259$ ;  $p < 0.05$ ), while ripe fruits kept available along the year ( $D = 0.205$ ;  $p > 0.05$ ). The abundance of understory frugivores ( $D = 0.257$ ;  $p < 0.05$ ) and canopy ones ( $D = 0.299$ ;  $p < 0.01$ ) varied on months. Abundance of understory frugivores was positively related to ripe fruits availability ( $r = 0.697$ ;  $p = 0.012$ ), while canopy frugivores ( $r = 0.608$ ;  $p = 0.036$ ) and opportunistic frugivores ( $r = 0.507$ ;  $p = 0.040$ ), were positively correlated to precipitation. Monthly abundance differed among strata ( $H' = 23.535$ ;  $p < 0.001$ ) only for understory frugivores. In understory, monthly abundance variation of understory frugivores was positively related to ripe fruits availability ( $r = 0.60$ ,  $p = 0.03$ ). Opportunistic frugivores was positively related to unripe fruits availability ( $r = 0.63$ ,  $p = 0.02$ ) and precipitation ( $r = 0.65$ ,  $p = 0.02$ ). In sub-canopy, canopy frugivores abundance was positively correlated to precipitation ( $r = 0.64$ ,  $p = 0.02$ ). Ultimately, in canopy, variations in understory frugivores abundance was positively correlated to ripe fruits availability ( $r = 0.62$ ,  $p = 0.02$ ) and precipitation ( $r = 0.71$ ,  $p = 0.01$ ).

**Keywords:** Abundance; monthly fluctuation; guilds; Chiroptera, Paraná.

## INTRODUÇÃO

Variações temporais na abundância dos recursos podem gerar a variabilidade nos animais nas quais dependem, se recursos são limitantes (ODUM 1983). Fatores relacionados a variações ambientais, densidade dependentes (falta de espaço ou ambientes) e endógenos (genéticos, fisiológicos ou comportamentais) também são mencionados para explicar os eventos de variações sazonais na abundância das espécies (PINTO-COELHO 2000). Essas variações resultam em modificações temporais na estrutura das assembleias, sendo esse aspecto referido normalmente como “*turnover*” (MAGURRAN 2011).

Variações temporais na estruturação das assembleias de morcegos podem ocorrer em escala local, regional ou global (LACKI *et al.* 2007), todavia, ainda não é possível prever o quanto estáveis são as comunidades em relação ao tempo (KALKO 1998). Em regiões temperadas, devido à sazonalidade ser mais acentuada, a estrutura temporal das assembleias tende a apresentar maior variação. Nessas regiões a abundância de algumas espécies pode variar consideravelmente ao longo do ano (ex.: CIECHANOWSKI *et al.* 2010) provavelmente, porque muitas espécies realizam movimentos migratórios (FLEMING & EBY 2003). Já em ambientes tropicais, devido a maior estabilidade climática, essas variações podem ser menos pronunciadas (HODGKISON *et al.* 2004), sendo a migração, um evento incomum (FLEMING & EBY 2003).

Para morcegos de regiões tropicais e subtropicais, diversos estudos abordam as variações sazonais nas estruturações das assembleias, porém, todos envolvendo somente amostragem ao nível do subosque (ex.: HEITHAUS *et al.* 1975; STONER 2001; AGUIRRE *et al.* 2003; MONTIEL *et al.* 2006; MOYA *et al.*

2008). Esta restrição do ambiente onde são realizadas as amostragens é preocupante, visto que inferências sobre aspectos ecológicos, a partir de amostragens restritas ao subosque, podem resultar em generalizações equivocadas (LOWMAN & WITTMAN 1996). Será que as flutuações sazonais observadas para os estratos inferiores (subosque), também ocorrem nos estratos superiores (subdossel e dossel)? No Brasil, apenas um único estudo abordou a variação sazonal no número de captura nos estratos superiores, no qual os dados demonstram que a variação observada no estrato superior é semelhante àquela registrada nos estratos inferiores (CARVALHO *et al.* 2014).

Outro aspecto relevante na análise da ocorrência de variação sazonal, na composição das assembleias é a regionalização e individualização dos dados. No Brasil, a maior parte dos estudos sobre variação sazonal está concentrada na região sudeste (ex.: MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; PEDRO & TADDEI 1997; 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004; MELLO *et al.* 2008; MELLO 2009; GOMES *et al.* 2014), com poucos estudos desenvolvidos na região sul do país (ex.: SIPINSKI & REIS 1995; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010; 2014) sendo que, a maior parte desses estudos, analisa aspectos específicos para uma ou poucas espécies.

Um dos únicos trabalhos amplos, sobre variação sazonal na composição das assembleias de morcegos, foi realizado no sudeste brasileiro com uma análise de guildas e entre anos, onde se observou que a organização sazonal da assembleia foi dinâmica, e respondeu provavelmente, a fenologia da flora local (MELLO 2009). O mesmo padrão também foi observado também em outras regiões, com as guildas respondendo diferentemente a mudanças no arranjo temporal dos recursos (MONTIEL *et al.* 2008; MOYA *et al.* 2008).

O pouco conhecimento sobre variações sazonais para as assembleias de morcegos neotropicais é preocupante, visto que o entendimento da dinâmica das populações torna-se cada vez mais relevante devido aos riscos de extinção a que as espécies são submetidas, especialmente na medida em que as atividades antrópicas modificam as paisagens (RICKLEFS 2003). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos: I - Comparar os padrões de abundância mensais das guildas e entre estratos em uma assembleia de morcegos subtropicais; II - Examinar a relação da disponibilidade de recurso alimentar, temperatura e precipitação com a abundância das guildas de forma geral e nos diferentes estratos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (RNSM), localizada no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná (25°09'98"S e 48°17'90"W - Figura 1). Segundo classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cfa*, o qual é caracterizado por verões quentes, sem estação seca definida. Segundo critérios fitogeográficos, a área insere-se no bioma Mata Atlântica (IBGE 2012). A temperatura anual média da RNSM no período de estudo foi de 21°C, sendo, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais quentes, em contrapartida, junho, julho e agosto correspondem os mais frios (Figura 2). A precipitação anual da RNSM foi de 2.500 mm com precipitação mensal média de 293 mm, com os meses de novembro a abril, sendo os mais chuvosos (Figura 2).

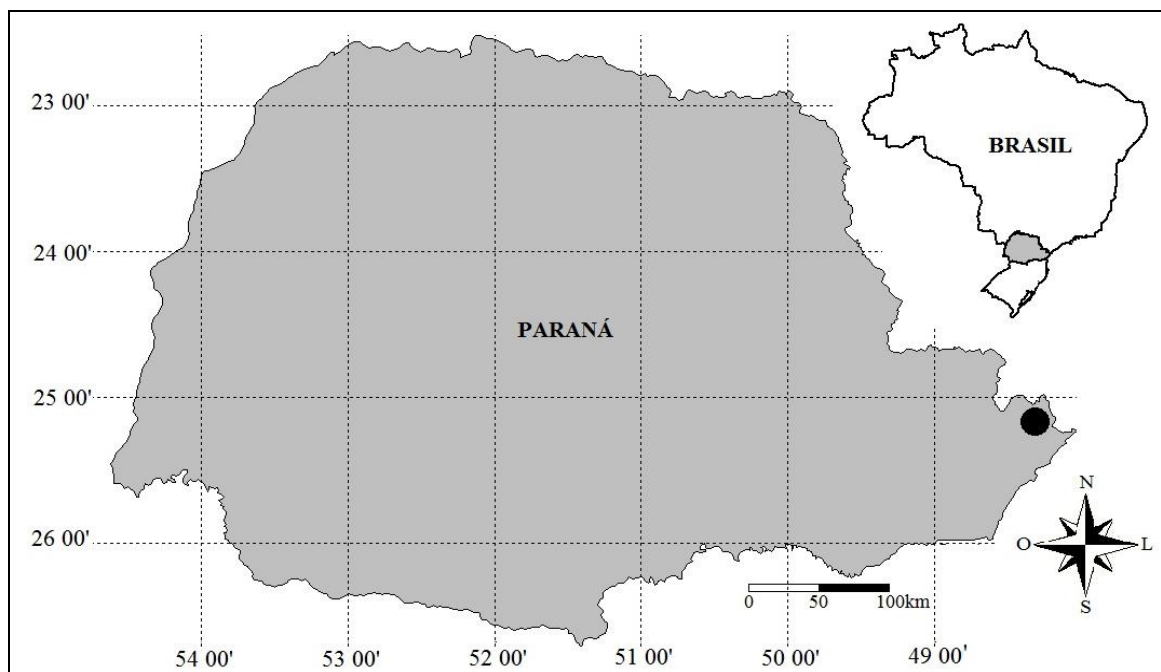


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo ( ● ) na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná.

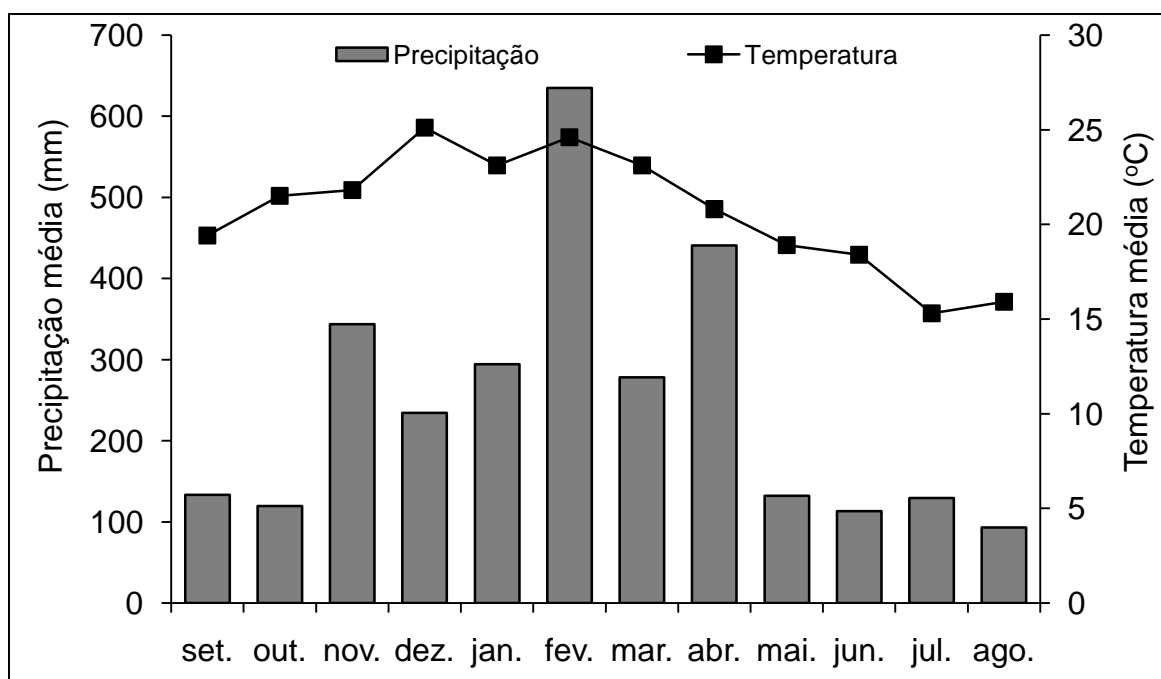


Figura 2. Gráfico de precipitação e temperatura médias para a área da RNSM entre setembro de 2013 e agosto de 2014, obtidas em estação meteorológica, instalada dentro da área da RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

A RNSM possui área de 2.340 ha, estando inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba (STRAUBE & URBEN-FILHO 2005),

que abrange 282.444 ha (SISBIO, 2015). A região inclui o maior remanescente contínuo do Bioma Mata Atlântica do Brasil. Devido ao histórico de colonização da região, a vegetação da RNSM abrange desde áreas com vegetação secundária inicial, até ambientes com vegetação em estágio avançado de regeneração, sendo que, para o presente estudo, as amostragens foram realizadas em vegetação secundária, com dossel atingindo 12 e 25 metros de altura e na subformação de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

### **Protocolo de amostragem**

O trabalho de campo foi realizado entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Para a captura dos morcegos foram instaladas redes de neblina em três estratos: Subosque (SB), ambiente formado por vegetação de porte herbáceo e arbustivo, com altura máxima de até três metros em relação ao nível do solo; Subdossel (SD), ambiente com vegetação de porte arbustivo e arbóreo, com altura entre quatro e oito metros e; Dossel (DO), ambiente com vegetação de porte arbóreo, com altura superior a 10 metros.

Para cada estrato, em cada noite de amostragem foram instaladas seis redes de neblina (uma rede de 12 x 2,5 m; três redes de 9 x 2,5 m; duas de 6 x 2,5 m - todas da marca Avinet com malha de 36 mm), as quais permaneceram abertas por seis horas após início de crepúsculo, sendo revisadas em intervalos máximos de 20 minutos. O esforço amostral para cada estrato foi de 52.020 m<sup>2</sup>.h, o qual foi calculado segundo protocolo descrito por STRAUBE & BIANCONI (2002). A licença para realização do estudo foi concedida pelo SISBIO sob o número 36103-3.

Os morcegos capturados foram alocados em sacos individuais de algodão, etiquetados com o respectivo estrato e horário de captura e encaminhados para base de campo, onde foram identificados, realizada biometria, realizada a marcação com anilhas metálicas numeradas e posterior soltura nos mesmos locais onde ocorreram as capturas. A identificação taxonômica dos indivíduos seguiu BARQUEZ *et al.* (1999), GARDNER (2008a, b e c), MIRANDA *et al.* (2011) e VELAZCO & SIMMONS (2011).

Para quantificar a disponibilidade de frutos quiropterocóricos, foram amostradas 212 plantas, pertencentes as espécies *Piper arboreum* Aubl. (n = 13 indivíduos), *Piper amplum* Kunth. (n = 22), *Piper caldense* C. DC. (n = 16), *Piper cernuum* Vell. (n = 27), *Piper dilatatum* Rich. (n = 20) *Piper gaudichadianum* Kunth. (n = 26), *Piper* sp1. (n = 16), *Cecropia pachystachya* Snethl. (n = 49), *Ficus adhatodifolia* (n = 15) e *Psicothria suterella* Muell. (n = 8) sendo que, com exceção de *Piper* sp1., todas possuem registros de utilização como recurso alimentar por morcegos (FABIÁN *et al.* 2008; BREDT *et al.* 2012; WEBER *et al.* 2012). As variáveis abióticas de temperatura e precipitação mensal, foram obtidas na estação meteorológica da RNSM.

Cada planta foi marcada com placa de metal numerada, coletado um ramo, feita exsicata e encaminhada para confirmação da identificação no herbário Pe. Dr. Raulino Reitz da Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina. Mensalmente, todos os indivíduos foram vistoriados, sendo observadas as fenofases: presença ou ausência de frutos, sendo a presença de frutos dividida em: com frutos imaturos e/ou com frutos maduros. Para cada indivíduo foi registrado o estrato em que frutos estavam disponíveis, utilizando o mesmo padrão de estratificação das redes.



Foram analisadas três guildas de morcegos frugívoros, sendo elas: frugívoros de dossel - espécies com dietas predominantemente frugívoras, com capturas ocorrendo principalmente nos estratos superiores; frugívoros de subosque espécies com dietas predominantemente frugívoras, com capturas ocorrendo principalmente no subosque e; frugívoros oportunistas, espécies com dietas predominantemente frugívoras, sem associação das capturas com nenhum dos estratos. A definição da dieta predominante foi baseada em bibliografia (REIS *et al.* 2007; PERACCHI *et al.* 2012), e a distribuição vertical predominante foi baseada no índice de predominância no estrato, calculado para estudo de estratificação vertical da presente tese (ver Capítulo 1).

### **Análise de dados**

Foi utilizado o teste  $X^2$  para analisar se existe diferença na proporção de indivíduos capturados entre as diferentes guildas. Para estimar a disponibilidade de recurso alimentar foi utilizado o Percentual de intensidade de Fournier (GALETTI *et al.* 2006). Para comparar a disponibilidade de frutos imaturos ou maduros e a abundância das guildas de morcegos entre os meses, foi utilizado o teste de LILLIEFORS. Para determinar se a abundância de cada guilda foi relacionada com a disponibilidade de frutos (imaturos e maduros), temperatura e precipitação, foi utilizada análise de correlação de Pearson. Para comparar a disponibilidade de frutos imaturos, frutos maduros e da abundância das guildas entre os estratos, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e Dunn como *post-hoc*, quando observada diferença nas comparações. Para analisar se a abundância das guildas, em cada estrato, foi relacionada a disponibilidade de frutos de frutos (imaturos e maduros), temperatura e precipitação, foi

utilizada novamente análise de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas no software BioEstat 5.3 (AYRES *et al.* 2007), com nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS

Foram obtidas 1.091 capturas, de 12 espécies das três guildas tróficas (Tabela 1). Houve predominância de capturas de frugívoros de dossel ( $\chi^2 = 20,493$ ;  $p < 0,0001$ ), os quais sozinhos corresponderam a 40% do total da amostra. A disponibilidade de frutos imaturos foi dependente do mês ( $D = 0,259$ ;  $p < 0,05$ ), com os maiores valores sendo observados entre novembro e fevereiro (Figura 3). Frutos maduros estiveram disponíveis ao longo de todo ano ( $D = 0,205$ ;  $p > 0,05$ ), sem haver associação com os meses.

Tabela 1. Lista de espécie, número de capturas, abundância relativa e enquadramento de guildas, para os morcegos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná, onde: N = número de capturas;

<b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Abundância</b>	<b>Guildas</b>
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	249	22.8%	Frugívoro de dossel
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	199	18.2%	Frugívoro oportunista
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	167	15.3%	Frugívoro de subosque
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	125	11.5%	Frugívoro de dossel
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	117	10.7%	Frugívoro de subosque
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	98	9.0%	Frugívoro oportunista
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	56	5.1%	Frugívoro de subosque
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	40	3.7%	Frugívoro de dossel
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	19	1.7%	Frugívoro oportunista
<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	11	1.0%	Frugívoro de dossel
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	8	0.7%	Frugívoro de dossel
<i>Vampyrodes caraccioli</i> (Thomas, 1889)	2	0.2%	Frugívoro oportunista

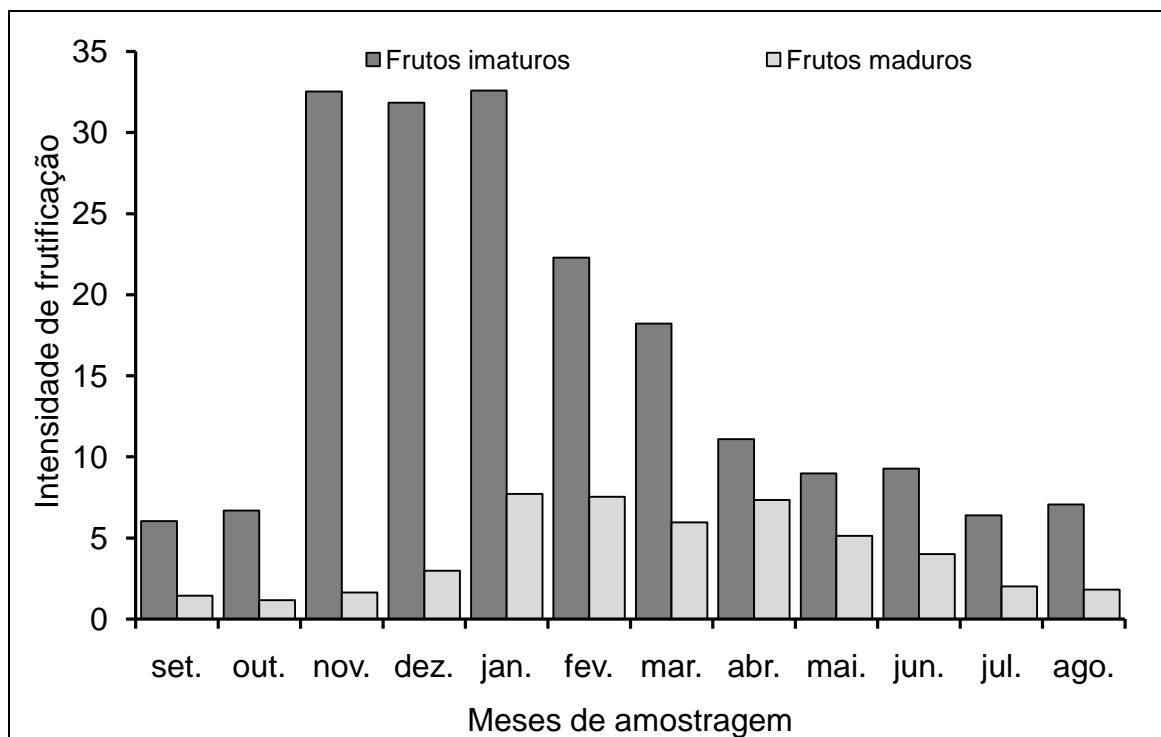


Figura 3. Intensidade de frutificação das fenofases de frutos imaturos e frutos maduros, para nove espécies quiropterocóricas, amostradas entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

A abundância de frugívoros de subosque e de frugívoros de dossel variou sobre os meses ( $D = 0,257$ ;  $p < 0,05$ ;  $D = 0,299$ ;  $p < 0,01$ , respectivamente), com os maiores números de captura ocorrendo entre janeiro e março para ambas as guildas. Todavia, para frugívoros foi observada maior variação, ocorrendo um segundo pico de captura em julho (Figura 4).

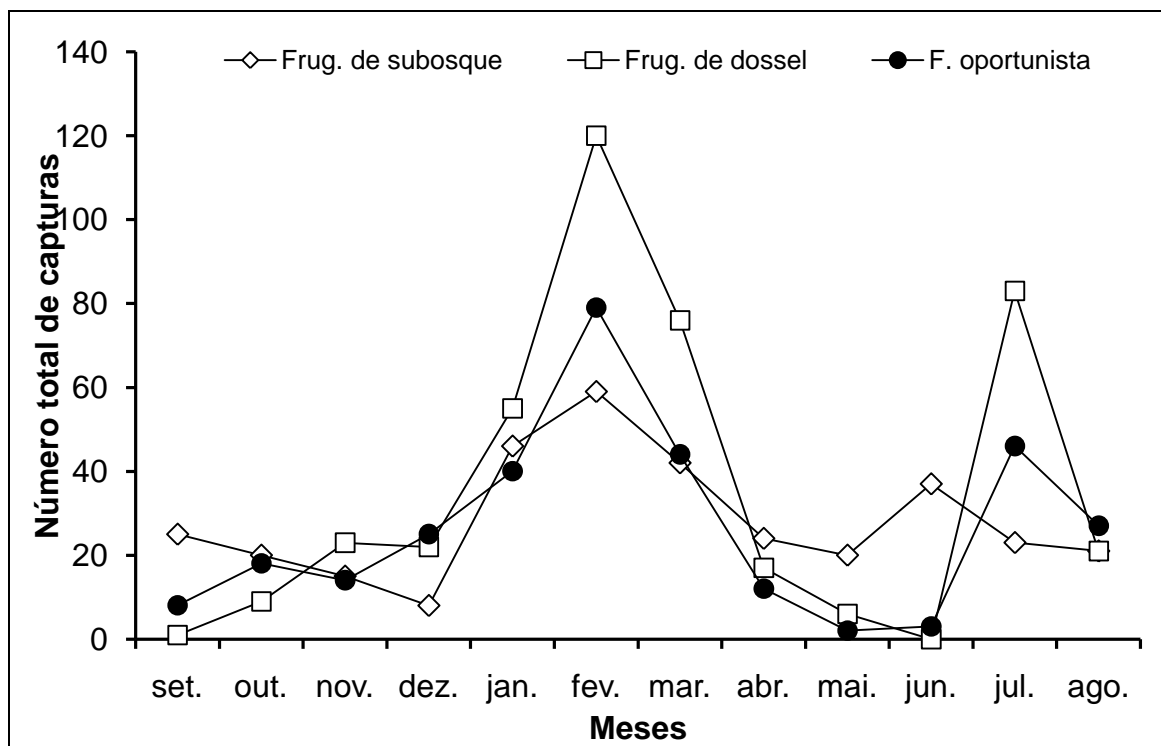


Figura 4. Distribuição mensal do número de capturas das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, em amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

A variação na abundância de frugívoros de subosque foi positivamente correlacionada com a disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,697$ ;  $p = 0,012$ ), e de frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, ambos positivamente correlacionadas com a precipitação ( $r = 0,608$ ;  $p = 0,036$  e  $r = 0,507$ ;  $p = 0,040$ , respectivamente). As demais correlações não foram significativas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de correlação de Pearson entre a abundância de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas e disponibilidade de frutos imaturos, maduros, precipitação e temperatura, para amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

<b>CORRELAÇÕES</b>	<b>r</b>	<b>p</b>
<b>Abundância de frugívoros de subosque</b>		
frutos imaturos	0.126	0.696
frutos maduros	0.697	0.012
precipitação	0.539	0.071
temperatura	0.288	0.364
<b>Abundância de frugívoros de dossel</b>		
frutos imaturos	0.285	0.370
frutos maduros	0.458	0.134
precipitação	0.608	0.036
temperatura	0.276	0.385
<b>Abundância de frugívoros oportunistas</b>		
frutos imaturos	0.308	0.330
frutos maduros	0.404	0.193
precipitação	0.597	0.040
temperatura	0.338	0.282

Frutos imaturos e maduros foram registrados ao longo de todo o ano, em todos os três estratos. O percentual mensal de frutificação, para ambas as fenofases, foi semelhante entre no SB, SD e DO (Tabela 3).

Para frugívoros de subosque, a distribuição da abundância mensal diferiu entre os estratos analisados ( $H' = 23,535$ ;  $p < 0,001$ ). No SB foram registrados dois picos de captura, sendo um entre janeiro à março e um segundo em junho. Tanto no SD quanto no DO, foi registrado apenas um pico de captura em cada estrato, o qual coincide com o primeiro pico do SB (Tabela 4). A comparação *post-hoc* demonstra que o SB difere dos demais estratos (Tabela 5). Já para frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, a

distribuição da abundância mensal foi a mesma entre os estratos ( $H' = 3,739$ ;  $p = 0,154$  e  $H' = 2,114$ ;  $p = 0,347$ , respectivamente).

Tabela 3. Ocorrência mensal de frutos verdes, frutos maduros e comparação entre os estratos por Kruskal-Wallis ( $H'$ ), para amostragens realizadas entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

Meses	Frutos imaturos			Frutos maduros		
	SB	SD	DO	SB	SD	DO
setembro	7,2	4,3	4,8	1,7	1,7	0,5
outubro	6,2	5,7	9,8	1,2	0,7	1,8
novembro	10,9	35,0	31,7	0,2	0,7	6,3
dezembro	35,8	29,5	25,0	2,7	3,8	3,0
janeiro	36,1	35,5	21,1	5,9	7,3	11,8
fevereiro	25,8	20,8	14,7	6,2	7,5	10,3
março	19,4	15,2	15,9	6,2	0,8	8,2
abril	12,4	8,1	9,5	6,1	10,5	8,2
maio	10,1	9,7	6,5	4,4	4,0	7,8
junho	10,4	12,9	6,9	2,4	9,7	4,7
julho	6,8	10,5	4,4	1,4	4,0	2,6
agosto	7,4	8,1	7,3	1,7	1,6	2,2
<b>H'</b>	<b>0,782</b>			<b>2,229</b>		
<b>p</b>	<b>0,676</b>			<b>0,328</b>		

Tabela 4. Distribuição mensal do número de captura das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas, nos três estratos, entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

Meses	Frugívoros subosque			Frugívoros dossel			Frugívoros oportunistas		
	SB	SD	DO	SB	SD	DO	SB	SD	DO
setembro	20	5	0	0	0	1	0	8	0
outubro	14	4	2	1	5	3	4	13	1
novembro	12	3	0	2	10	11	4	6	4
dezembro	6	2	0	7	5	10	8	11	6
janeiro	31	9	6	10	22	23	19	14	7
fevereiro	36	19	4	21	57	42	27	33	19
março	29	9	4	13	33	30	15	16	13
abril	21	1	2	1	6	10	3	4	5
maio	16	3	1	0	3	3	0	0	2
junho	35	2	0	0	0	0	1	1	1
julho	18	3	2	15	45	23	13	23	10
agosto	13	5	3	0	16	5	3	12	12

Tabela 5. Comparação *post-hoc* do teste de Kruskal-Wallis, comparando a abundância de frugívoros de subosque, nos três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

Comparações (método de Dunn)	Diferença dos Postos	z calculado	p
Postos médios SB x SD	13,375	3,1096	< 0,05
Postos médios SB e DO	20,5	4,7662	< 0,05
Postos médios SB e DO	7,125	1,6565	> 0,05

Ao nível do SB, a variação na abundância mensal de frugívoros de subosque foi relacionada positivamente com a disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,60$ ,  $p = 0,03$ ). Já a abundância dos frugívoros oportunistas foi relacionada positivamente com a disponibilidade de frutos imaturos e precipitação ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,02$  e  $r = 0,65$ ,  $p = 0,02$ , respectivamente). No SD,

observou-se correlação positiva na variação da abundância de frugívoros de dossel com precipitação ( $r = 0,64$ ,  $p = 0,02$ ). Por fim, no DO, variações nas abundâncias de frugívoros de subosque e frugívoros de dossel, foram positivamente correlacionadas com disponibilidade de frutos maduros ( $r = 0,62$ ,  $p = 0,02$ ) e precipitação ( $r = 0,71$ ,  $p = 0,01$ ). Para as demais correlações nos três estratos, não houve relação significativa (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de correlação de Pearson entre a abundância de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas e disponibilidade de frutos imaturos, maduros, precipitação e temperatura, para os três estratos amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014 em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

CORRELAÇÕES	SB		SD		DO	
	r	p	r	p	r	p
<b>Abundância de frugívoros de subosque</b>						
Frutos imaturos	0,21	0,51	0,22	0,48	0,05	0,87
Frutos maduros	0,60	0,03	0,07	0,81	0,62	0,02
Precipitação	0,40	0,19	0,64	0,02	0,37	0,23
Temperatura	0,15	0,62	0,45	0,13	0,22	0,47
<b>Abundância de frugívoros de dossel</b>						
Frutos imaturos	0,50	0,09	0,16	0,60	0,27	0,38
Frutos maduros	0,46	0,13	0,06	0,85	0,61	0,03
Precipitação	0,57	0,05	0,52	0,08	0,71	0,01
Temperatura	0,36	0,24	0,11	0,72	0,43	0,15
<b>Abundância de frugívoros oportunistas</b>						
Frutos imaturos	0,63	0,02	0,13	0,67	0,12	0,70
Frutos maduros	0,55	0,05	-0,05	0,86	0,40	0,19
Precipitação	0,65	0,02	0,47	0,11	0,56	0,05
Temperatura	0,49	0,1	0,23	0,45	0,19	0,53



## DISCUSSÃO

A abundância das guildas de frugívoros de subosque e frugívoros de dossel variou de acordo com os meses, todavia, de forma independente entre elas. Para frugívoros de dossel, foram registrados dois picos de abundância, sendo um entre fevereiro e março e outro, menor em julho. Já para frugívoros de subosque, houve menor variação mensal com apenas um pico de abundância entre janeiro e março. A maior variação para frugívoros de dossel, quando comparado a outras guildas foi observada também em diferentes áreas (HENRY *et al.* 2004; MELLO 2009; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010; CARVALHO *et al.* 2014), com as variações sendo associadas a dieta das guildas. De fato, diferenças nos hábitos alimentares, podem influenciar nos padrões sazonais de abundância de alguns grupos de morcegos (MOYA *et al.* 2008; TORIBIO-HERNÁNDEZ 2013).

Frugívoros de dossel, por exemplo, por consumirem frutos de plantas com disponibilidade altamente sazonal (*big-bang*), tendem a apresentar correspondente flutuação sazonal em sua abundância (AGUIRRE *et al.* 2003; HENRY *et al.* 2004), o que é associado a ocorrência de deslocamentos sazonais (PEDRO & TADDEI 2002; PASSOS *et al.* 2003; BIANCONI *et al.* 2006). Já frugívoros de subosque, por se alimentarem preferencialmente de frutos com menor variação sazonal na disponibilidade (*steady-state*), tenderiam a apresentar populações com maior estabilidade temporal em suas abundâncias (KALKO 1998; MELLO 2009).

Apesar da disponibilidade de frutos ter a possibilidade de influenciar a abundância mensal de todas as guildas de frugívoros, no presente estudo, ela teve relação significativa apenas com os frugívoros de subosque. Isso pode

ser reflexo do fato que, Piperaceae corresponde a 66% das espécies botânicas amostradas para a disponibilidade de recurso alimentar. Frutos dessa família, mais especificamente do gênero *Piper*, representam o principal recurso alimentar de *C. perspicillata* (MARINHO-FILHO 1991; MELLO *et al.* 2004; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2007; LOBOVA *et al.* 2009), a qual foi a espécie mais abundante dentre os frugívoros de subosque. Sendo assim, a hipótese de que a variação observada nessa guilda, seja reflexo da relação entre disponibilidade de frutos do gênero *Piper* e da abundância de *C. perspicillata* é condizente (REIS *et al.* 2003).

As abundâncias mensais de frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, foram correlacionadas positivamente com a precipitação. De forma geral, a abundância de morcegos frugívoros é maior em períodos chuvosos (ex.: PEDRO & TADDEI 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004), o que é atribuído à ocorrência de maior disponibilidade de recurso alimentar (DINERSTEIN 1986; PEREIRA *et al.* 2010; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2014). A ausência de correlação direta entre a variação mensal na abundância das guildas e disponibilidade de frutos pode ser decorrente de dois fatores. O primeiro é o fato de que, dentre as espécies consumidas predominantemente por frugívoros de dossel, como por exemplo, *Cecropia* e *Ficus* (LOBOVA *et al.* 2009), poucos indivíduos foram amostrados, quando comparado ao total de indivíduos amostradas. Isso pode subestimar a disponibilidade de recurso para essa guilda. O segundo fator está relacionado ao fato de que, mesmo com preferência por alguns tipos de alimento, espécies de frugívoros de dossel e oportunistas, podem apresentar dietas altamente diversificadas (ex.: BERNARD 2001; PASSOS *et al.* 2003; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2007; MELLO *et al.* 2008),

inclusive com a utilização de folhas como recurso alimentar (BOBROWIEC & CUNHA 2010). Sendo assim, a relação dessas guildas com a disponibilidade de recurso alimentar não pode ser refutada.

A dominância de frugívoros de dossel sobre as demais guildas, já era um aspecto esperado em assembleias de morcegos filostomídeos, visto que este agrupamento é composto predominantemente por espécies da sub-família Stenodermatinae (BONACCORSO 1978; BERNARD 2001; DRUMONT 2003; PEREIRA *et al.* 2010), a qual dentre os morcegos da América do Sul é a sub-família mais diversa (GARDNER 2007d). Além disso, Stenodermatinae também representa um dos táxons mais abundantes em regiões tropicais e subtropicais (ex.: ARITA 1997; FARIA 2006; CASTRO-LUNA & CASTILLO-CAMPOS 2007), inclusive no sul do Brasil, onde algumas espécies desta sub-família, como por exemplo, *A. lituratus* e *A. fimbriatus*, figuram entre as mais abundantes em diversas localidades (ex.: REIS & MÜLLER 1995; Ruí & FABIÁN 1997; CARVALHO *et al.* 2009; WEBER *et al.* 2011; CARVALHO *et al.* 2013).

Frutos maduros foram disponíveis durante o ano todo, sem haver diferenças associadas ao meses. Este aspecto provavelmente é reflexo das espécies botânicas amostradas, as quais, em sua maioria, correspondem a espécies com síndrome de frutificação do tipo "*steady-state*", como por exemplo, os gêneros *Piper* e *Cecropia* (KALKO 1998). Além disso, em ambientes tropicais, devido a alta diversidade de plantas e frutificação não sincronizada dos indivíduos, provavelmente há disponibilidade de frutos constante ao longo dos meses (BONACCORSO 1978; PEREIRA *et al.* 2010). Todavia, picos de maior disponibilidade de frutos são reportados em diferentes ambientes (ex.: HEITHAUS *et al.* 1975; DINERSTEIN 1986; FLEMING & WILLIAMS

1990; PEDRO & TADDEI 1997), estando sempre associados aos períodos de maior temperatura e/ou pluviosidade. Este padrão é observado também em ambientes de Mata Atlântica (MARINHO-FILHO 1991), mesmo o bioma não apresentando marcada variação na temperatura e precipitação, como observado em outros biomas brasileiros.

Para os frugívoros de subosque, o uso dos estratos, diferiu entre os meses. A utilização mensal do SB foi diferente daquela do SD e DO, todavia, semelhante entre os estratos superiores. A identificação dessa variação, tem importante implicação no entendimento da estruturação das assembleias de morcegos (STEVENS & AMARILLA-STEVENS 2012). Em estudos com amostragens restritas ao SB, quando detectada a ocorrência de variação mensal ou sazonal na abundância de espécies ou guildas, a ocorrência de movimentos entre áreas é colocada como hipótese para explicar tais variações (ex.: PEDRO & TADDEI 2002; PASSOS *et al.* 2003; MELLO *et al.* 2008; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2014) inclusive, sendo sugerido que a ocorrência de deslocamentos, seja uma característica comum para ambientes tropicais (ESBÉRARD *et al.* 2011). Todavia, os dados obtidos no presente estudo, indicam que possa haver também deslocamentos verticais no uso do espaço ao longo dos meses. Essa hipótese é reforçada pelas informações de captura-recaptura, onde observa-se que um mesmo indivíduo, pode utilizar diferentes estratos ao longo dos meses.

Para frugívoros de subosque, a variação mensal da abundância no SB e DO, teve correlação positiva com a disponibilidade de frutos maduros. Para *C. perspicillata*, a espécie mais abundante dentre os frugívoros de subosque, frutos de plantas típicas do dossel, como por exemplo, *Cecropia* e *Ficus* também são reportados como parte de sua dieta (ex.: MELLO *et al.* 2004;

RIOS-BLANCO& PÉREZ-TORRES 2015), sendo que, no Panamá, a utilização de diferentes estratos foi associada a variação sazonal na disponibilidade de recurso alimentar (BONACCORSO 1978). Para as demais espécies dessa guilda, não há informação sobre variações mensais no uso vertical dos estratos, todavia, por pertencerem a mesma guilda, é provável que apresentem padrões semelhantes com a utilização diferenciada dos estratos ao longo dos meses.

Para frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, além da relação com a disponibilidade de frutos maduros, observa-se também que a variação mensal na abundância dessas guildas, no SD e DO, foi correlacionada com a precipitação. Um estudo desenvolvido Costa Rica, demonstra que, a altura de captura de alguns morcegos frugívoros, diferiu entre estação seca e chuvosa (REX *et al.* 2011), indicando que diferenças no regime de chuvas, ao longo dos meses, podem também resultar em diferenças no uso vertical do espaço. Essa influencia, não deve ser relacionada a presença da chuva em específico, mas sim com os padrões de frutificação resultantes dessas diferenças (KLINGBEIL & WILLIG 2009).

No presente estudo tanto a frequência mensal de frutos imaturos, quanto a de frutos maduros foram iguais entre os três estratos. Esse padrão é igual ao reportado para ambiente amazônico (PEREIRA *et al.* 2010), onde foi observado que a disponibilidade sazonal de frutos, ocorreu de forma semelhante entre subosque e dossel. É provável que essa característica seja reflexo das síndromes de frutificação das espécies amostradas, dentre as quais, somente o gênero *Ficus*, apresenta como característica de frutificação, grande quantidade de frutos, disponíveis por curtos períodos (MARINHO-FILHO 1991). As demais espécies, principalmente aquelas do gênero *Piper*, possuem

como característica, pequena disponibilidade, porém, por longos períodos (MELLO *et al.* 2004).

Os registros de variação mensal na utilização dos estratos, juntamente com a correlação da abundância com variáveis bióticas e abióticas, feitos no presente estudo, são útil para melhorar o conhecimento sobre a estruturação das guildas de morcegos neotropicais. Esse é o primeiro passo para o melhor entendimento da organização das comunidades (PEDRO & TADDEI 1997), seja em uma escala temporal ou espacial. Isso reforça os argumentos de que, estudos sobre estrutura vertical são de extrema importância para que possamos entender a estruturação das assembleias como um todo (BERNARD 2001; CARVALHO *et al.* 2013), e não apenas de uma pequena parte, como feito quando analisamos somente dados provenientes do subosque.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza pelo apoio logístico e financeiro ao projeto. A todos os funcionários e estagiários da RNSM, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização das amostragens de campo. A Viviane Mottin, Jaqueline Duarte, Jennifer Barros, João Antônio de Bittencurt Vitto, Luana Almeida Pereira e Flávia Carvalho pelo auxílio durante a coleta dos dados. Ao CNPQ pela bolsa de doutorado cedida a F. Carvalho.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.M.S. & MARINHO-FILHO, J. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bats species in a fragment of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(2): 385-390.
- AGUIAR, L.M.S. & MARINHO-FILHO, J. 2007. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. **Acta Chiropterologica**, 9(1): 251-260.
- AGUIRRE, L.F.; LENS, L.; DAMME, R. & MATTHYSEN, E. 2003. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a neotropical savanna in Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, 19: 367-374.
- ARITA, H.T. 1997. Species composition and morphological structure of the bat fauna of Yucatan, Mexico. **Journal of Animal Ecology**, 66(1): 82-97.
- AYRES, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.A.S. 2007. **BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio-Médicas**. Belém do Pará. 380p.
- BARQUEZ, R.M.; MARES M.A. & BRAUN J.K. 1999. Bats of Argentina. **Special Publications Museum of Texas Tech University** 42: 1-275.
- BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 17: 115-126.
- BIANCONI, G.V.; MIKICH, S.B. & PEDRO, W.A. 2006. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1199-1206.
- BOBROWIEC, P.E.D. & CUNHA, R.M. 2010. Leaf-consuming behavior in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera:

- Phyllostomidae), in an urban area of Southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, 16(1): 596-600.
- BONACCORSO, F.J. 1978. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences** 4: 359-408.
- BREDT, A.; UIEDA, W. & PEDRO, W.A. 2012. **Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Brasília, Redes de Sementes do Cerrado. p.273.
- CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. **Zoologia**, 30(5): 491-498.
- CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 2014. Variação sazonal no número de captura de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae) no estrato superior de um remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, 27(3): 131-138.
- CARVALHO, F.; ZOCHE, J.J. & MENDONÇA, R.A. 2009. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em restinga no município de Jaguaruna, sul de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, 22(3): 193-201.
- CASTRO-LUNA, A.A.; SOSA, V.J. & CASTILLO-CAMPOS, G. 2007. Quantifying phyllostomid bats at different taxonomic levels as ecological indicators in a disturbed tropical forest. **Acta Chiropterologica**, 9(1): 219-228.
- CIECHANOWSKI, M.; ZAJAC, T.; ZIELINSKA, A. & DUNAJSKI, R. 2010. Seasonal activity patterns of seven vespertilionid bat species in Polish lowlands. **Acta Theriologica**, 55(4): 301-314.



- DINERSTEIN, E. 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican Cloud Forest. **Biotropica**, 18(4): 307-318.
- DUMONT, E.R. 2003. Bats and Fruit: An Ecomorphological Approach. p.398-429. In: KUNZ T.H & FENTON M.B (Eds). **Bat Ecology**. The University of Chicago Press. 779p.
- ESBÉRARD, C.E.L.; LIMA, I.P.; NOBRE, P.H.; ALTHOFF, S.L.; JORDÃO-NOGUEIRA, T.; DIAS, D.; CARVALHO, F.; FABIAN, M.E.; SEKIAMA, M.L. & SOBRINHO, A.S. 2011. Evidence of vertical migration in the Ipanema bat *Pygoderma bilabiatum* (Chiroptera: Phyllostomidae: Stenodermatinae). **Zoologia**, 28(6): 717-724.
- FABIÁN, M.E.; RUI, A.M. & WAECHTER, J.L. 2008. Plantas utilizadas como alimento por morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae), no Brasil. p.51-70. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L. & SANTOS, G.A.S.D. (EDS). **Ecologia de Morcegos**. Londrina, Nélio Roberto dos Reis. 148 p.
- FARIA, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 531-542.
- FLEMING, T.H. & EBY, P. 2003. Ecology of bat Migration.p.156-208. In: KUNZ T.H. & FENTON, M.B. (Eds). **Bat Ecology**. Chicago, The University of Chicago Press. p.779.
- FLEMING, T.H. & WILLIAMS, C.F. 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican Tropical Dry Forest. **Journal of Tropical Ecology**, 6(2): 163-178.

- GALETTI, M.; PIZO, M.A. & MORELLATO, P.C. 2006. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. pp.395-422. In: CULLEN L. Jr.; RUDRAN R. & VALLADARES-PADUA C. (Eds). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora da Universidade Estadual do Paraná, Curitiba, II+651p.
- GARDNER, A.L. 2007a. Genus *Chiroderma*.p.321-325. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007b. Genus *Platyrrhinus*. p.329-341. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007c. Genus *Vampyroides*. p.355-356. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007d. Subfamily Stenodermatinae. p.300-301. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GOMES, L.A.C.; PIRES, A.S.; MARTINS, M.A.; LOURENÇO, E.C. & PERACCHI, A.L. 2014. Species composition and seasonal variation in abundance of Phyllostomidae bats (Chiroptera) in na Atlantic Forest remnant, southeastern Brazil. **Mammalia**, 29: 1-8.
- HEITHAUS, E.R.; FLEMING T.H. & OPLER P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal Tropical Forest. **Ecology**, 56(4): 841-854.

- HENRY, M.; GAUTIER-HION A. & COLYN M. 2004. Species composition, abundance and vertical stratification of a bat community (Megachiroptera: Pteropodidae) in a West African rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 20: 21-29.
- HODGKISON, R.; BALDING, S.T.; ZUBAID, A. & KUNZ, T.H. 2004. Habitat structure, wing morphology, and the vertical stratification of Malaysian fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae). **Journal of Tropical Ecology**, 20: 667-673.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 274p.
- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. **Zoology**, 111: 281-297.
- KLINGBEIL, B.T. & WILLIG, M.R. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. **Journal of Applied Ecology**, 46: 203-213.
- LACKI, M.J.; HAYES, J.P. & KURTA, A. 2007. **Bats in Forests: conservation and Management**. Estados Unidos da América, The Johns Hopkins University Press. 329p.
- LOBOVA, T.A.; GEISELMAN, C.K. & MORI, S.A. 2009. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. The New York Botanical Garden Press. New York. 471p.
- LOWMAN, M.D. & WITTMAN, P.K. 1996. Forest Canopies: Methods, Hypotheses, and Future Directions. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 27: 55-81.

- MAGURRAN, A.E. 2011. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná. 262p.
- MARINHO-FILHO, J. & SAZIMA, I. 1989. Activity patterns of six phyllostomid bats species in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 49(3): 777-782.
- MARINHO-FILHO, J.S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 17(1): 59-67.
- MELLO, M.A.R. 2009. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Oecologica**, 35: 280-286.
- MELLO, M.A.R.; KALKO, E.K.V. & SILVA, W.R. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira liliium* (Chiroptera) in a brazilian montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, 89(2): 485-492.
- MELLO, M.A.R.; SCHITTINI, G M.; SELIG, P. & BERGALLO, H.G. 2004. Seasonal variation in the diet of the *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**, 68(1): 49-55.
- MIRANDA, J.M.D.; BERNARDI, I.P. & PASSOS, F.C. 2011. **Chave ilustrada para a determinação de morcegos da região sul do Brasil**. Curitiba: João M.D. Miranda. 56 p.
- MONTIEL, S.; ESTRADA, A. & LEÓN, P. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio temporal dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 267-276.

- MOYA, M.I.; MONTAÑO-CENTELLAS, F.; AGUIRRE, L.F.; TORDOYA, J.; MARTÍNEZ, J. & GALARZA, M.I. 2008. Variación temporal de la quiropterofauna en un bosque de yungasen Bolivia. **Mastozoología Neotropical**, 15(2): 349-357.
- ODUM, E.P. 1983. **Ecologia**. Guanabara Koogan S.A, Rio de Janeiro, RJ, 1+434p.
- ORTENCIO FILHO, H.; LACHER JR. T.E.; RODRIGUES, L.C. 2014. Seasonal patterns in community composition of bats in forest fragments of the Alto Rio Paraná, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 14(34): 1-11.
- ORTENCIO FILHO, H.; REIS, N. R. & MINTE-VERA, C.V. 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a seasonal semideciduous forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 70(4): 937-945.
- PASSOS, F.C.; SILVA, W.R.; PEDRO, W.A. & BONIN, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 511-517.
- PEDRO, W.A & TADDEI, V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, 6: 3-21.
- PEDRO, W.A. & TADDEI, V.A. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(3): 951-954.

- PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; REIS, N.R.; NOGUEIRA, M. & ORTENCIO FILHO, H. 2012. Ordem Chiroptera. p.155-234. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. 2ed. Londrina, Nélio Roberto dos Reis.
- PEREIRA, M.J.R.; MARQUES, J.T. & PALMEIRIM, J.M. 2010. Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in amazonian forest. **Biotropica**, 42(6): 680-687.
- PINTO-COELHO, R.M. 2000. **Fundamentos em Ecologia**. Artmed, Porto Alegre, RS, I+252p.
- REIS, N.R. & MULLER, M.F. 1995. Bat diversity of forests and open areas in a subtropical region of south Brazil. **Ecologia Austral**, 5: 31-36.
- REIS, N.R.; BARBIERI, M.L.S.; LIMA, I.P. & PERACCHI, A.L. 2003. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequenos tamanho? **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(2): 225-230.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. 2007 **Morcegos do Brasil**. Londrina, Nélio Roberto dos Reis. p.253.
- REX, K.; MICHENER, R.; KUNZ, T.H. & VOIGT, C.C. 2011. Vertical stratification of Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) revealed by stable carbone isotopes. **Journal of Tropical Ecology**, 27: 211-222.
- RÍOS-BLANCO, M.C. & PÉREZ-TORRES, J. 2015. Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de mucielagos frugívoros en un bosque seco tropical (Colombia). **Mastzoologia Neotropical**, 22(1): 103-111.

- RUÍ, M.A & FABIAN, M.E. 1997. Quirópteros de la família Phyllsotomidae (Mammalia, Chiroptera) em selvas do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Chiroptera Neotropical** 3(2): 75-77.
- SIPINSKI, E.A.B. & REIS, N.R. 1995. Dados ecológicos dos quirópteros da Reserva de Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(3): 519-528.
- SISBIO. 2015. **Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>. Acesso em setembro de 2015.
- STEVENS, R.D. & AMARILLA-STEVENS, H.N. 2012. Seasonal environments, episodic density compensation and dynamics of structure of chiropteran frugivore guilds in Paraguayan Atlantic forest. **Biodiversity and Conservation**, 21: 267-279.
- STONER, K.E. 2001. Differential habitat use and reproductive patterns of frugivorous bats in tropical dry forest of northwestern Costa Rica. **Canadian Journal of Zoology**, 79: 1626-1633.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2): 150-153.
- STRAUBE, F.C. & URBEN-FILHO, A. 2005. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). **Atualidades Ornitológicas**, 124: 12-33.
- TORIBIO-HERNÁNDEZ. E. 2013. Dinámica espacio-temporal de ansambles de murciélagos frugívoros en respuesta a a disponibilidad de frutos en selvas medianas. **Chiroptera Neotropical**, 19(1): 1192-1197.

VELAZCO, P.M. & SIMMONS, N.B. 2011. Systematics and taxonomy of great striped-faced bats of the genus *Vampyrodes* Thomas, 1900 (Chiroptera: Phyllostomidae). **American Museum Novitates**, 3710: 1-35.

WEBER, M.M.; ARRUDA, J.S.; AZAMBUJA, B.O.; CAMILOTI, V.L. & CÁCERES, N.C. 2011. Resources partitioning in a fruit bat community of the Southern Atlantic Forest, Brazil. **Mammalia**, 75: 217-225.



## Capítulo 4

### **CAPÍTULO 4. VARIAÇÃO HORÁRIA NA ESTRUTURAÇÃO VERTICAL DE UMA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA**

## RESUMO

Altos valores de captura em determinado período, podem indicar maior atividade de forrageamento ou maior utilização de um habitat em um período específico. No presente estudo, analisamos se a probabilidade de captura das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas e nectarívoros se alteram ao longo da noite, assim como, se diferem entre os estratos florestais. A amostragem foi realizada mensalmente, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica, no litoral norte do Paraná. A captura dos morcegos foi realizada com redes de neblina, instaladas em três estratos florestais, abertas por 360 minutos após início do crepúsculo. O período de amostragem foi dividido em 12 períodos de 30 minutos cada. Para analisar se o número de captura de cada guilda foi dependente do período de amostragem, utilizou-se o teste de Lilliefors. A comparação entre os estratos do número de captura de cada guilda, nos 12 períodos temporais foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis. Somente para frugívoros de subosque ( $D = 0,257$  e  $p < 0,05$ ) e nectarívoros ( $D = 0,25$  e  $p < 0,05$ ), as taxas de captura foram dependentes do período de amostragem. Na comparação entre estratos, para frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, a distribuição dos números de capturas nos períodos amostrados, foram dependentes do estrato ( $H' = 26,134$ ,  $p < 0,001$ ;  $H' = 14,404$ ,  $p < 0,001$  e  $H' = 7,185$ ,  $p = 0,027$ , respectivamente), diferentemente de nectarívoros, para os quais, o número de captura nos períodos foi independentes do estrato ( $H' = 4,636$ ,  $p = 0,098$ ). Os padrões observados sugerem que, ao menos nos primeiros 360 minutos da noite, frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas utilizam de maneira diferente o espaço vertical. Somente para frugívoros de subosque e nectarívoros, foram registrados picos de captura no início do período de amostragem, o que pode estar ligado redução na disponibilidade de recurso com o passar da noite.

**Palavras-chaves:** forrageamento; guildas; padrão de atividade; Paraná; quirópteros.

## ABSTRACT

High values of capture in a certain period of time can indicate greater foraging activity or greater utilization of a habitat. In this study, I investigated if the probability of capturing understory, canopy and opportunistic frugivores, as well as nectarivores, can be altered along the night, and if it differs among strata. Samplings were carried out monthly, from September 2013 to August 2014, in an Atlantic Forest environment, northern coast of Paraná state. Bats were captured with mist-nets disposed in three forest strata, opened along 360 minutes after dusk. Sampling period was divided in 12 periods with 30 minutes each. For analyzing if the number of captures of each guild was dependent of sampling period, I applied Lilliefors Test. To compare the number of captures in each stratum, in the 12 time periods, I applied Kruskal-Wallis test. Only understory frugivores ( $D = 0.257$  e  $p < 0.05$ ) and nectarivores ( $D = 0.25$  e  $p < 0.05$ ), capture rates depended on sampling period. When comparing strata, the distribution of captures number in sampled periods depended on strata only for understory, canopy and opportunistic frugivores ( $H' = 26.134$ ,  $p < 0.001$ ;  $H' = 14.404$ ,  $p < 0.001$  e  $H' = 7.185$ ,  $p = 0.027$ , respectively). It differs from nectarivores, wich number of captures in the periods indended on stratum ( $H' = 4.636$ ,  $p = 0.098$ ). The observed patterns suggest that, at least in the first 360 minutes of night, understory, canopy and opportunistic frugivores use differently forest vertical space. Capture peaks were recorded only for understory frugivores and nectarivores, in the first period of samplings, what can be related to the reduction in resource disponibilitiy along the night.

**Keywords:** Foraging; guilds; activity pattern; Paraná; Chiroptera.

## INTRODUÇÃO

Capturar e estudar morcegos em ambientes florestais, devido ao modo de locomoção volante e ao comportamento noturno, corresponde a um desafio (LIM & ENGSTROM 2001). Todavia, pelo fato dos morcegos influenciarem fortemente os padrões de riqueza e diversidade de mamíferos (ESTRADA & COATES-ESTRADA 2001) e participaram de diversos processos biológicos (KALKO 1998; BERNARD 2001; FALCÃO *et al.* 2003), superar esse desafio é importante.

Em regiões neotropicais, as assembleias de morcegos são dominadas pela família Phyllostomidae (GARDNER 2007a), os quais podem explorar todos os micro-habitat verticalmente disponíveis (WEINBEER & KALKO 2004; RÉX *et al.* 2011), inclusive havendo predominância de algumas espécies ou grupos de espécies, por estratos específicos (ex.: BERNARD 2001; KALKO & HANDLEY 2001; SAMPAIO *et al.* 2003; PEREIRA *et al.* 2010; CARVALHO *et al.* 2013). Associando as informações da dieta, modo de obtenção de alimento e micro-habitat predominante de forrageamento, os morcegos filostomídeos têm sido tradicionalmente classificados em guildas (ex.: BONACCORSO 1978; FLEMING *et al.* 1972), como por exemplo, frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas e nectarívoros.

Além de diferirem entre micro-habitat de forrageamento e dieta, o que são apontadas como características que permitem a co-existência das espécies ou guildas (MCNAB 1971), morcegos podem também apresentar distintos padrões de atividade horária. Estas diferenças podem ser influenciadas pela disponibilidade temporal de alimento, condições climáticas, risco de predação, condições fisiológicas e o estado reprodutivo (JONES & RYDELL 1994; THIES *et al.* 2006; WEINBEER *et al.* 2006; SCANLON & PETIT 2008).

Além disso, o nível de alteração ambiental também parece influenciar a atividade horária dos morcegos (PRESLEY *et al.* 2009a; b).

De modo geral, morcegos de regiões tropicais e subtropicais tendem a manter alguma atividade ao longo de toda noite, porém, algumas espécies podem concentrar sua atividade logo após o início do crepúsculo (AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004), ou apresentarem pico de captura mais tardiamente (ex.: BONACCORSO 1978; MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; BERNARD 2002). Padrões de atividade horária indicam como as espécies exploram o ambiente, o que é uma importante dimensão de seus nichos ecológicos (PIANKA 1973).

Estudos sobre padrões de atividade para morcegos utilizam geralmente, o número de captura como variável preditora (ex.: ALMANSA & MARTINEZ 1982; MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004; ORTENCIO FILHO *et al.* 2010), assumindo haver correlação positiva entre o número de captura e atividade. Entretanto, alguns autores argumentam que, captura em redes de neblina, não corresponderia ao padrão de atividade (BERNARD 2002; PRESLEY *et al.* 2009b), pois a ausência de captura não pode ser interpretada como correspondente ausência de atividade. Para testar essa relação BERNARD (2002), comparou os padrões de atividade de *Mimon crenulatum* (É. Geoffroy 1810) com captura em redes e por telemetria, onde observou diferentes padrões, dependendo do método utilizado. Resultado diferente do observado por THIES *et al.* (2006), onde os autores compararam os padrões de atividade de *Carollia castanea* H. Allen, 1890 também com captura em redes e telemetria, todavia, não sendo observada diferença significativa nos padrões de atividade reportados por ambos os métodos. Mesmo que não corresponda ao padrão exato de atividade, altos números de captura horária

podem indicar ocorrência de maior utilização de um ambiente em determinado período.

Estudos com enfoque na atividade horária de morcegos utilizando o número de captura como variável preditora, foram desenvolvidos em diferentes ambientes (ex.: BROWN 1968; LAVAL 1970; KUNZ 1973; ALMANSAS & MARTINEZ 1982), inclusive em diferentes biomas no Brasil (ex.: BERNARD 2002; MULLER & REIS 1992; SIPINSKI & REIS 1995). Todavia, a maioria dos estudos analisa somente a comparação entre espécies morfologicamente semelhantes (MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; PEDRO & TADDEI 2002; AGUAR & MARINHO-FILHO 2004; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010), sendo raros, os estudos que comparam o número de captura horária entre diferentes tipos de ambientes (PRESLEY *et al.* 2009a, b) e estratos.

A hipótese de variação temporal na utilização dos estratos já foi observada para espécies insetívoras do gênero *Myotis* nos Estados Unidos (HAYES & GRUVER 2000), contudo, para espécies tropicais ou subtropicais, praticamente não existe nenhuma informação sobre a variação temporal na utilização dos estratos. PRESLEY *et al.* (2009b) menciona a hipótese de que as espécies possam apresentar variação temporal na utilização dos estratos, porém sem apresentar dados que confirmem a hipótese. Pelo exposto acima, analisamos se a probabilidade de captura das guildas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas e nectarívoros se altera ao longo dos primeiros 360 minutos da noite, assim como, se diferem entre os três estratos florestais estudados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (RNSM), localizada no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná (25°09'98"S e 48°17'90"W - Figura 1). Segundo classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cfa*, o qual é caracterizado por verões quentes, sem estação seca definida. Segundo critérios fitogeográficos, a área insere-se no bioma Mata Atlântica (IBGE 2012). Com base nos dados coletados na estação meteorológica da RNSM, a temperatura anual média da área é de 21°C, sendo, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais quentes, em contrapartida, junho, julho e agosto correspondem aos mais frios.

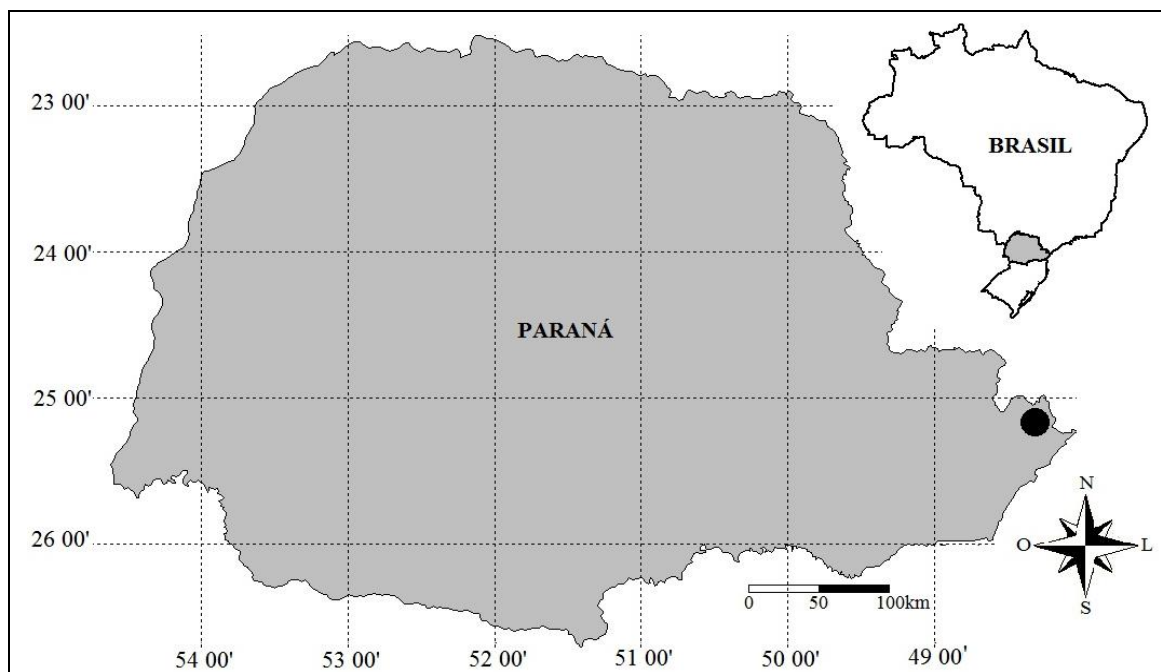


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (●) na RNSM, no município de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná.

A RNSM possui área de 2.340 ha, estando inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba (STRAUBE & URBEN-FILHO 2005), que abrange 282.444 ha (SISBIO, 2015). A região inclui o maior remanescente contínuo do Bioma Mata Atlântica do Brasil. Devido ao histórico de colonização da região, a vegetação da RNSM abrange desde áreas com vegetação secundária inicial, até ambientes com vegetação em estágio avançado de regeneração, sendo que, para o presente estudo, as amostragens foram realizadas em vegetação secundária, com dossel atingindo 12 e 25 metros de altura e na subformação de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

### **Protocolo de amostragem**

O trabalho de campo foi realizado entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Para a captura dos morcegos foram instaladas redes de neblina em três ambientes: Subosque (SB), ambiente formado por vegetação de porte herbáceo e arbustivo, com altura máxima de até três metros em relação ao nível do solo; Subdossel (SD), ambiente com vegetação de porte arbustivo e arbóreo, com altura entre quatro e oito metros e; Dossel (DO), ambiente com vegetação de porte arbóreo, com altura superior a 10 metros.

Para cada ambiente, em cada noite de amostragem foram instaladas seis redes de neblina (uma rede de 12 x 2,5 m; três redes de 9 x 2,5 m; duas de 6 x 2,5 m - todas da marca Avinet com malha de 36 mm), as quais permaneceram abertas por seis horas após início de crepúsculo, sendo revisadas em intervalos máximos de 20 minutos. O esforço amostral para cada estrato foi de 52.020 m<sup>2</sup>.h, o qual foi calculado segundo protocolo descrito por



STRAUBE & BIANCONI (2002). A licença para realização do estudo foi concedida pelo SISBIO sob o número 36103-3.

Os morcegos capturados foram alocados em sacos individuais de algodão, etiquetados com o respectivo estrato e horário de captura e encaminhados para base de campo, onde foram identificados, realizada biometria, realizada a marcação com anilhas metálicas numeradas e posterior soltura nos mesmos locais onde ocorreram as capturas. A identificação taxonômica dos indivíduos seguiu BARQUEZ *et al.* (1999), GARDNER (2008a, b e c), MIRANDA *et al.* (2011) e VELAZCO & SIMMONS (2011).

Foram analisadas quatro guildas de morcegos filostomídeos, sendo elas: frugívoros de dossel - espécies com dietas predominantemente frugívoras, com capturas ocorrendo principalmente nos estratos superiores; frugívoros de subosque - espécies com dietas predominantemente frugívoras, com capturas ocorrendo principalmente no subosque; frugívoros oportunistas, espécies com dietas predominantemente frugívoras, sem associação das capturas com nenhum dos estratos e; nectarívoros, espécies com dietas compostas predominantemente por néctar e pólen. Em específico para essa guilda, pelo fato de ser composta somente por duas espécies e ambas apresentarem pequeno número de captura, não foi feita associação com nenhum dos estratos. A definição da dieta predominante foi baseada em bibliografia (REIS *et al.* 2007; PERACCHI *et al.* 2012), e a distribuição vertical predominante foi baseada no índice de predominância no estrato, calculado para estudo de estratificação vertical da presente tese (ver Capítulo 01).

## **Análise de dados**

O período de amostragem de cada noite (seis horas) foi subdividido em 12 intervalos de 30 minutos. A taxa de captura horária foi expressa pelo somatório do número de capturas de cada guilda, em cada intervalo, em cada estrato. Para analisar se a distribuição do número de captura de cada guilda, foi dependente do período de amostragem, foi utilizado o teste de Lilliefors. Para comparar a distribuição do número de captura, de cada guilda, entre os três estratos amostrados, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Havendo diferença, foi utilizado o teste de Dunn para identificar quais pares de estratos diferiram entre si. Todas as análises foram realizadas no software BioEstat (AYRES *et al.* 2007), com nível de significância de 0,05.

## **RESULTADOS**

Foram analisadas 1.145 capturas de 14 espécies e quatro guildas tróficas (Tabela 1). Para frugívoros de subosque e nectarívoros, as taxas de captura foram dependentes do período de amostragem ( $D = 0,257$  e  $p < 0,05$ ;  $D = 0,25$  e  $p < 0,05$  respectivamente). Em frugívoros de subosque, o pico de captura ocorreu entre 60 e 120 após início do crepúsculo e em nectarívoros, entre 60 e 90 minutos, ambos, decaindo as taxas de captura nos períodos subsequentes (Figura 2). Para frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, as taxas de captura foram independentes do período de amostragem ( $D = 0,117$  e  $p > 0,05$ ;  $D = 0,124$  e  $p < 0,05$  respectivamente), mantendo-se constantes, ao longo dos 360 minutos após início do crepúsculo (Figura 2).

Tabela 1. Lista de espécies, número de captura por estrato e guilda de morcegos da família Phyllostomidae, amostrados entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em três estratos florestais, em remanescente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

Espécies	Estratos			Guilda
	SB	SD	DO	
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	32	68	39	Frugívoro de dossel
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	35	113	96	Frugívoro de dossel
<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	0	2	9	Frugívoro de dossel
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	9	16	13	Frugívoro de dossel
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	0	3	5	Frugívoro de dossel
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	130	28	5	Frugívoro de subosque
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	32	17	7	Frugívoro de subosque
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	82	20	11	Frugívoro de subosque
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	60	89	46	Frugívoro oportunista
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	31	42	24	Frugívoro oportunista
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	5	6	8	Frugívoro oportunista
<i>Vampyroides caraccioli</i> (Thomas, 1889)	1	1	0	Frugívoro oportunista
<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	26	13	4	Nectarívoro
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	2	7	8	Nectarívoro

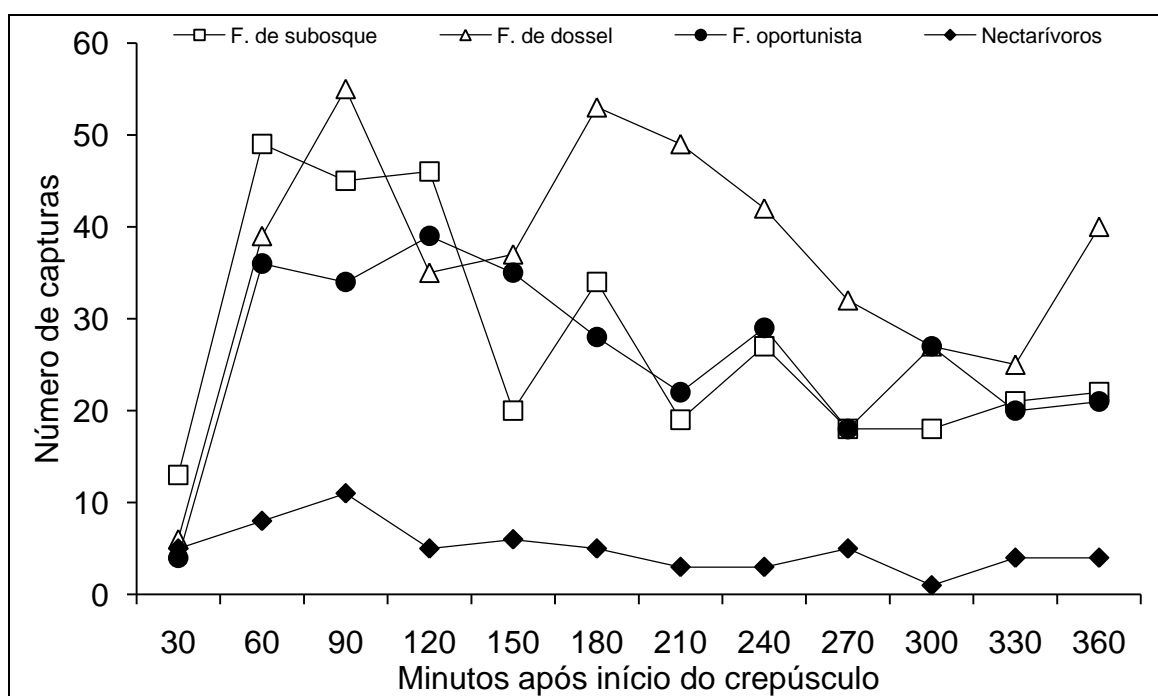


Figura 2. Distribuição do número de capturas de frugívoros de subosque, frugívoros de dossel, frugívoros oportunistas e nectarívoros, ao longo dos 360 minutos após início do crepúsculo, entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do Paraná.

Na comparação entre estratos, para frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, a distribuição da frequência de captura nos períodos amostrados foi dependente do estrato ( $H' = 26,134$ ,  $p < 0,001$ ;  $H' = 14,404$ ,  $p < 0,001$  e  $H' = 7,185$ ,  $p = 0,027$ , respectivamente), diferentemente de nectarívoros, para os quais a taxa de captura horária foi independentes do estrato ( $H' = 4,636$ ,  $p = 0,098$  - Figura 3).

Para frugívoros de subosque, ao nível do SB, o pico de captura ocorreu entre 60 e 120 minutos, no SD aos 240 minutos e no DO, em 120 minutos (Figura 3). Na comparação aos pares, SB diferiu de SD e DO ( $p < 0,05$  em ambas as comparações) e SB e DO foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ). Em frugívoros de dossel, ao nível do SB, o pico de captura ocorre em 150 minutos, no SD em 90 e 180 minutos e no DO em 90 minutos (Figura 3). Na comparação aos pares, assim com em frugívoros de subosque, SB diferiu de SD e DO ( $p < 0,05$  em ambas as comparações) e SD e DO foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ). Para frugívoros oportunistas, ao nível do SB, o pico de captura ocorreu entre 60 e 90 minutos, no SD, entre 90 e 150 minutos e no DO, em 120 minutos (Figura 3). Na comparação aos pares, somente entre SD e DO houve diferença ( $p < 0,05$ ).

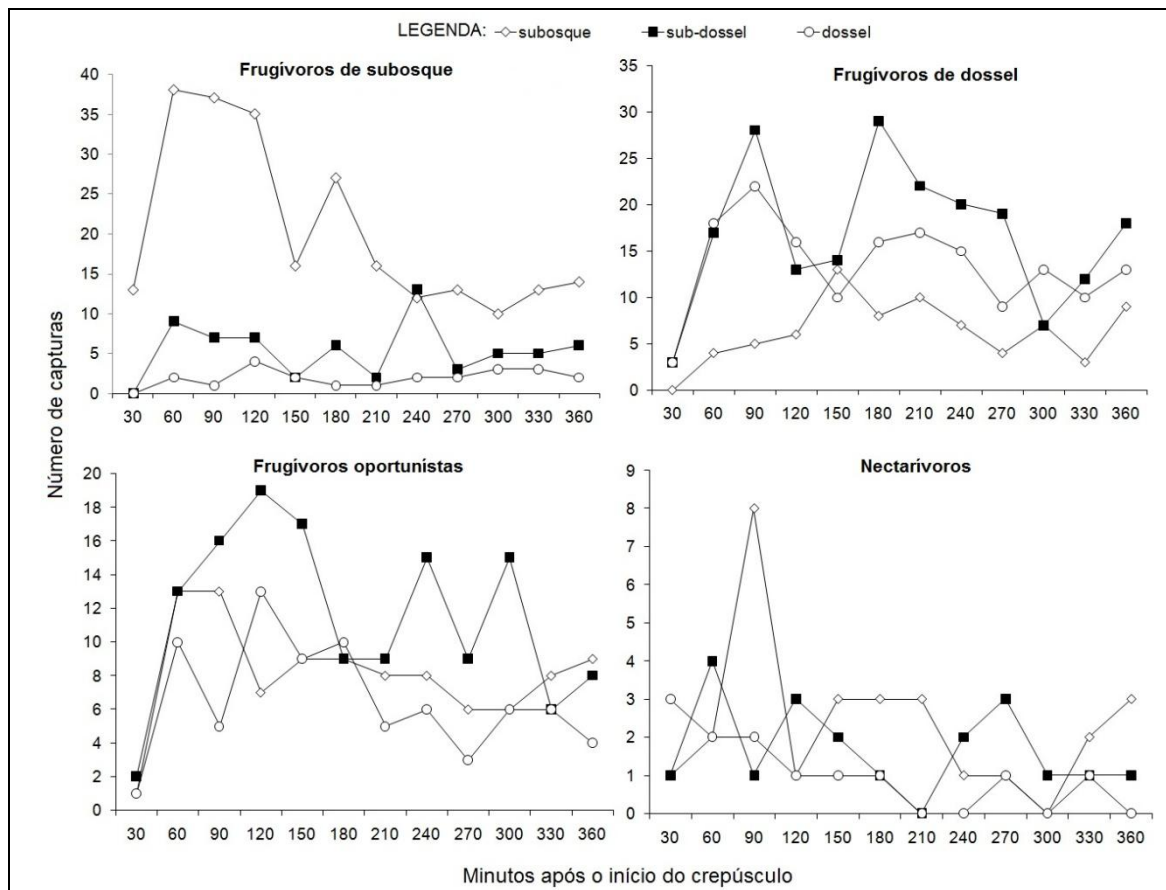


Figura 3. Distribuições das taxas de captura horária nos três estratos, para as quatro guildas em 360 minutos após início do crepúsculo, em amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em ambiente de Mata Atlântica na RNSM, no litoral norte do estado do Paraná.

## DISCUSSÃO

Os padrões observados sugerem que, ao menos nos primeiros 360 minutos da noite, frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas utilizam de maneira diferente o espaço vertical. Ao nível do SB, os dados obtidos são semelhantes aos observados em diversas regiões, onde frugívoros de subosque e oportunistas tendem a apresentar picos de captura no início do período de amostragem e frugívoros de dossel, mais tardiamente (ex.: BONACCORSO 1978; MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; HEITHAUS *et al.* 1975; MULLER & REIS 1992; PEDRO & TADDEI 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004;

ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010). Todavia, a ocorrência de diferença temporal nos picos de captura, entre os estratos não era conhecida. Por exemplo, para frugívoros de subosque, quando diminui a taxa de captura no SB, essa aumenta nos estratos superiores, enquanto para frugívoros de dossel, no início da noite quando a taxa de captura é baixa no SB, ela é alta nos estratos superiores, alternando posteriormente.

Estas diferenças, provavelmente refletem três aspectos do forrageamento dessas guildas: dieta, utilização de abrigos e padrões de deslocamento. Os picos de captura no início da noite estão relacionado a procura por alimento, sendo que, frugívoros de subosque concentram suas dietas em espécies arbustivas típicas do SB, principalmente *Piper*, *Solanum* e *Vismia* (ex.: BERNARD 2002; MELLO *et al.* 2004). Já frugívoros de dossel, buscam por frutos em plantas de porte arbóreo, disponíveis principalmente no DO, como por exemplo, *Cecropia* e *Ficus* (ex.: PASSOS *et al.* 2003; PASSOS & GRACIOLLI 2004; SILVA *et al.* 2008).

Depois de concluída a alimentação, os morcegos deslocam-se das áreas de forrageamento para abrigos onde ocorre a digestão (KUNZ & LUMSDEN 2003) ou para outras áreas de forrageamento. Para algumas espécies de frugívoros de subosque, como por exemplo, representantes do gênero *Dermanura* e *Sturnira*, já foi observado utilização de abrigos nos estratos superiores da floresta (KUNZ *et al.* 1994; FENTON *et al.* 2000), o que explicaria o aumento de captura neste estrato posteriormente. Para frugívoros de dossel, representados principalmente por espécies do gênero *Artibeus*, também é observado a utilização de abrigos nos estratos superiores (ex.: ZORTÉA 2007). Entretanto, morcegos do gênero *Artibeus* utilizam os estratos superiores para

obtenção de alimento e os inferiores como áreas de deslocamentos (KALKO 1998). Sendo assim, o pico de captura mais tardio desta guilda, poderia corresponder a eventos de deslocamentos entre sítios de alimentação.

Uma segunda hipótese para explicar as diferenças nas taxas de captura horárias, seria que, no início da noite, as espécies concentram o forrageamento nos locais de maior abundância dos recursos predominantes em suas dietas. Posteriormente, passam a explorar também outros estratos e conseqüentemente, outros recursos disponíveis complementando assim suas dietas. Esta hipótese, *a priori*, possui suporte pelo hábito alimentar, visto que, para frugívoros de subosque é reportado o consumo de frutos característicos de estratos superiores, e para frugívoros de dossel, ocorre também registro de frutos típicos de subosque (ex.: BONACCORSO 1978; PASSOS *et al.* 2003; PASSOS & GRACIOLLI 2004; LOBOVA *et al.* 2009; ESTRADA-VILLEGAS *et al.* 2010; SILVEIRA *et al.* 2011). Para que esta hipótese possa ser testada é necessário a realização de uma análise da variação temporal da composição da dieta dessas guildas, o que não foi abordado em nenhum estudo.

Para nectarívoros, a utilização temporal dos três estratos foi semelhante ao longo dos 360 após início do crepúsculo. As duas espécies que compõem essa guilda (*A. caudifer* e *A. geoffroyi*), apesar de apresentarem diversas adaptações ao hábito nectarívoro, utilizam frequentemente frutos e insetos em suas dietas (WILLIG *et al.* 1993; ORTEGA & ALARCÓN-D 2008; BARROS *et al.* 2013) os quais podem estar disponíveis em diferentes ambiente. Além disso, por terem a possibilidade de explorar todos os três estratos (ver Capítulo 1), há maior número de oportunidades no ambiente (ESTRADA & COATES-ESTRADA 2002).

Somente para frugívoros de subosque e nectarívoros, foram registrados picos de captura no início do período de amostragem. Maiores taxas de captura no início do período noturno já foram reportadas por diversos estudos (ex.: MULLER & REIS 1992; PEDRO & TADDEI 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO 2004), o que estaria associado as altas demandas energéticas dos morcegos (FLEMING 1988; THIES *et al.* 2006; ORTENCIO-FILHO *et al.* 2010). Além disso, o forrageamento nos primeiros períodos da noite, pode ser energeticamente vantajoso (HEITHAUS *et al.* 1975), pelo fato de poder haver redução na disponibilidade de alimento com o passar da noite (MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; THIES *et al.* 2006). Essa redução pode ser um fator importante no forrageamento de frugívoros de subosque, os quais baseiam suas dietas em plantas que apresentam poucos frutos maduros disponíveis em cada noite (ex.: MARINHO-FILHO 1991; MELLO *et al.* 2004).

Para frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas, as frequências de capturas foram similares entre os primeiros 360 minutos após início do crepúsculo. Para algumas das espécies dessas guildas, a ausência de segregação temporal no número de captura foi também observada para outras áreas (MARINHO-FILHO & SAZIMA 1989; BERNARD 2002). Morcegos do gênero *Artibeus*, os quais foram os mais abundantes em ambas as guildas, tendem a realizar deslocamentos entre sítios de abrigo e alimentação (KALKO 1998). Esses deslocamentos podem fazer com que, mesmo quando não estejam buscando por alimento, esses morcegos sejam capturados, mantendo constantes suas frequências de captura horária. Além disso, por alimentarem-se de plantas com grande disponibilidade de frutos maduros a cada noite, possivelmente não há influencia da diminuição da oferta de recurso nos



padrões de atividade horária dessas guildas, assim como ocorre para frugívoros de subosque.

Os dados revelaram que a taxa de captura horária, para algumas guildas, variou no ambiente como um todo, assim como, na comparação entre os diferentes estratos. Isso reforça a idéia que a organização da estrutura das assembleias de morcegos é altamente dinâmica (MELLO 2009), havendo variações no uso do espaço em escala temporal e espacial. Essas observações são úteis para compreender como as diferentes guildas utilizam o espaço e quais possíveis mecanismos permitem a coexistência de um grande número de espécies.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza pelo apoio logístico e financeiro ao projeto. A todos os funcionários e estagiários da RNSM, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização das amostragens de campo. A Viviane Mottin, Jaqueline Duarte, Jennifer Barros, João Antônio de Bittencurt Vitto, Luana Almeida Pereira e Flávia Carvalho pelo auxílio durante a coleta dos dados. Ao CNPQ pela bolsa de doutorado cedida a F. Carvalho.

## **REFERÊNCIAS**

AGUIAR, L.M.S. & MARINHO-FILHO, J. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bats species in a fragment of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(2): 385-390.

- ALMANSAS J.C. & MARTINEZ A. 1982. Ritmo de actividad de cuatro especies de murciélagos neotropicales. **Historia Natural**, 2(24): 213-220.
- AYRES, M.; AYRES D.L.; SANTOS, A.A.S. 2007. BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Instituto Mamirauá, Belem do Pará. 380p.
- BARROS, M.A.S.; RUI, A.M. & FABIAN, M.E. 2003. Seasonal variation in the diet of the bat *Anoura caudifer* (Phyllostomidae; Glossophaginae) at the southern limit of its geographic range. **Acta Chiropterologica**, 15(1): 77-84.
- BARQUEZ, R.M.; MARES M.A. & BRAUN J.K. 1999. Bats of Argentina. **Special Publications Museum of Texas Tech University** 42: 1-275.
- BERNARD, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 17: 115-126.
- BERNARD, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bats species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(1): 173-188.
- BONACCORSO, F.J. 1978. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences** 4: 359-408.
- BROWN, J.H. 1968. Activity patterns of some neotropical bats. **Journal of Mammalogy**, 49(4): 754-757.
- CARVALHO, F.; FABIÁN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. **Zoologia**, 30(5): 491-498.

- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. 2001. Bat species richness in live fences and corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. **Ecography**, 24: 94- 102.
- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, México. **Biological Conservation**, 103: 237-245.
- ESTRADA-VILLEGAS, S.; PÉREZ-TORRES, J. & STEVENSON, P.R. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. **Mastozoología Neotropical**, 17(1): 31-41.
- FALCÃO, C.F.; REBELO, F.V. & TALAMONI, A.S. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, South-East Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20(2): 347-350.
- FENTON, M.B.; VONHOF, M.J.; BOUCHARD, S.; GILL, S.A.; JOHNSTON, D.S.; REID, F. A.; RISKIN, D.K.; STANDING, K.L.; TAYLOR, J.R. & WAGNER, R. 2000. Roosts Used by *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Belize. **Biotropica**, 32(4): 729-733.
- FLEMING, T.H. 1988. The Short-tailed fruit bat, a study in plant-animal interactions. Chicago, **University of Chicago Press**. 365p.
- FLEMING, T.H.; HOOPER, E.T. & WILSON, D.E. 1972. Three central American bat communities: Structure, reproductive cycles and movement patterns. **Ecology**, 53(4): 555-569.
- GARDNER, A.L. 2007a. Family Phyllostomidae. p.207-208. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.

- GARDNER, A.L. 2007b. Genus *Chiroderma*.p.321-325. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007c. Genus *Platyrrhinus*. p.329-341. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- GARDNER, A.L. 2007d. Genus *Vampyroides*. p.355-356. In: GARDNER, A.L. (Ed.) **Mammals of South America**. Chicago and London. The University of Chicago Press.
- HAYES, J.P. & GRUVER, J.C. 2000. Vertical stratification of bat activity in an Old-Growth Forest in Western, Washington. **Northwest Science**, 74 (2): 102-108.
- HEITHAUS, E.R.; FLEMING T.H. & OPLER P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal Tropical Forest. **Ecology**, 56(4): 841-854.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 274p.
- JONES, G. & RYDELL, J. 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, 346: 445-455.
- KALKO, E.K.V. & HANDLEY, C.O. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, 153: 319-333.

- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. **Zoology**, 111: 281-297.
- KUNZ, T.H. 1973. Resource utilization: Temporal and spatial components of bat activity in central Iowa. **Journal of Mammalogy**, 54(1): 14-32.
- KUNZ, T.H. & LUMSDEN, L.F. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. p. 3-89. In: KUNZ, T.H. & FENTON, M.B. (Eds.). *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- KUNZ, T.H.; FUJITA, M.S.; BROOKE, A.P. & MCCRACKEN, G.F. 1994. Convergence in Tent Architecture and Tent-Making Behavior Among Neotropical and Paleotropical Bats. **Journal of Mammalian Evolution**, 2(1): 57-78.
- LAVAL, RK. 1970. Banding returns and activity periods of some Costa rican bats. **Southwestern Naturalist**, 15: 1-10.
- LIM, B.K.; ENGSTROM, M.D.; REID, F.A.; SOMINS, N.B.; VOSS, R.S. & FLECK, D.W. 2010. A new species of *Peropteryx* (Chiroptera: Emballonuridae) from Western Amazonia with comments on Phylogenetic Relationships within the genus. **American Museum Novitates**, 3686: 1-20.
- LOBOVA, T.A.; GEISELMAN, C.K. & MORI, S.A. 2009. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. The New York Botanical Garden Press. New York. 471p.
- MARINHO-FILHO, J. & SAZIMA, I. 1989. Activity patterns of six phyllostomid bats species in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 49(3): 777-782.
- MCNAB, B.K 1971. The structure of triropical bat faunas. **Ecology**, 52(2): 352-358.

- MELLO, M.A.R. 2009. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Oecologica**, 35: 280-286.
- MELLO, M.A.R.; SCHITTINI, G.M.; SELIG, P.; BERGALLO, H.G. 2004. Seasonal variation in the diet of the *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**, 68(1): 49-55.
- MIRANDA, J.M.D.; BERNARDI, I.P. & PASSOS, F.C. 2011. **Chave ilustrada para a determinação de morcegos da região sul do Brasil**. Curitiba: João M.D. Miranda. 56 p.
- MULLER, M.F. & REIS, N.R. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera; Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 9(3-4): 223-233.
- ORTEGA, J. & ALARCÓN-D, I. 2008. *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Mammalian Species**, 818: 1-7.
- ORTENCIO FILHO H.; REIS N. R. & MINTE-VERA, C.V. 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stationnal semidecidual forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 70(4): 937-945.
- PASSOS, F.C. & GRACIOLLI, G. 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(3): 487-489.
- PASSOS, F.C.; SILVA, W.R.; PEDRO, W.A. & BONIN, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervalles, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 511-517.

- PEDRO, W.A. & TADDEI, V.A. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(3): 951-954.
- PERACCHI, A.L. LIMA, I.P.; REIS, N.R.; NOGUEIRA, M.R. & ORTENCIO FILHO, H. 2011. Ordem Chiroptera. p.155-234. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. Nélio Roberto dos Reis, Londrina. 441p.
- PEREIRA, M.J.R.; MARQUES, J.T. & PALMEIRIM, J.M. 2010. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. **Current Zoology**, 56(4): 469-478.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 4: 53-74.
- PRESLEY, S.J.; WILLIG, M.R.; CASTRO-ARELLANO, I.; WEAVER, S.C. 2009a. Effects of habitat conversion on temporal activity patterns of phyllostomid bats in lowland amazonian rain forest. **Journal of Mammalogy**, 90(1): 210-221.
- PRESLEY, S.J.; WILLIG, M.R.; SALDANHA, L.N.; WUNDERLE, JR., J.M. & CASTRO-ARELLANO, I. 2009b. Reduced-impact Logging has Little Effect on Temporal Activity of Frugivorous Bats (Chiroptera) in Lowland Amazonia. **Biotropica**, 41(3): 369-378.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. 2007. **Morcegos do Brasil**. Londrina, Nélio Roberto dos Reis. p.253.
- REX, K.; MICHENER, R.; KUNZ, T.H. & VOIGT, C.C. 2011. Vertical stratification of Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) revealed by stable carbone isotopes. **Journal of Tropical Ecology**, 27: 211-222.

- SAMPAIO, E.M.; KALKO, E.K.V.; BERNARD E.; RODRIGUÉZ-HERRERA B. & HANDLEY C.O. 2003. A Biodiversity Assessment of Bats (Chiroptera) in a Tropical Lowland Rainforest of Central Amazonia, Including Methodological and Conservation Considerations. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 38 (1): 17-31.
- SCANLON, A.T. & PETIT, S. 2008. Biomass and biodiversity of nocturnal aerial insects in an Adelaide City park and implication for bats (Microchiroptera). **Urban Ecosyst**, 11: 91-106.
- SILVA, A.G.; GAONA, O. & MEDELLÍN, R.A. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. **Journal of Mammalogy**, 89(1): 43-49.
- SILVEIRA, M.; TREVELIN, L.; PORT-CARVALHO, M.; GODOI, S.; MANDETTA, E.N. & CRUZ-NETO, A.P. 2011. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored área in Southeast Brazil. **Acta Oecologica**, 37: 31-36.
- SIPINSKI, E.A.B. & REIS, N.R. 1995. Dados ecológicos dos quirópteros da Reserva de Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(3): 519-528.
- SISBIO. 2015. **Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>. Acesso em setembro de 2015.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2): 150-153.



- STRAUBE, F.C. & URBEN-FILHO, A. 2005. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). **Atualidades Ornitológicas**, 124: 12-33.
- THIES, W.; KALKO, E.K.V. & SCHNITZER, H. 2006. Influence of environment and resource availability on activity patterns of *Carollia castanea* (Phyllostomidae) in Panama. **Journal of Mammalogy**, 87(2): 331-338.
- VELAZCO, P.M. & SIMMONS, N.B. 2011. Systematics and taxonomy of great striped-faced bats of the genus *Vampyrodes* Thomas, 1900 (Chiroptera: Phyllostomidae). **American Museum Novitates**, 3710: 1-35.
- WEINBEER, M. & KALKO, E.K.V. 2004. Morphological characteristic predict alternate foraging strategy and microhabitat selection in the orange-bellied bat, *Lamproncycteris brachyotis*. **Journal of Mammalogy**, 85(6): 1116-1123.
- WEINBEER, M.; MEYER, C.F.J. & KALKO, E.K.V. 2006. Activity Pattern of the Trawling Phyllostomid Bat, *Macrophyllum macrophyllum*, in Panamá. **Biotropica**, 38(1): 69-76.
- WILLIG, M.R.; CAMILO, G. R. & NOBLE, S.J. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from edaphic cerrado habitats of Brazil. **Journal of Mammalogy**, 74(1): 117-128.
- ZORTÉA, M. 2007. Subfamília Stenodermatinae. p.107-128 In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L. PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. (eds.) **Morcegos do Brasil**. Nélío Roberto dos Reis, Londrina. 253p.

## CONCLUSÕES FINAIS

Para a assembleia amostrada, somente em termos de abundância houve diferença significativa entre os estratos, o que difere da maioria dos estudos, onde geralmente o dossel é apontado como o mais rico e mais diverso. Esta diferença na abundância pode estar relacionada a disponibilidade e utilização de recursos, como por exemplo, alimento e abrigo. Além destes dois fatores, para morcegos que forrageiam dentro do espaço florestal, a forma da asa também influenciou na ocorrência dos grupos nos diferentes estratos. Sendo assim, não apenas um fator explica a predominância das espécies ou grupos em determinado estrato, mas sim, um conjunto de fatores, que atua de forma conjunta sobre as espécies ou agrupamento de espécies.

Nenhum dos estratos amostrados comportou o número total de espécies registradas, inclusive com espécies consideradas como raras em outros estudos, sendo capturadas em número significativo nos estratos superiores. Este aspecto demonstra que, para que uma área seja amostrada de forma satisfatória é necessário a realização de amostragens em diferentes alturas, abrangendo assim, todo o espaço explorado pelos morcegos dentro de ambientes florestais.

No que se refere a flutuação mensal da abundância, foram observados diferentes padrões para os táxons amostrados. Espécies que apresentam dietas baseadas em recursos sazonalmente variáveis, como por exemplo, frugívoros de dossel, apresentaram maior variação mensal em suas abundâncias, quando comparado aquelas que dependem de recursos mais estáveis ao longo do tempo. Além disso, para frugívoros de subosque houve diferença significativa na comparação da abundância entre os estratos, o que

sugere que, em determinados períodos, este grupo pode usar de forma diferente o ambiente vertical da floresta.

Esta utilização diferenciada dos estratos, também ocorre ao longo da noite, ao menos para frugívoros de subosque, frugívoros de dossel e frugívoros oportunistas. Os fatores que podem estar relacionados a estas variações são a oferta de alimento, utilização de abrigos, deslocamento entre sítios de alimentação e a diminuição na disponibilidade de frutos ao longo da noite nos estratos predominantes de forrageamento. Também foi observado maior número de captura no início da noite, o que corrobora a hipótese de que, morcegos frugívoros não toleram longos períodos de jejum, tendo que iniciar o forrageamento, logo após o início do crepúsculo, seja isso ao nível de subosque, subdossel ou dossel.

Na presente tese foram analisados diferentes aspectos da estrutura vertical de uma assembleia de morcegos, os quais já haviam sido abordados em outros estudos, entretanto, para a maioria deles, sem comparações entre diferentes estratos florestais. Esta ausência de estudos abordando amostragem em diferentes estratos, resulta em uma lacuna de conhecimento sobre aspectos básicos da biologia e ecologia das espécies, uma vez que, amostragens restritas a um único estrato podem resultar na identificação de padrões ou resultados incompletos.

Estudos abordando estrutura vertical de assembleias de morcegos tornam-se, portanto, uma importante ferramenta para compreender aspectos ligados a diversidade e utilização do habitat, uma vez que, como reportado no presente estudo, características registradas nos estratos inferiores, podem ser diferentes daquelas registradas nos estratos superiores da floresta. Aliado a

este aspecto, estudos que abordem também características relacionadas a complexibilidade do habitat podem auxiliar no entendimento dos padrões de utilização dos ambientes florestais pelos morcegos.

## ANEXOS



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 36103-3	<b>Data da Emissão:</b> 30/10/2013 10:38	<b>Data para Revalidação*:</b> 29/11/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Fernando Carvalho	CPF: 052.197.589-18
Título do Projeto: ASSEMBLÉIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) DE UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL: RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA, ESTRUTURA VERTICAL E OS FATORES QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES NOS DIFERENTES ESTRATOS	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Amostragem da quiropterofauna	10/2012	09/2015

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA n° 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Outras ressalvas

1	As amadilhas de interceptação de voo (redes de neblina) deverão ser vistoriadas, no mínimo, a cada 30 minutos.
---	--

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	GUARAQUECABA	PR	Reserva Natural Salto Morato	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Chiroptera

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 94928851**



Página 1/4

**Anexo 01.** Cópia da autorização do SISBIO (pagina 01) para realização de amostragem na área da RPPN Salto Morato, litoral norte do estado do Paraná.



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 36103-3	Data da Emissão: 30/10/2013 10:38	Data para Revalidação*: 29/11/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Fernando Carvalho	CPF: 052.197.589-18
Título do Projeto: ASSEMBLÉIA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) DE UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL: RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA, ESTRUTURA VERTICAL E OS FATORES QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES NOS DIFERENTES ESTRATOS	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Chiroptera
3	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Chiroptera (*Qtde: 10)
4	Marcação de animais silvestres in situ	Chiroptera

\* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

#### Material e métodos

1	Amostras biológicas (Outros mamíferos)	Fezes, Animal encontrado morto ou partes (carcaça/osso/pele)
2	Método de captura/coleta (Outros mamíferos)	Captura manual, Rede de neblina
3	Método de marcação (Outros mamíferos)	Anel, Colar

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 94928851



Página 2/4

**Anexo 02.** Cópia da autorização do SISBIO (pagina 02) para realização de amostragem na área da RPPN Salto Morato, litoral norte do estado do Paraná.



## Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil

Fernando Carvalho<sup>1,4</sup>, Marta E. Fabián<sup>2</sup> & João O. Menegheti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-980 Curitiba, PR, Brazil.

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil.

<sup>3</sup> Especialista associado Sul América Programa de Wetlands International.

<sup>4</sup> Corresponding author. E-mail: fernando\_bats@yahoo.com.br

**ABSTRACT.** Few studies have focused the vertical structure of bat assemblages, and how it influences community composition. The goal of this study was to analyze the vertical structure of an assemblage of bats in a forest fragment in southern Brazil. Bats were sampled using mist-nets placed at three heights (understory, below-canopy, and canopy). Forest strata were compared with respect to their species richness and diversity. The latter was estimated using the Shannon-Wiener index ( $H'$ ), and the statistical significance of differences among strata was assessed using t tests. We used an index of Constancy ( $C$ ) to determine the frequency of a given species in each vegetation stratum, such that a species was considered as "frequent" ( $C \geq 50$ ), "less frequent" ( $25 \leq C < 50$ ) and "occasional" ( $C < 25$ ). We captured 485 bats belonging to two families and 24 species. In the understory layer, we captured 173 individuals in 13 species, which resulted in a diversity index of  $H' = 1.981$ . In the under-canopy, 153 individuals were caught in 18 species and the resulting diversity index was  $H' = 2.509$ . Finally, in the canopy, 159 bats were caught, in 22 species, with the resulting diversity index of  $H' = 2.442$ . In the understory and in the canopy, only one species – *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) – was classified as "frequent." Four species – *A. lituratus*, *Sturnira lilium* (É. Geoffroy, 1810), *Anoura geoffroyi* Gray, 1838, and *Eptesicus diminutus* Osgood, 1915 – were classified as "less frequent" in the under-canopy stratum. All other species recorded in each stratum were classified as "occasional." The studied bat assemblage showed vertical stratification, with the higher strata harboring increased diversity. Our study shows how important it is to sample the upper levels of a forest fragment to obtain a more representative understanding of the use of space by a bat assemblage.

**KEY WORDS.** Diversity; Phyllostomidae; richness; stratification; Vespertilionidae.

Chiroptera is the second largest order of mammals (KALKO 1998). In tropical forests, this group accounts for nearly 40 to 50% of the total mastofauna, thus strongly affecting richness and diversity patterns (ESTRADA & COATES-ESTRADA 2001). Moreover, bats occupy a variety of trophic niches, including frugivore, nectarivore, carnivore, sanguivore, piscivore, and insectivore species (FLEMING *et al.* 1972). Due to their considerable feeding plasticity, this group interacts with a broad spectrum of organisms (BERNARD & FENTON 2007), playing a fundamental role in the maintenance of ecological processes (KALKO 1998, BERNARD 2001, FALCÃO *et al.* 2003).

Because of the great ecological importance of bat assemblages, several studies have been conducted focusing on their structure (FLEMING *et al.* 1972, ÁGUILRE 2002, ÉSBÉRARD 2003, BERNARD & FENTON 2007), particularly with the goal of understanding the factors that allow for the coexistence of such a diverse fauna (HEITHAUS *et al.* 1975, REIS 1984, PEDRO & TADDEI 1997, BER-

NARD 2001, LOU & YURRITA 2005 SILVA *et al.* 2008). Out of the factors that have been invoked in promoting diversity, vertical stratification in assemblage composition has gained increasing attention (e.g., KALKO 1998, BERNARD 2001).

Vertical stratification of assemblages has been observed in many animal groups, including invertebrates (e.g., FERMON *et al.* 2005, GONÇALVES & LOUZADA 2005, MARTINS & SOUZA 2005, HIRST 2007), and vertebrates (e.g., PASSAMANI 2000, PREVEDELLO *et al.* 2008). Among the latter, bird assemblages offer good examples of vertical stratification, given that they form clusters of species that occur predominantly at the ground level, on the canopy, and at intermediate levels (e.g., PEARSON 1971, DONATELLI *et al.* 2007).

In the case of bats, studies on vertical stratification also demonstrate the existence of differences in richness and abundance among strata, both for Megachiroptera (FRANCIS 1994, ZUBAID 1994, HENRY *et al.* 2004, HODGKISON *et al.* 2004), and in

## Variação sazonal no número de capturas de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae) no estrato superior de um remanescente de Mata Atlântica no sul do Brasil

Fernando Carvalho<sup>1, 2\*</sup>

Marta Elena Fabián<sup>3</sup>

João Odair Menegheti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná  
Rua XV de Novembro, Jardim das Américas, CEP 80060-000, Curitiba, PR – Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Criciúma, SC – Brasil

<sup>3</sup> Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – RS, Brasil

<sup>4</sup> Sul América Programa de Wetlands International  
Porto Alegre – RS, Brasil

\* Autor para correspondência  
fernando\_bats@yahoo.com.br

Submetido em 05/03/2014  
Aceito para publicação em 20/06/2014

### Resumo

Este estudo teve por objetivo analisar a ocorrência de variações sazonais no número de capturas de *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* nos estratos superiores de um remanescente de Mata Atlântica, no sul do Brasil. Ele foi desenvolvido no município de Pedras Grandes, no extremo sul de Santa Catarina. Os quirópteros foram capturados com redes de neblina instaladas no dossel e subdossel. Para verificar se houve diferença no número de capturas entre as estações, utilizou-se o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com nível de significância de 0,05, e, quando necessário, testes de  $\chi^2$  parciais. *Artibeus lituratus* apresentou diferenças significativas entre as estações, e o maior número de capturas ocorre no outono. Para *S. lilium* não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. A variação sazonal constatada para *A. lituratus* pode estar relacionada à sua dieta, que é baseada em frutos cuja disponibilidade apresenta variação sazonal. Para *S. lilium*, além da dieta, baseada principalmente em plantas que não apresentam variações sazonais em relação à disponibilidade de frutos, a altitude da área de estudo e suas variações de temperatura parecem também explicar a ausência de variação sazonal.

**Palavras-chave:** Abundância; Estação do ano; Floresta Ombrófila Densa; Flutuação populacional; Morcegos

### Abstract

**Seasonal variation in the number of captures of *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) and *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae) in the upper strata of an Atlantic Forest remnant in southern Brazil.** This study aimed to analyze the occurrence of seasonal variations in the number of captures of *Artibeus lituratus* and *Sturnira lilium* in the upper strata of an Atlantic Forest remnant in southern Brazil. It was

**Anexo 04.** Primeira página do manuscrito sobre variação sazonal no número de captura de *A. lituratus* e *S. lilium* em diferentes estratos, publicado na revista Biotemas, durante o período do doutorado.



## First record of *Vampyroides caraccioli* (Thomas, 1889) (Chiroptera: Phyllostomidae) for the state of Paraná, and range extension to southern region of Brazil

Fernando Carvalho<sup>1,2\*</sup>, Viviane Mottin<sup>3</sup>, João M. D. Miranda<sup>4</sup> and Fernando C. Passos<sup>5</sup>

1 Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, Caixa postal: 19031, Curitiba, PR, Brasil.

2 Universidade do Extremo Sul Catarinense, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Universitária, 1105, CEP: 88806-000, Criciúma, SC, Brasil.

3 Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, Caixa postal: 19031, Curitiba, PR, Brasil.

4 Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Departamento de Biologia, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli, CEP 85040-080, Guarapuava, PR, Brasil.

5 Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia Av. Cel. Francisco H. dos Santos, Caixa postal: 19031, Curitiba, PR, Brasil.

\* Corresponding author. E-mail: [fernando.bats@yahoo.com.br](mailto:fernando.bats@yahoo.com.br)

**ABSTRACT:** The present note reports the first record of *Vampyroides caraccioli* in Paraná state, southern Brazil, based on an adult male specimen collected in the "Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato", on the north coast of the state, extending 301 km in the known austral distribution of the species.

DOI: 10.15560/10.5.1189

Until recently, the genus *Vampyroides* Thomas, 1900 was regarded as monospecific, containing only *Vampyroides caraccioli* (Thomas, 1889) (Gardner 2008; Velazco *et al.* 2010; Peracchi *et al.* 2011). However, the systematics of *V. caraccioli* is quite controversial, and some authors considered the species monotypic (*e.g.*, Zortéa 2007; Peracchi *et al.* 2011), while others recognized two subspecies (*e.g.*, Willis *et al.* 1990; Simmons 2005; Gardner 2008; Velazco *et al.* 2010) or even two distinct species (Cabrera 1958). In the most recent review, Velazco and Simmons (2011) recognized two species for the genus, *V. caraccioli* and *V. major* Allen, 1908, based on morphological and molecular data. *Vampyroides major* occurs from southern Mexico to north-western South America, in western Colombia and Ecuador. *Vampyroides caraccioli* occurs in South America, east of Colombia, Ecuador, Peru, northern of Bolivia, Trinidad, Tobago, Venezuela, Guyana, Suriname, Guyana, and Brazil (Velazco and Simmons 2011). Both species can be considered medium-sized, with forearm ranging from 46.8 to 57.3 mm and weighing 25.2 to 34 g (Willis *et al.* 1990; Zortéa 2007; Gardner 2008), and *V. caraccioli* is smaller when compared to *V. major* (Velazco and Simmons 2011).

In Brazil, *V. caraccioli* have been reported for the Amazonian (Martins *et al.* 2006; Peracchi *et al.* 2011), Pantanal (Alho *et al.* 2011), and Atlantic Forest biomes (Faria 2006; Lourenço *et al.* 2010), with its southern known distribution limit at the northern coast of São Paulo (Velazco *et al.* 2010). This species is associated to rainforests (Willis *et al.* 1990), occurring at various altitudes, but more frequently at elevations below 600 m (Willis *et al.* 1990; Zortéa 2007).

Little is known about the biology and ecology of *V. caraccioli*. Lim and Engstrom (2001) included this species in the canopy frugivores guild, but Rex *et al.* (2008)

mentioned that the species has a foraging height of only 10 meters, which does not correspond to the forest canopy. *Vampyroides caraccioli* consumes mainly fruits of Moraceae (*Ficus* spp.) (Willis *et al.* 1990; Giannini and Kalko 2004; Lobova *et al.* 2009) and roosts in small clusters of two to four individuals under palm leaves (Willis *et al.* 1990; Peracchi *et al.* 2011). Regarding the conservation status, the species is not classified in any of the threat categories, both globally (Miller *et al.* 2008) and nationally (Chiarello *et al.* 2008). The goal in the present study is to report the first record of *V. caraccioli* for the state of Paraná, extending its austral distribution.

The record reported here was obtained during a study of vertical stratification in a bat assemblage from the state of Paraná, southern Brazil. This study was carried out from September 2013 to January 2014, and each forest stratum (understory, sub-canopy, and canopy) was sampled with six mist nets each night, opened for six hours after the twilight. The permission to perform the sampling was granted by the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade—ICMBio, under the number 36103-13. So far, 28 nights of sampling were performed, which generated a sampling effort of 22,276.8 m<sup>2</sup>.h for each stratum, calculated according to Straube and Bianconi (2002). This effort resulted in 383 captures of 21 other species, as follows: *Anoura caudifer* (É. Geoffroy, 1818); *Anoura geoffroyi* Gray, 1838; *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838; *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818); *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821); *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758); *Chiroderma doriae* (Thomas, 1891); *Dermanura cinerea* Gervais, 1856; *Desmodus rotundus* (É. Geoffroy, 1810); *Eptesicus brasiliensis* (Desmarest, 1819); *Lamproncycteris brachyotis* (Dobson, 1879); *Myotis nigricans* (Schinz, 1821); *Myotis riparius* Handley, 1960; *Myotis ruber* (É. Geoffroy, 1806); *Platyrrhinus recifinus* (Thomas, 1901);



## Morcegos (Mammalia: Chiroptera) da região do Médio Rio Teles Pires, Sul da Amazônia, Brasil

João M. D. MIRANDA<sup>1,2</sup>, Luciana ZAGO<sup>3</sup>, Fernando CARVALHO<sup>2</sup>, Marcelo B. G. RUBIO<sup>2</sup>, Itiberê P. BERNARDI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Departamento de Biologia. Rua: Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Vila Carli. Guarapuava, Brasil. CEP: 85.040-080.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, campus Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Rua: Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba, Brasil. CEP: 81.531-970.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná, campus Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Rua: Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba, Brasil. CEP: 81.531-970.

\* Autor correspondente: [guaribajoa@yahoo.com.br](mailto:guaribajoa@yahoo.com.br)

### RESUMO

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo e pelo menos 147 espécies de morcegos ocorrem neste ambiente. Apesar desta grande riqueza, a diversidade de morcegos da Amazônia é pobremente conhecida e existem grandes lacunas neste conhecimento. O objetivo do presente trabalho foi descrever a assembleia de morcegos ocorrentes na região do Médio Teles Pires (MTP), no sul da Amazônia. Além disso, avaliou-se a similaridade dessa assembleia em relação a 14 assembleias estudadas em outras localidades amazônicas e avaliou-se a correlação entre as similaridades destas localidades e suas distâncias. Trinta e três espécies de morcegos foram registradas, representando 71% das espécies estimadas (Jackknife2). As três espécies com maior abundância relativa foram: *Carollia perspicillata*, *Pteronotus parnellii* e *Phyllostomus hastatus* que somadas contam com mais de 50% das capturas. O grupo funcional dos frugívoros obteve o maior número de espécies capturadas. Foi encontrada uma correlação negativa entre as distâncias e as similaridades das assembleias de morcegos amazônicos ( $r = -0,22$ ;  $p = 0,014$ ). A distância geográfica pode explicar apenas 6% da similaridade entre as assembleias analisadas, ainda assim, as similaridades destas assembleias permitem que as mesmas sejam agrupadas por suas distâncias geográficas. Além disso, a fauna de morcegos do MTP é diferenciada de outras áreas da Amazônia o que lhe confere um papel especial na conservação dos morcegos amazônicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chiroptera, Inventário de fauna, Assembleias, Biodiversidade.

## Bats (Mammalia: Chiroptera) from the Middle Teles Pires River region, Southern Amazonia, Brazil

### ABSTRACT

Amazonia is the largest tropical rainforest in the world and at least 147 bat species occur in this environment. Despite its richness, the diversity of bat fauna is poorly known for this region and there are large gaps in its knowledge. This study aims to describe the bat assemblage of the Middle Teles Pires River (MTP) region, southern Amazonia. Furthermore, we evaluated the similarity of this assemblage in relation to 14 assemblages studied in other Amazonian localities, and correlations were found between the similarity values among the sites and their geographic distances. Thirty-three bat species were recorded, accounting for 71% of the estimated species richness (Jackknife2). The three species that had the higher relative abundance values were *Carollia perspicillata*, *Pteronotus parnellii* and *Phyllostomus hastatus*, which together accounted for more than 50% of the captures. The frugivore functional group had the highest number of recorded species. A negative correlation was found between the geographic distances and the similarities among the Amazonian bat assemblages ( $r = -0.22$ ;  $p = 0.014$ ). Geographic distance could explain only 6% of the similarities among the analyzed assemblages, even though, the similarity found allowed them to be grouped by their distances. Besides, the MTP bat fauna is different from other Amazonian areas, which gives it a special role in the Amazonian bat conservation.

**KEYWORDS:** Chiroptera, Fauna survey, Assemblage, Biodiversity.



**Anexo 07.** Imagens das 25 espécies de morcegos capturadas na amostragem realizada entre setembro de 2013 e agosto de 2014, em remanescente de Mata Atlântica no litoral norte do estado do Paraná. Fotos: Fernando Carvalho.



*C. perspicillata*



*D. rotundus*



*A. caudifer*



*A. geoffroyi*



*C. auritus*



*M. bennettii*



*T. cirrhosus*



*G. sylvestris*



*L. brachyotis*



*A. fimbriatus*



*A. lituratus*



*A. obscurus*



*C. doriae*



*D. cinerea*



*P. recifinus*



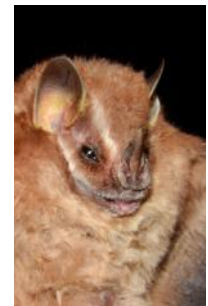
*P. bilabiatum*



*S. lilium*



*S. tildae*



*V. pusilla*



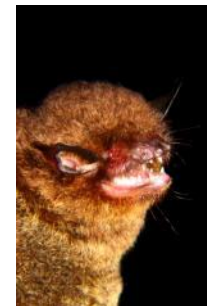
*V. caraccioli*



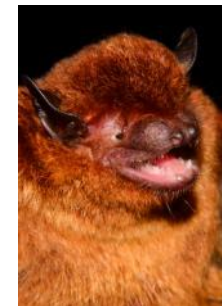
*M. nigricans*



*M. riparius*



*M. ruber*



*E. brasiliensis*



*E. diminutus*