



**RAFAEL DE SOUZA LAURINDO**

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE  
(MAMMALIA, CHIROPTERA) EM UM  
MOSAICO AGRÍCOLA NO SUDESTE DO  
BRASIL: SAZONALIDADE E FRUGIVORIA**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**RAFAEL DE SOUZA LAURINDO**

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE (MAMMALIA, CHIROPTERA) EM  
UM MOSAICO AGRÍCOLA NO SUDESTE DO BRASIL:  
SAZONALIDADE E FRUGIVORIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

Renato Gregorin

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Laurindo, Rafael de Souza.

Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um  
mosaico agrícola no sudeste do Brasil: sazonalidade e frugivoria /  
Rafael de Souza Laurindo. – Lavras : UFLA, 2015.  
75 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de  
Lavras, 2015.

Orientador(a): Renato Gregorin.

Bibliografia.

1. Quirópteros. 2. Sazonalidade. 3. Dieta. 4. Fenologia. 5.  
Floresta Atlântica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**RAFAEL DE SOUZA LAURINDO**

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE (MAMMALIA, CHIROPTERA) EM  
UM MOSAICO AGRÍCOLA NO SUDESTE DO BRASIL:  
SAZONALIDADE E FRUGIVORIA**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas para obtenção do título de Mestre.

25 de fevereiro de 2015

Dr. Bruno Senna Correa                      Cefet-MG

Dr. Paulo dos Santos Pompeu              UFLA

**Orientador**

Renato Gregorin

**LAVRAS – MG**

**2015**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao setor de Ecologia pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Prof. Renato Gregorin pela orientação, apoio e confiança durante o desenvolvimento desse projeto e também pelos valorosos conselhos.

A todos os professores do programa de Ecologia da UFPA, pelo conhecimento transmitido durante as disciplinas e pela disposição em auxiliar nas dúvidas.

Aos professores Marcelo Passamani e Antônio Carlos Zanzini pelas contribuições durante a qualificação desse trabalho.

Aos companheiros de Laboratório, Felipe, Beatriz, Bruno, Karina, Pedro, e a todo o pessoal da Ecologia, em especial à turma 2013-2015.

Aos companheiros de campo Vitor Souza, Beatriz Romão e Leonardo Marin por aguentarem firme e com bom humor durante os invernos frios do sul de Minas Gerais, a grande quantidade de mosquitos durante o verão e as longas noites de coleta.

Aos funcionários da Fazenda Lagoa, Luzia e Miguel, por tornarem da nossa estadia o mais agradável possível, e sempre dispostos a ajudar no que for preciso.

Aos amigos Roberto Leonan Morim Novaes, Renan França, Saulo Félix e André Costa Siqueira, pelo estímulo a começar a trabalhar com morcegos, pelos diversos campos que realizamos juntos, discussão durante artigos e projetos e por toda ajuda durante esses anos.

Ao amigo Luiz Gomes, da UFRRJ, pelo auxílio na identificação de parte das sementes coletadas e que mesmo a distância colaborou muito durante vários momentos desse trabalho.

Ao Instituto Sul Mineiro de Estudos e Conservação da Natureza e a Maria Cristina Weyland Vieira, pelo apoio logístico, incentivo à pesquisa e dedicação à conservação da natureza.

A minha esposa Patrícia, e minha filha Valentini, pelo apoio e confiança durante o projeto e também pela compreensão durante as ausências mensais. Aos meus familiares, pelo incentivo durante esses dois anos de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse projeto.

## RESUMO

A conversão de florestas em terras agrícolas, em todo o mundo, vem acontecendo em ritmo cada vez mais acelerado, principalmente na região tropical. Por isso é muito importante estudar a abundância, composição e fatores que influenciam as dinâmicas da comunidade animal e vegetal nesses ambientes. A abundância e a riqueza de espécies em um determinado local podem ser influenciadas por fatores como condições climáticas, disponibilidade de recursos, interações com competidores e predadores, entre outros. A disponibilidade de recursos muda no decurso do tempo e resulta em períodos de escassez e abundância de alimentos, o que contribui fortemente para a dinâmica da comunidade animal em ambientes tropicais, além de influenciar padrões de atividade e composição da dieta. O objetivo deste trabalho foi investigar a abundância e dieta de morcegos frugívoros em um mosaico agrícola no sudeste do Brasil e testar a hipótese de que a estrutura local da assembleia de morcegos frugívoros muda no decurso do tempo em resposta à disponibilidade de recursos alimentares. A amostragem de morcegos foi realizada entre dezembro de 2013 e janeiro de 2015, totalizando 70 noites de coleta, com auxílio de dez redes de neblina; no período de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015, acompanhou-se a fenologia das espécies florestais que têm seus frutos consumidos por morcegos. E no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014, foram coletadas amostras fecais para identificação da dieta. Como esperado, detectou-se maior abundância e riqueza de espécies na estação chuvosa e quente, período em que a disponibilidade de recursos também foi maior. Os resultados revelaram relação positiva ( $r^2 = 0.70$ ) entre abundância de frutos e abundância de morcegos.

**Palavras-chave:** Floresta Atlântica, Quirópteros, Dieta, Fenologia, Sazonalidade.

## **ABSTRACT**

The conversion of forests into agricultural land has been occurring on an increasingly faster pace worldwide, especially in the tropical region. Thus, it is very important to study the abundance, composition and the factors that influence the dynamics of animal and plant community in these environments. The abundance and species richness in a particular location may be influenced by factors such as climatic conditions, interactions with competitors and predators, and availability of resources. This resource availability changes over time, resulting in shortages in food abundance, which contributes strongly to animal community dynamics in tropical environments, and influence the activity and composition of dietary patterns. The aim of this study was to investigate the abundance and diet of frugivores bats in an agricultural mosaic in southeastern Brazil, testing the hypothesis that the local structure of frugivores bat assemblage changes over time in response to availability of food resources. Sampling of bats was carried between December 2013 and January 2015, in a total of 70 nights, using ten mist nets. From February 2014 to January 2015, we followed the phenology of forest species whose fruits are consumed by bats. From December 2013 to October 2014, we collected fecal samples for diet identification. As expected, we detected a greater abundance and species richness in the hot rainy season, a period where the availability of resources was also higher. The results showed a positive relationship ( $r^2 = 0.70$ ) between fruit abundance and abundance of bats.

**Keywords:** Atlantic Rainforest, Chiropterans, Diet, Phenology, Seasonality.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 02 - Variação na temperatura e na precipitação média mensal do período de fevereiro de 2013 a janeiro de 2014 em um mosaico agrícola no sul de Minas Gerais. Fonte: Estação Meteorológica da Fundação Procafé de Muzambinho/MG.....27
- Figura 3 - Riqueza de espécies e abundância mensais no período de fevereiro de 2014 a dezembro de 2014. As barras em cinza representam os meses secos e barras pretas os meses chuvosos.....32
- Figura 04 -Curva de acumulação de espécies com rarefação da comunidade de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, sudeste do Brasil, para a estação seca e chuvosa. ....34
- Figura 05 - Estimador de Riqueza (Jacknife 1) da comunidade de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, sudeste do Brasil, para a estação seca e chuvosa. ....34
- Figura 06 - Variação abundância de espécies de morcegos frugívoros entre os meses chuvosos e secos. ....35
- Figura 08 -Relação entre a abundância com frutos maduros (%) e a riqueza de morcegos frugívoros; em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, durante março de 2013 a janeiro de 2014. A abundância de frutos foi estimada pelo método de Fournier (1974). ....38

### CAPÍTULO 2

- Figura 1: Localização da área de estudo no estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. ....57
- Figura 3 - Grafo bipartido ilustrando as interações entre morcegos e plantas. Quanto maior a espessura da linha maior é a frequência de interação entre os pares– Espécies de morcegos, Stti = *Sturnira tildae*, Stli = *Sturnira lilium*, Plre = *Platyrrhinus recifinus*, Plli = *Platyrrhinus lineatus*, Cape = *Carollia perspicillata*, Arfi = *Artibeus fimbriatus*, Arli = *Artibeus lituratus*, Pygo = *Pygoderma bilabiatum*, Chdo = *Chiroderma doriae*; Espécies vegetais, Vismia = *Vismia* sp., Cecpa = *Cecropia pachystachya*, Ficsp = *Ficus* sp., Ficgo = *Ficus* cf. *gomelleira*,

Solgr = *Solanum granulosoleprosum*, Solsp3 = *Solanum* sp.3, Solsp2 = *Solanum* sp.2, Solsp1 = *Solanum* sp.1, Pipad = *Piper aduncum*, Pisp4 = *Piper* sp.4, Pisp3 = *Piper* sp.3, Pisp 2 = *Piper* sp.2, Pisp1 = *Piper* sp.1, Pium = *Piper umbellatum*, Pipmo = *Piper mollicomum*.....**65**

Figura 4 - Grafo bipartido energizado, modelo Kamada-Kawai free, destacando os frutos consumidos (círculos verdes) por morcegos frugívoros (círculos amarelos) entre dezembro de 2013 e outubro de 2014 em mosaico agrícola no sudeste do Brasil Quanto maior a espessura da linha maior é a frequência de interação entre os pares. Espécies de morcegos, Stti = *Sturnira tildae*, Stli = *Sturnira lilium*, Plre = *Platyrrhinus recifinus*, Plli = *Platyrrhinus lineatus*, Cape = *Carollia perspicillata*, Arfi = *Artibeus fimbriatus*, Arli = *Artibeus lituratus*, Pygo = *Pygoderma bilabiatum*, Chdo = *Chiroderma doriae*; Espécies vegetais, Vism = *Vismia* sp., Cecpa = *Cecropia pachystachya*, Ficus = *Ficus* sp., Ficgo = *Ficus* cf. *gomelleira*, Sogran = *Solanum granulosoleprosum*, Solsp3 = *Solanum* sp.3, Solsp2 = *Solanum* sp.2, Solsp1 = *Solanum* sp.1, Pipad= *Piper aduncum*, Pisp4 = *Piper* sp.4, Pisp3 = *Piper* sp.3, Pisp 2 = *Piper* sp.2, Pisp1 = *Piper* sp.1, Pipum = *Piper umbellatum*, Pipmo = *Piper mollicomum*. ....**67**

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Lista de espécies, número de capturas, porcentagem e guilda trófica/ de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, Brasil. Hem = hematófago, Nec = nectarívoro, Car = carnívoro, Oni = Onívoro, Fru = frugívoro Ins/Flo = Insetívoro de floresta. ....**32**

Tabela 2 – Disponibilidade de frutos maduros no período de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2014. ....**36**

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Morcegos frugívoros capturados em um mosaico agrícola no sul de Minas Gerais, incluindo número de captura (N) e número de amostras fecais (AF)  
.....**62**

Tabela 2 - Espécies de frutos coletados nas fezes dos morcegos frugívoros. Espécies de morcegos Arli = *Artibeus lituratus*, Arfi = *Artibeus fimbriatus*, Cape = *Carollia perspicillata*, Plre = *Platyrrhinus recifinus*, Plli = *Platyrrhinus lineatus*, Stli = *Sturnira lilium*, Stti = *Sturnira tildae*, Pygo = *Pygoderma bilabiatum*, Chdo = *Chiroderma doriae*. ....**63**

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	13
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16
<b>SEGUNDA PARTE</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	20
<b>MUDANÇAS SAZONAIS NA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS</b> .....	20
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	24
<b>3. HIPÓTESES</b> .....	24
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>4.1 Área de Estudo</b> .....	25
<b>4.2 Amostragem de Morcegos</b> .....	27
<b>4.3 Amostragem de frutificação</b> .....	28
<b>4.4 Análise dos dados</b> .....	29
<b>5. RESULTADOS</b> .....	30
<b>5.1 Estrutura da comunidade</b> .....	30
<b>5.2 Disponibilidade de recursos e influência na abundância e riqueza de morcegos frugívoros</b> .....	35
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>6.1 Estrutura e variação sazonal da comunidade</b> .....	38
<b>6.2 Disponibilidade de recursos e influência na abundância e riqueza de morcegos frugívoros</b> .....	39
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	42
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>52</b>
<b>FRUGIVORIA E REDE DE INTERAÇÕES MORCEGO-PLANTA EM UMA PAISAGEM AGRÍCOLA NO SUDESTE DO BRASIL</b> .....	<b>52</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>54</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>56</b>
<b>3. MATERIAS E MÉTODOS</b> .....	<b>56</b>
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	<b>56</b>
<b>3.2 Amostragem de morcegos</b> .....	<b>58</b>
<b>3.3 Triagem das fezes e identificação das sementes</b> .....	<b>58</b>
<b>3.4 Análise de dados</b> .....	<b>59</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>61</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	<b>67</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>

**PRIMEIRA PARTE**  
**INTRODUÇÃO GERAL**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A conversão de florestas em terras agrícolas é uma das maiores ameaças à conservação e manutenção da biodiversidade, principalmente nas regiões tropicais (TURNER; CORLETT, 1996). Um dos resultados dessa mudança no uso de solo é a fragmentação e redução de habitats, que conseqüentemente leva a mudanças na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (REDFORD, 1992). Por isso, é cada vez mais importante estudos que investiguem a abundância, a composição de espécies e os fatores que influenciam a dinâmica da comunidade animal e vegetal para entender quais os organismos podem ou não sobreviver dentro dessas paisagens, e como essas paisagens podem ser manejadas para conservação da biodiversidade (DAILY; EHRLICH; SANCHEZ-AZOFEIFA, 2001; DAILY et al., 2003; HARVEY et al., 2005).

Morcegos formam um interessante grupo para modelo de estudos com enfoque em fragmentação florestal, persistência em áreas agrícolas e impacto das mudanças climáticas sobre as espécies (BERNARD; FENTON, 2007; GORRESEN; WILLIG, 2004; MENDENHALL, 2004). Devido ao grande número de espécies, eles formam uma parcela considerável da comunidade de mamíferos em ambientes florestais, associada à alta diversidade funcional torna esses mamíferos importantes prestadores de serviços ecossistêmicos, permitindo-os atuar, por exemplo, como dispersores de sementes, polinizadores e no controle de populações de insetos (KUNZ et al., 2011).

Algumas espécies podem ser consideradas como bioindicadoras, respondendo positiva ou negativamente às mudanças no *habitat* (JONES et al., 2009; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000). Muitas espécies de morcegos podem persistir em paisagens fragmentadas (SCHULZE; SEAVY; WHITACRE, 2000), seja por sua capacidade de realizar movimentos de longa distância entre fragmentos, transpondo a matriz, seja por explorar habitats

modificados na matriz (BERNARD; FENTON, 2003; ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2002; SCHULZE; SEAVY; WHITACRE, 2000).

Outro fator que exerce influência na permanência da fauna em um determinado local é a disponibilidade de recursos alimentares (COATES-ESTRADA; ESTRADA, 1986; MENDENHALL et al., 2014). Os frutos, por exemplo, são alimentos efêmeros que podem ser produzidos em diferentes períodos do ano (MARINHO-FILHO, 1991). Sendo assim, acompanhar a fenologia da comunidade vegetal é uma ferramenta fundamental para compreender como a sazonalidade dos recursos alimentares irá afetar os padrões de distribuição, abundância, movimentação e as interações entre espécies (DREVER; GOHEEN; MARTIN, 2009; SCHWARTZ, 2003). Conseqüentemente, mudanças sazonais na oferta de frutos podem resultar em picos de abundância ou escassez de recursos que irão desencadear diferentes respostas na fauna local. Sendo assim, estudos que enfoquem disponibilidade de recursos alimentares e variações na assembleia local possibilitam uma melhor compreensão sobre a estruturação da fauna local.

Essa dissertação está dividida em dois capítulos. O primeiro, **“MUDANÇAS SAZONAIS NA ASSEMBLÉIA DE MORCEGOS FRUGÍVOROS E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS”**, tem como objetivo responder as seguintes perguntas: (1) A abundância de morcegos frugívoros mudam significativamente entre as estações seca e chuvosa? (2) A disponibilidade de frutos quiropterocóricos ao longo do ano influencia nas taxas de captura de morcegos frugívoros?

O segundo capítulo foi intitulado **“FRUGIVORIA E REDE DE INTERAÇÕES MORCEGOS-PLANTA EM UMA PAISAGEM AGRÍCOLA NO SUDESTE DO BRASIL”** e busca entender a interação entre morcegos e frutos em uma paisagem fragmentada. Para isso, analisamos a dieta dos morcegos frugívoros e construímos uma rede de interações frugívoro-planta.

## REFERÊNCIAS

- BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, Lawrence, v. 35, n. 2, p. 262-277, June 2003.
- BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. **Biological Conservation**, Essex, v. 134, n. 3, p. 332-343, Jan. 2007.
- COATES-ESTRADA, R.; ESTRADA, A. Fruiting and frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 2, n. 4, p. 349-357, Nov. 1986.
- DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. **Ecological Applications**, Tempe, v. 11, n. 1, p. 1-13, Feb. 2001.
- DAILY, G. C. et al. Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. **Conservation Biology**, Boston, v. 17, n. 6, p. 1814-1826, Dec. 2003.
- DREVER, M. C.; GOHEEN, J. R.; MARTIN, K. Species-energy theory, pulsed resources, and regulation of avian richness during a mountain pine beetle outbreak. **Ecology**, Durham, v. 90, n. 4, p. 1095-1105, Apr. 2009.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation**, Essex, v. 103, n. 2, p. 237-245, Feb. 2002.
- GORRESEN, P. M.; WILLIG, M. R. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic forest of Paraguay. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 85, n. 4, p. 688-697, Aug. 2004.

HARVEY, C. et al. **Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America**: historical overview and future perspectives. San José: The Nature Conservancy, 2005. 140 p.

JONES, G. et al. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. **Endangered Species Research**, Oldendorf, v. 8, n. 1/2, p. 93-115, July 2009.

KUNZ, T. H. et al. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1223, n. 1, p. 1-38, Mar. 2011.

MARINHO-FILHO, J. S. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 59-67, Feb. 1991.

MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M. L.; AMIN, M. A. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. **Conservation Biology**, Boston, v. 14, n. 6, p. 1666-1675, Dec. 2000.

MENDENHALL, C. D. et al. Predicting biodiversity change and averting collapse in agricultural landscapes. **Nature**, London, v. 509, n. 7499, p. 213-217, May 2014.

REDFORD, K. H. The empty forest. **Bio Science**, v. 42, n. 6, p. 412-422, June 1992.

SCHULZE, M. D.; SEAVY, N. E.; WHITACRE, D. F. A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. **Biotropica**, Lawrence, v. 32, n. 1, p. 174-184, Mar. 2000.

SCHWARTZ, M. D. **Phenology**: an integrative environmental science. 2<sup>nd</sup> ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003. 636 p.

TURNER, I. A.; CORLETT, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 11, n. 8, p. 330-333, Aug. 1996.

**SEGUNDA PARTE**

**CAPÍTULOS**

**CAPÍTULO 1**

**MUDANÇAS SAZONAIS NA ASSEMBLEIA DE MORCEGOS  
FRUGÍVOROS E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS**

## RESUMO

A sazonalidade na disponibilidade de recursos pode contribuir substancialmente para a dinâmica da comunidade de morcegos em ambientes tropicais, exercendo influência sobre as interações entre espécies, padrões de distribuição e movimentação dos animais. Nesse estudo, avaliamos o efeito temporal da disponibilidade de frutos sobre a comunidade de morcegos frugívoros em um mosaico agrícola no sul de Minas Gerais. A amostragem de morcegos foi realizada com o uso de dez redes de neblinas no período de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015, totalizando 60 noites de captura, no mesmo período acompanhamos a fenologia das espécies florestais que têm seus frutos consumidos pelos morcegos. Capturamos um total de 658 indivíduos, sendo 42 recapturas pertencentes a 20 espécies. Como esperado, tivemos um maior número de capturas na estação chuvosa e quente, período em que a abundância de frutos também foi maior, o que suporta a hipótese que locais com maior disponibilidade de recursos resultam em maior abundância de espécies, pois, possibilitam uma partição de recursos, diminuindo a competição. A menor quantidade de frutos na estação seca pode funcionar como um gargalo, limitando a densidade populacional local de morcegos. Nossos resultados também demonstram que as espécies podem responder de diferentes formas à sazonalidade. *Artibeus lituratus* mostra forte declínio nas capturas nos meses secos e frios, enquanto *Sturnira lilium* e *Carollia perspicillata* apresentam pouco ou nenhum declínio nas taxas de capturas, mantendo-se praticamente constantes durante todo o ano.

**Palavras-chave:** Fenologia, Phyllostomidae, riqueza de espécies, variação sazonal.

## 1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de frutos é um fator que exerce forte influência na dinâmica das assembleias de vertebrados frugívoros em ambientes tropicais, influenciando diretamente a abundância de espécies em uma determinada área (OSTFELD; KEESING 2000), sendo que diversos estudos têm encontrado uma relação positiva entre a abundância de frugívoros e frutos (MONKKONEN; FORSMAN; BOKMA, 2006; WILLIAMS; MIDDLETON, 2008).

Frutos maduros estão distribuídos de forma heterogênea no ambiente, variando tanto de forma espacial como temporal, com episódios de grande frutificação, que disponibiliza altos níveis de recursos, e períodos de escassez, que irão desencadear uma ampla gama de estratégias das espécies frugívoras visando aumentar sua chance de sobrevivência, como por exemplo, alteração na dieta, na taxa de ingestão de alimentos, padrões de uso de habitat, comportamento migratório e torpor (AYALA-BERDON; SCHONDUBE; STONER, 2009; GEISER, 2004; HEITHAUS; FLEMING; OPLER, 1975; MCGUIRE; BOYLE, 2013).

Os ritmos de frutificação estão relacionados a fatores bióticos e abióticos, sendo os bióticos as adaptações morfológicas e fisiológicas, além da interação com polinizadores e dispersores (FENNER, 1998; SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Entre os fatores abióticos pode-se considerar como sendo os mais importantes a precipitação, a temperatura e a duração do dia (MORELLATO et al., 2000). As florestas estacionais semidecíduais apresentam sazonalidade bem marcada tanto em temperatura quanto em precipitação, experimentado dentro de um mesmo ano períodos de seca e chuvas (MORELLATO et al., 1989), sendo esse um fator que exerce forte influência sobre as mais variadas comunidades.

Morcegos podem ser excelentes modelos de estudos para respostas a mudanças na disponibilidade e distribuição de recursos alimentares, uma vez que devido à alta mobilidade do grupo, eles podem responder rapidamente a mudanças. Nas regiões tropicais, morcegos formam uma parcela considerável da comunidade de mamíferos (FINDLEY, 1993). Dentre as famílias de morcegos, Phyllostomidae apresenta o maior número de espécies na região Neotropical (GARDNER, 2008) e destaca-se por ser a mais eficaz na exploração de recursos alimentares, sendo conhecidas espécies frugívoras (inclui folhas), nectarívoras (inclui pólen), carnívoras, insetívoras, hematófagas e onívoras (GARDNER, 1977; NOGUEIRA et al., 2005). Essa diversidade de hábitos alimentares permite aos quirópteros desempenhar papéis cruciais na manutenção de serviços ecossistêmicos, como polinização, dispersão de sementes e controle de populações de invertebrados (KUNZ et al., 2011).

As comunidades de morcegos em ambientes tropicais se organizam de forma muito dinâmica. Mello (2009), em um trabalho realizado na Reserva Biológica Poços das Antas, sugere que essa dinâmica mostra forte relação com a fenologia da flora local. Vários autores relatam que a disponibilidade de recursos é um dos principais fatores estruturantes da comunidade de morcegos neotropicais (AGUIRRE et al., 2003; ARLETTAZ; PERRIN; HAUSSER, 1997). Portanto, aspectos como as mudanças temporais e espaciais na distribuição dos recursos alimentares, a sazonalidade climática, diferentes exigências energéticas e a plasticidade trófica das espécies de morcegos podem influenciar tanto a estrutura da comunidade local como os padrões de abundância ao nível de espécie (KLINGBEIL; WILLIG, 2009; PINTO; KEITT, 2008).

Porém, a resposta dos morcegos para a sazonalidade é mal compreendida, especialmente em sistemas tropicais. Enquanto algumas espécies

apresentam forte declínio nas taxas de capturas, outras permanecem estáveis ou podem aumentar sendo mais capturadas, poucos trabalhos avaliaram como a disponibilidade de alimentos afeta a assembleia local de morcegos.

Com base nisso, compreender como a distribuição e abundância de recursos alimentares influencia a dinâmica da comunidade é uma questão-chave para propor estratégias de conservação de espécies, principalmente em mosaicos agrícolas onde os remanescentes florestais desempenham um papel crucial para a conservação em áreas sob forte influência humana, podendo constituir o último refúgio para muitas espécies tropicais ameaçadas (DOTTA; VERDADE, 2011; TURNER; CORLETT, 1996).

Sendo assim, procurou-se responder às seguintes perguntas: (1) a taxa de captura de morcegos filostomídeos mudam significativamente entre as estações seca e chuvosa? (2) a disponibilidade de frutos quiropterocóricos ao longo do ano influencia nas taxas de captura de morcegos frugívoros? Nossa hipótese é de que a abundância e a riqueza dos morcegos frugívoros locais irão mudar entre as estações em resposta a disponibilidade de recursos alimentares.

## **2. OBJETIVOS**

- Descrever a estrutura da comunidade de morcegos filostomídeos em uma paisagem agrícola;
- Investigar a influência da disponibilidade de recursos alimentares nas mudanças temporais da diversidade de morcegos frugívoros ao longo de um ano;
- Avaliar se existe variação na assembleia de morcegos Phyllostomidae entre os meses chuvosos e secos.

## **3. HIPÓTESES**

- (1) Nos meses com maior disponibilidade de recursos no ambiente, haverá maior captura de indivíduos;
- (2) Os meses chuvosos irão concentrar a maior quantidade de frutos.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

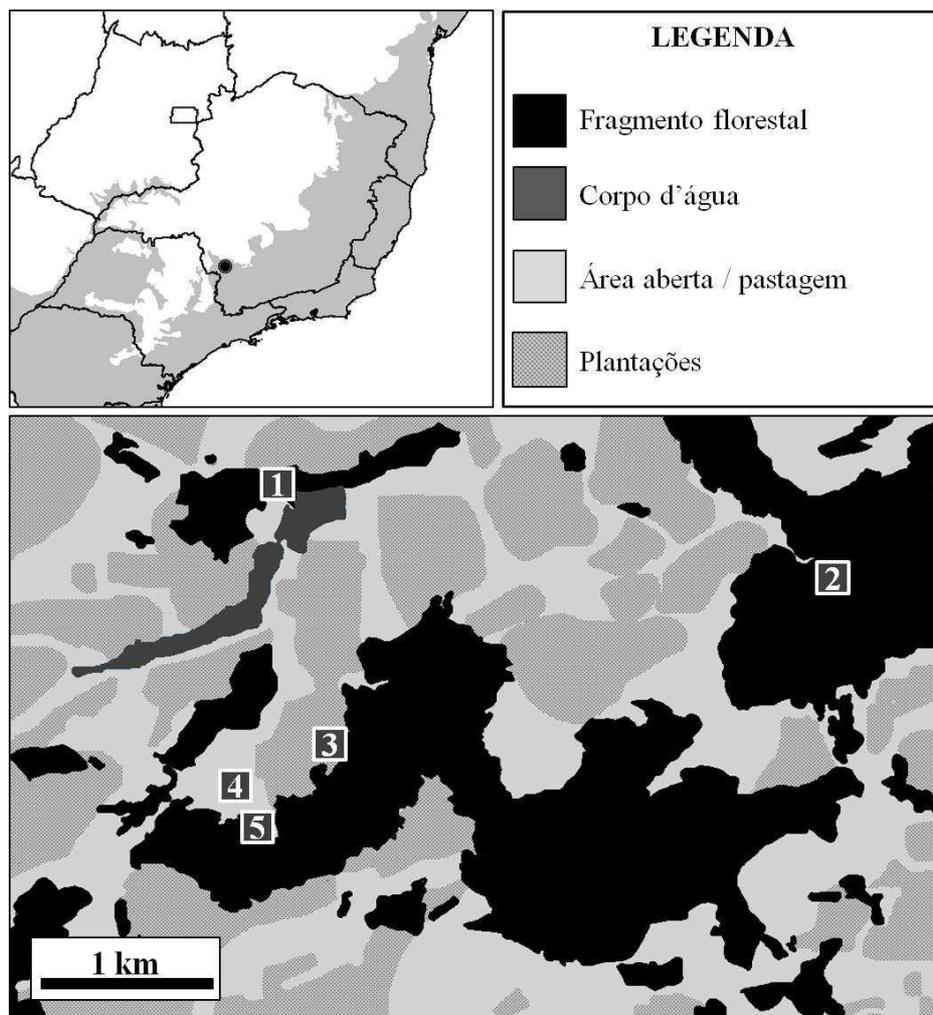
##### **4.1 Área de Estudo**

O estudo foi realizado em duas propriedades rurais, denominadas Fazenda Lagoa que possui 1291 hectares sendo aproximadamente 550 hectares de fragmentos florestais e Fazenda Monte Alegre de 3642 hectares com 770 hectares de fragmentos florestais, localizadas entre os municípios de Areado e Monte Belo, no estado de Minas Gerais. Esta região pertence ao domínio Floresta Atlântica, e sua vegetação é caracterizada como Floresta Estacional Semidecídua, com áreas típicas de transição entre Floresta Atlântica e Cerrado (NOVAES et al., 2014).

As florestas semidecíduais são caracterizadas por possuírem dupla estacionalidade climática, com uma estação com chuvas intensas (verão) seguida por um período de estiagem (inverno). Possui o clima tropical mesotérmico brando, subúmido, com inverno seco e temperaturas amenas que oscilam entre 0 e 28°C, o que se deve, sobretudo, à altitude.

O relevo da área de estudo é suave, possuindo colinas e dolinas ao longo da paisagem. A elevação da área de estudo oscila de 700 a 1.200 metros acima do nível do mar, com os processos erosivos atuando constantemente na forma do relevo, propiciando solos heteromórficos e aluviais que correspondem a áreas de baixadas e várzeas, atualmente ocupadas por uma paisagem composta por canaviais, pastagens e pequenos remanescentes de floresta de várzea e vegetação brejosa (NOVAES et al., 2014).

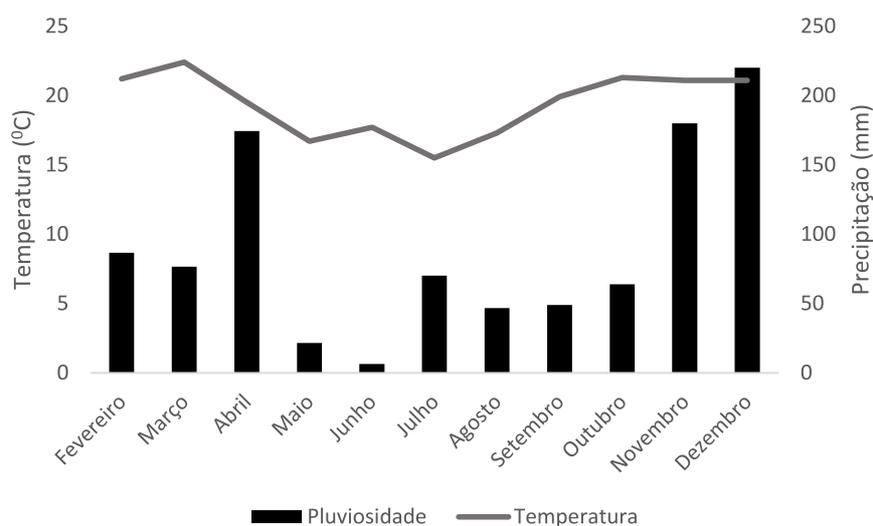
A área de estudo é formada por um mosaico agrícola composto por monoculturas de cana-de-açúcar, café, pequenos plantios de eucalipto e manchas florestais (Figura 1).



**Figura 1:** Localização da área de estudo no estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil, com indicação dos pontos de coleta (1 a 5).

Considerou-se como meses secos aqueles que possuíram precipitação média inferior a 75 milímetros. Os dados de temperatura e pluviosidade foram

obtidos através da estação meteorológica de Muzambinho, que está localizada aproximadamente 28 km da área de trabalho.



**Figura 02** - Variação na temperatura e na precipitação média mensal do período de fevereiro de 2013 a janeiro de 2014 em um mosaico agrícola no sul de Minas Gerais. Fonte: Estação Meteorológica da Fundação Procafé de Muzambinho/MG.

#### 4.2 Amostragem de Morcegos

A amostragem foi realizada mensalmente de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015 com duração de 5 noites de coleta consecutivas em cada campanha, totalizando 60 noites/anos. Utilizaram-se 10 redes de neblina de 9x3m armadas no nível do solo (0,5m). As amostragens tiveram duração de seis horas a cada noite a partir do entardecer, e cada ponto teve o mesmo esforço amostral.

Os morcegos capturados foram identificados em campo usando os caracteres propostos por Barquez, Mares e Braun (1999), Dias e Peracchi

(2008), Dias, Peracchi e Silva (2002), Gardner (2008) e Simmons e Voss (1998). A nomenclatura zoológica das espécies seguiu Gardner (2008). Posteriormente, foram marcados com anilhas numeradas Capri e soltos no mesmo local de captura. Os exemplares que geraram dúvidas quanto à identificação foram mortos e incorporados em via úmida (álcool 70° GL) como material testemunho na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Lavras (Apêndice). O presente estudo possui licença do IBAMA nº 18528-3.

#### **4.3 Amostragem de frutificação**

A amostragem das espécies vegetais ocorreu de fevereiro de 2013 a janeiro de 2014 e foi realizada no mesmo dia em que foram armadas as redes para captura de morcegos. As amostragens foram realizadas durante o dia nos transectos em que as redes foram armadas. Foi montada uma parcela de 100 x 30 m, buscando encontrar plantas cujos frutos apresentam características que permitam a exploração por morcegos. As plantas foram marcadas e identificadas à medida que frutificavam.

A abundância mensal de frutos foi analisada através da metodologia descrita por Fournier (1974), que propõe que a produção de frutos por planta pode ser mensurada através de uma escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada categoria. Esta metodologia é própria para o monitoramento de características fenológicas em plantas, para maiores detalhes, veja Fournier (1974). Em cada mês, faz-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de plantas e divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, é então multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual.

No caso de algumas espécies de piperáceas que crescem em aglomerados, estes foram classificados como moita e analisados como um único indivíduo.

As espécies de frutos foram amostradas tendo como critério de inclusão uma compilação de estudos sobre a dispersão de sementes nos neotrópicos, incluindo diversas regiões do Brasil (BREDET; UIEDA; PEDRO, 2012; LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009). Espécies que não constam dessa compilação, mas que geraram dúvida quanto ao seu potencial consumo por morcegos, também foram amostradas.

#### **4.4 Análise dos dados**

Foi realizada a análise correlação Spearman (ZAR, 1996), relacionando os dados de frutificação com os dados de precipitação pluviométrica e temperatura.

O esforço amostral foi calculado segundo o método proposto por Straube e Bianconi (2002).

Foi construída uma curva de acumulação de espécies, usando rarefação, e para estimar a riqueza de espécies foi utilizado o estimador não paramétrico de Jackknife de 1ª ordem (Jackknife-1), utilizando o programa EstimateS versão 8.0 (COLWELL, 2005). Esse estimador foi escolhido, pois é indicado para inventários com poucas amostras, além de ser menos tendencioso por super ou subestimar a riqueza observada de determinada área (COWELL; CODDINGTON, 1994; HELLMANN; FOWLER, 1999). As espécies de morcegos foram classificadas em guildas alimentares de acordo com Kalko e Handley Junior (2001) e Kalko, Handley Junior e Handley (1996).

Para as próximas análises, foram consideradas somente as espécies primariamente frugívoras, também incluímos a espécie *Glossophaga soricina*,

que apesar de primariamente nectarívora, existem vários trabalhos que relatam o consumo de frutos por essa espécie.

Utilizamos uma Análise de Similaridade (ANOSIM – *one way*) através dos índices de similaridade de Jaccard, que utiliza somente dados de presença e ausência das espécies, e o índice de Bray-Curtis, que leva em consideração a abundância das espécies, para verificar se houve mudanças na composição e abundância das espécies entre os meses secos e chuvosos. A análise produz valores de R que variam de -1 e +1. Valores de R próximos de +1 indicam que existe alta dissimilaridade entre os grupos (CLARKE, 1993). Também utilizou-se o método SIMPER (percentual de similaridade) que define a contribuição de cada espécie para a dissimilaridade entre as estações. (CLARKE, 1993). A ANOSIM e a análise de SIMPER foram executadas através do programa PAST versão 2.02 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Para verificar o efeito da abundância de frutos na riqueza e abundância de morcegos frugívoros, foram utilizadas regressões lineares, nas quais a abundância de frutos foi considerada variável independente, e a abundância de morcegos, a variável dependente. As regressões foram realizadas no programa BIOESTAT 5.0 (AYRES et al., 2007). Todos os testes estatísticos foram realizados com significância de 5%.

## **5. RESULTADOS**

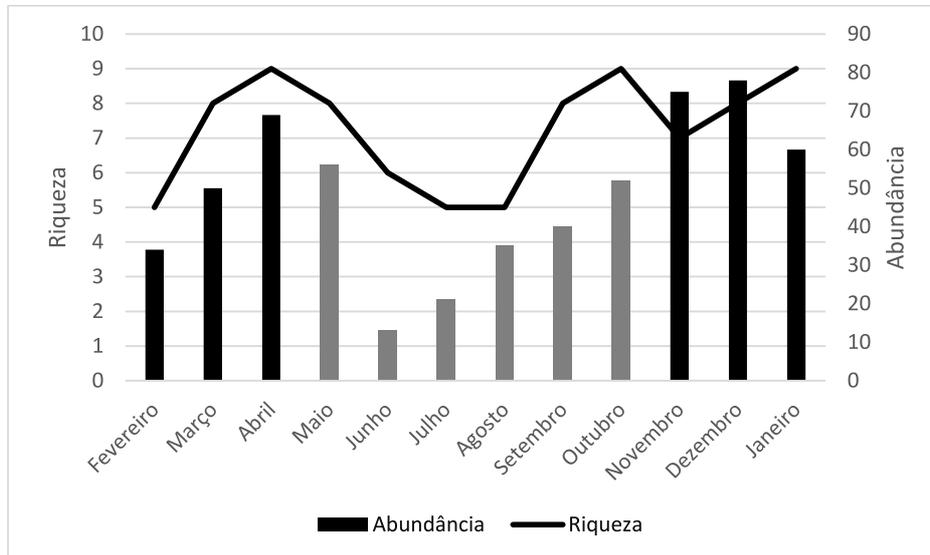
### **5.1 Estrutura da comunidade**

O esforço amostral de cada ponto foi de 19.440m<sup>2</sup>.h, totalizando um esforço total de 97.200 m<sup>2</sup>.h. Houve um total de 658 capturas, sendo 42 recapturas, e um total de 616 indivíduos pertencentes a 20 espécies da família Phyllostomidae. Dentre as espécies, 78.73% foram representadas por frugívoros. As espécies mais abundantes foram *Sturnira lillium* (190), *Artibeus lituratus*

(132) e *Glossophaga soricina* (55), que representaram juntas mais de 63.31% das capturas (Tabela 1).

A curva de acumulação de espécies de morcegos da família Phyllostomidae não alcançou a assíntota para ambas as estações (Figura 04), sugerindo que a continuidade da amostragem iria acrescentar mais espécies na lista da área. O Jackknife-1 calculou 20 ( $\pm 2$ ) espécies para estação chuvosa indicando que a riqueza observada representa 85% e 26 ( $\pm 2$ ) espécies para estação seca mostrando que foi observado 70% da riqueza de morcegos estimada para a área com base na amostragem realizada (Figura 05).

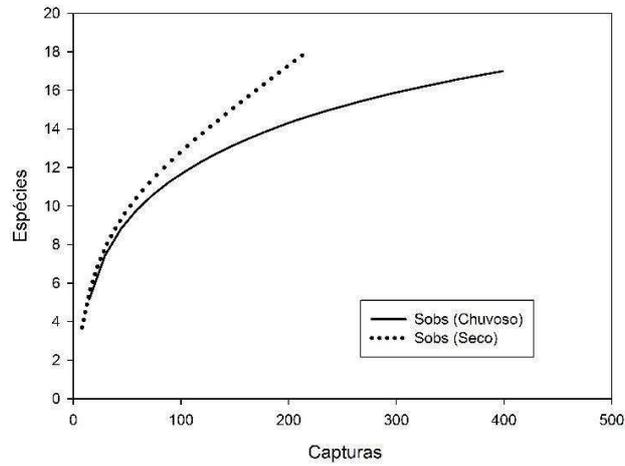
Nos meses secos, o número de capturas variou de 15 a 61 (média de 40 capturas), e nos meses chuvosos, de 43 a 85 (média de 66 capturas), demonstrando maior número de capturas nos meses chuvosos (Figura 06). O índice de Jaccard não evidenciou mudança na composição de espécies de morcegos frugívoros entre os meses chuvosos e secos (ANOSIM:  $R = 0,0009$ ,  $p = 0,47$ ), porém do índice de Bray-Curtis revelou que existe diferença significativa na abundância de espécies (ANOSIM:  $R = 0.39$ ,  $p < 0,001$ ), através da análise de SIMPER observamos que *Artibeus lituratus* (35%) foi a espécie que mais contribuiu para dissimilaridade entre as estações seca e chuvosa.



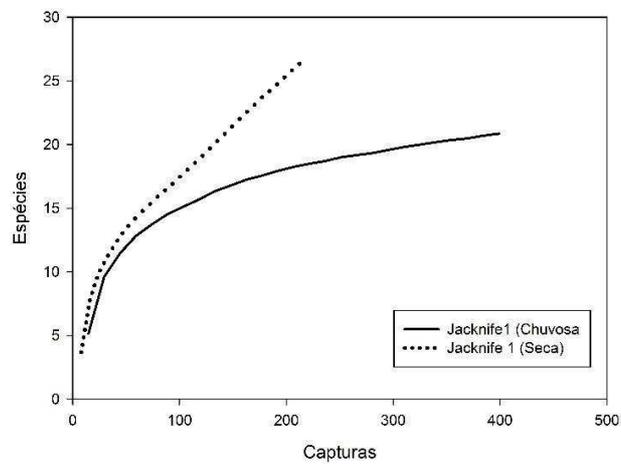
**Figura 3** - Riqueza de espécies e abundância mensais no período de fevereiro de 2014 a dezembro de 2014. As barras em cinza representam os meses secos e barras pretas os meses chuvosos.

**Tabela 1** - Lista de espécies, número de capturas (N), capturas na estação chuvosa (Chuv.), capturas na estação seca (Sec.) e guilda trófica/ de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, Brasil. Hem = hematófago, Nec = nectarívoro, Car = carnívoro, Oni = Onívoro, Fru = frugívoro.

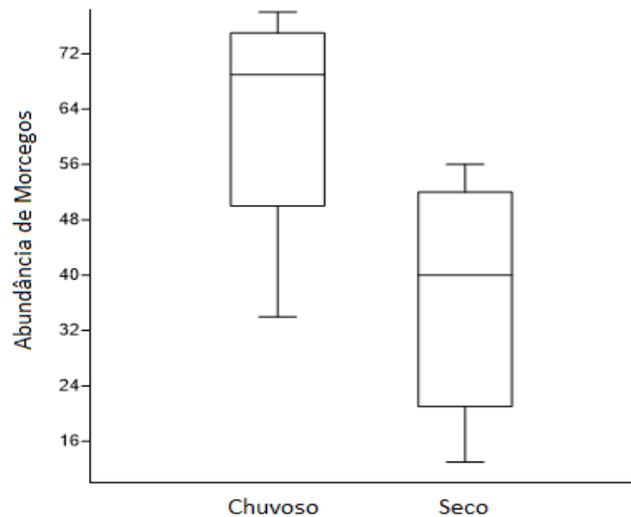
ESPÉCIE	Chuv.	Sec.	N	Guilda
<b>Phyllostomidae</b>				
<b>Caroliinae</b>				
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	38	24	62	Fru
<b>Desmodontinae</b>				
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	38	13	50	Hem
<b>Glossophaginae</b>				
<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	5	6	11	Nec
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	1	0	1	Nec
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	46	16	62	Nec
<b>Stenodermatinae</b>				
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	120	34	154	Fru
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	11	2	13	Fru
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	0	1	1	Fru
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	3	1	4	Fru
<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	0	1	1	Fru
<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860	0	1	1	Fru
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	4	7	11	Fru
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	4	1	5	Fru
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	1	1	2	Fru
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	101	97	198	Fru
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	21	9	30	Fru
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	2	1	3	Fru
<b>Phyllostominae</b>				
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	1	1	2	Car
<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843	1	0	1	Oni
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	2	1	3	Oni
<b>TOTAL</b>	<b>399</b>	<b>217</b>	<b>616</b>	



**Figura 04** -Curva de acumulação de espécies com rarefação da comunidade de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, sudeste do Brasil, para a estação seca e chuvosa.



**Figura 05** - Estimador de Riqueza (Jackknife 1) da comunidade de morcegos em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, sudeste do Brasil, para a estação seca e chuvosa.



**Figura 06** - Variação abundância de espécies de morcegos frugívoros entre os meses chuvosos e secos.

## 5.2 Disponibilidade de recursos e influência na abundância e riqueza de morcegos frugívoros

No total, foram marcados 74 indivíduos vegetais de 13 espécies, em uma área de 18.000m<sup>2</sup>. As famílias Piperaceae e Solanaceae apresentaram a maior riqueza de espécies (três cada). Novembro foi o mês que apresentou o maior número de espécies frutificando (10), e junho, o menor (três). Dezembro foi o mês com maior disponibilidade de recursos, 24%, e junho apresentou a menor disponibilidade, com 6% de frutificação. O tempo médio de frutificação foi de 5,5 meses, sendo que *Cecropia pachystachya* Trécul apresentou o maior período de frutificação, nove meses, e *Psidium guajava* teve o menor período, três meses.

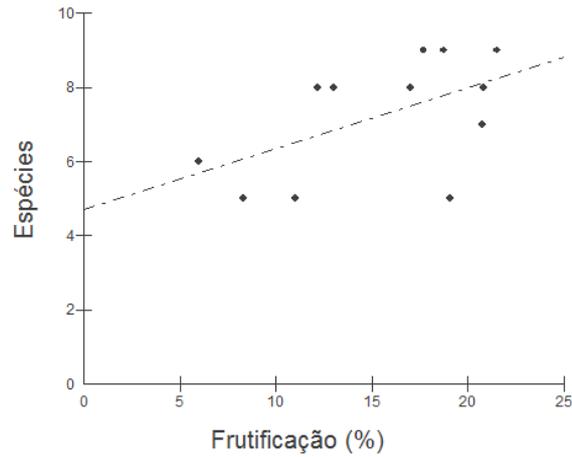
Indivíduos de *Piper* frutificaram quase que durante todo o ano, só não foram encontrados frutos no mês de junho, além de representarem a maioria dos indivíduos contabilizados ( $n = 25$ ). *Cecropia pachystachya* também apresentou padrão de frutificação prolongado, só não foram encontrados frutos no período de fevereiro a abril. A frutificação mostrou uma correlação positiva com a pluviosidade, ( $r_s$ )=0.6485( $p < 0,05$ ) e com a temperatura ( $r_s$ )= 0,8303 ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 2** – Disponibilidade de frutos maduros no período de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2014.

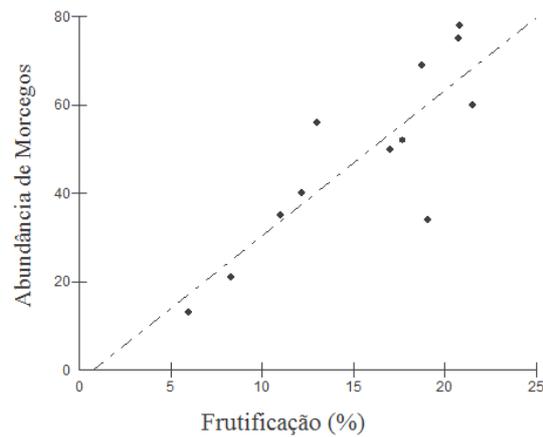
Espécies/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Piper mollicomum</i> Kunth												
<i>Piper aduncum</i> L.												
<i>Piper umbellatum</i> L.												
<i>Solanum paniculatum</i> L.												
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.												
<i>Solanum</i> sp.												
<i>Rubus</i> sp.												
<i>Morus nigra</i> L.												
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.												
<i>Mangifera indica</i> L.												
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.												
<i>Psidium guajava</i> L.												
<i>Miconia</i> sp.												
<b>Estimativa de Frutificação</b>	21.5	19.1	17	18.7	13.0	6.0	8.3	11.0	12.1	17.7	20.8	20.9

A abundância de indivíduos de morcegos frugívoros variou positivamente com a abundância de frutos ( $r^2 = 0,70$ ,  $p < 0,001$ ), porém a

riqueza de espécies não mostrou mesma relação ( $r^2 = 0,28$ ,  $p = 0,07$ ) (Figuras 07 e 08)



**Figura 07** - Relação entre a abundância com frutos maduros (%) e o número de capturas de morcegos frugívoros; em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, durante março e 2013 a janeiro de 2014. A abundância de frutos foi estimada pelo método de Fournier (1974).



**Figura 08** -Relação entre a abundância com frutos maduros (%) e a riqueza de morcegos frugívoros; em um mosaico agrícola no Sul de Minas Gerais, durante março de 2013 a janeiro de 2014. A abundância de frutos foi estimada pelo método de Fournier (1974).

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Estrutura e variação sazonal da comunidade

A família Phyllostomidae, foi o foco deste estudo, já que o uso de redes de neblinas armadas ao nível do solo tende a favorecer a captura de filostomídeos enquanto morcegos de outras famílias, como Molossidae, Vespertilionidae e Emballonuridae, não são capturados ou são subamostrados, por forragearem acima das redes ou pelo fato de detectarem e evitarem as mesmas (KALKO, 1998; KALKO; HANDLEY; HANDLEY, 1996).

Em nossa área de estudo a assembleia de morcegos foi composta em sua maior parte por frugívoros, sendo que as espécies *Artibeus lituratus* e *Sturnira lillium* foram as mais capturadas, foi possível também observar uma significativa variação temporal na estrutura da assembleia, como já reportada em outros estudos (AGUIRRE et al., 2003; MELLO, 2009), com diferenças nas taxas de capturas entre as estações, sendo que a maior parte das capturas ocorreu durante o período chuvoso, meses em que a disponibilidade de frutos também foi maior, fator que pode ter contribuído para esse resultado.

A guilda mais abundante no presente estudo foi a de frugívoros, como já reportado em outros trabalhos realizados em paisagens agrícolas e fragmentos florestais secundários (ESTRADA; COATES-ESTADA, 2002; FARIA, 2006; MEDINA et al., 2007). Isso se deve ao fato de as áreas amostradas serem compostas por pastagens abandonadas, bordas de fragmentos, bosques antrópicos, sendo que essas áreas apresentam um aumento na quantidade de

plantas de estágios iniciais de sucessão, como *Piper*, *Solanum* e *Cecropia*, que constituem grande parte da dieta dos morcegos frugívoros, além de possuírem plantas frutíferas exóticas e nativas como amoreira, mangueira, jameiro e goiabeira

Não houve uma estabilização da curva de acumulação de espécies para nenhuma das estações, indicando que a continuidade da amostragem iria acrescentar mais espécies, os resultados também mostram que a curva da estação chuvosa tende a estabilizar mais rapidamente que a estação seca, o que acontece pelo fato de na estação seca ter sido capturado um menor número de indivíduos porém uma maior riqueza de espécies. As espécies *Chiroderma doriae*, *C. villosum* e *Artibeus planirostris* foram capturadas somente na estação seca enquanto *Anoura geoffroyi* e *Phyllostomus discolor* foram exclusivos da estação chuvosa.

## **6.2 Disponibilidade de recursos e influência na abundância e riqueza de morcegos frugívoros**

Nesse estudo, observamos que em nenhum mês houve escassez total de frutos, embora os meses secos tem apresentado uma queda na oferta de frutos. O mesmo foi encontrado por Gomes (2013) em trabalho realizado em remanescente de Floresta Atlântica no Rio de Janeiro, onde espécies com frutificação tipo *steady state* (que produzem poucos frutos durante longo período de tempo) contribuíram para haver oferta de frutos o ano todo, principalmente no período seco entre maio e outubro, quando as espécies do gênero *Piper*, *Solanum* e *Cecropia* apresentaram frutificação desse tipo. Espécies de plantas exóticas, como *Mangifera indica* e *Syzygium jambolanum*, que apresentaram frutificação no período chuvoso, colaboraram para a maior disponibilidade de frutos entre novembro e janeiro, pois essas espécies eram abundantes em alguns pontos e apresentaram frutificação do tipo *big bang*, produzindo grande

quantidade de frutos e disponibilizando-os em um curto período de tempo (GENTRY, 1974).

Como já encontrado em outros estudos, a frutificação mostrou uma correlação positiva com a pluviosidade e a temperatura (MARCHIORETTO; MAUHS; BUDKE, 2007; SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Segundo Morellato e Leitão Filho (1992), a relação entre precipitação e frutificação é maior, sobretudo em áreas com florestas estacionais.

Também investigou-se como a disponibilidade de recursos influencia a abundância de espécies de morcegos ao longo de um ano. Nossos resultados mostram que os meses chuvosos e quentes (novembro a abril) concentraram maior abundância de morcegos frugívoros que os meses secos e frios (maio a outubro), resultado já esperado e reportado em outros estudos realizados na Mata Atlântica (GOMES et al., 2014; ORTÊNCIO-FILHO; LACHER; RODRIGUES, 2014). Porém, a riqueza de espécies mudou muito pouco entre as estações, não evidenciando diferenças sazonais na composição de espécies entre as estações seca e chuvosa, é possível que tenha ocorrido uma partição de recursos, que permitiu a coexistência das espécies mesmo com a diminuição na oferta de recursos (MARINHO-FILHO, 1991). Nesse caso, a queda na oferta de recurso seria um limitante somente para a abundância de espécies.

A flutuação sazonal na disponibilidade de frutos seguida posteriormente por uma flutuação na comunidade de morcegos frugívoros sugere uma relação positiva entre quantidade de recurso e abundância de morcegos. Com base nesses resultados, a sazonalidade dos recursos alimentares funciona com um importante fator estruturante da comunidade de morcegos.

Quanto ao decréscimo no número de capturas de morcegos frugívoros nos meses secos e frios, a hipótese que parece explicar melhor o resultado encontrado nesse estudo, seria uma diminuição na atividade, já que houve um

decréscimo no número de captura em todos os pontos amostrados. Com a menor quantidade de alimentos disponível nesse período, os morcegos economizariam energia, diminuindo a atividade de voo, que demanda de alto custo energético. Pereira, Marques e Palmeirim (2010) em trabalho realizado na Amazônia Central e Ortêncio-Filho, Lacher Junior e Rodrigues (2014), em trabalho realizado em fragmentos florestais no Paraná, também consideram a hipótese de redução da atividade mais plausível, para explicar a flutuação na abundância entre as estações. Entretanto, nossos resultados devem ser interpretados com cuidado, devido à limitação temporal e espacial dos dados.

A sincronização da estação reprodutiva com o período de maior disponibilidade de recursos, que ocorre na estação chuvosa, também pode influenciar a menor atividade dos morcegos na estação seca, pois a reprodução é uma atividade energeticamente dispendiosa, devido aos seus custos, que incluem o crescimento do feto, a produção de leite, e também a aumento dos custos de voo durante a gravidez (RACEY; ENTWISTLE, 2000). Na área de estudo também foi encontrado relação entre a época reprodutiva e a estação chuvosa (ROMÃO et al., 2014), assim como em outros trabalhos realizados em Mata Atlântica (COSTA; ALMEIDA; ESBÉRARD, 2007; SANT'ANNA, 2010).

É interessante notar que as espécies possuem diferentes respostas a flutuação na disponibilidade de recursos, não contribuindo igualmente para flutuação nas taxas de capturas, sendo que características da história de vida, que variam entre as espécies, podem influenciar na sazonalidade. *Artibeus lituratus* foi a espécie que apresentou maior flutuação dentro do ano, com média de 13 capturas por mês com um máximo de 32 e mínimo zero indivíduos capturados respectivamente nos meses de abril e junho. Essa queda acentuada nas taxas de capturas de *A. lituratus* na estação seca já foi encontrado em outros estudos (MELLO, 2009; ORTÊNCIO-FILHO; LACHER JUNIOR; RODRIGUES,

2014; STEVENS; AMARILLA-STEVENSON, 2012), o que indica que frugívoros especializados em recursos sazonais podem apresentar maior variação durante o ano. Stevens e Amarilla-Stevens (2012) relatam que *A. lituratus* pode acumular gordura na região interescapular antes de estações de baixa disponibilidade de recursos, com isso, é possível que utilize essa reserva de energia durante a estação seca.

*Sturnira lillium* e *Carollia perspicillata* apresentaram uma flutuação um pouco menos acentuada que a de *A. lituratus*, resultados também encontrados por Aguiar e Marinho-Filho (2004) e Ortêncio-Filho, Lacher Junior e Rodrigues (2014). O que pode explicar a menor variação nas taxas de capturas de *C. perspicillata* e *S.lillium* entre as estações é o fato de essas duas espécies serem especialistas em plantas com frutificação *steady-state*, que estiveram disponíveis na área de estudo durante todo o ano.

No presente trabalho, percebemos que a disponibilidade de recursos pode funcionar como um gargalo, limitando a abundância das espécies durante a estação seca, o que foi confirmado por nós considerando que a abundância de morcegos frugívoros respondeu positivamente à abundância de recursos alimentares. Resultados similares foram encontrados por Munin (2012) em um trabalho no Pantanal e Cerrado, avaliando o efeito da disponibilidade de recursos na composição e diversidade de morcegos filostomídeos. O autor supracitado também encontrou uma relação positiva entre densidade de morcegos e densidade de recursos alimentares.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do alto grau de perturbação antrópica, a área de estudo ainda abriga uma considerável riqueza de espécies de morcegos, evidenciando a

necessidade de ações que preservem os remanescentes florestais existentes. O presente estudo também contribuiu para uma melhor compreensão das relações entre recursos alimentares (frutos) e morcegos frugívoros, sendo que a partir dos resultados encontrados podemos observar que a queda na disponibilidade de frutos na estação seca pode limitar a abundância de morcegos frugívoros local, porém não foram encontradas mudanças significativas na riqueza de espécies entre as estações, o que pode indicar que há uma partição de recursos entre as espécies, permitindo a coabitação mesmo com a queda na disponibilidade recursos.

Esse estudo evidencia que a riqueza e abundância de plantas zoocóricas pode ser um importante preditor da estrutura da assembleia de morcegos frugívoros, sendo importante analisar a oferta de frutos quando se pretende realizar estudos de variações populacionais em uma determinada área.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; MARINHO-FILHO, J. S. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 385-390, jun. 2004.
- AGUIRRE, L. F. et al. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a Neotropical savanna in Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 19, n. 4, p. 367-374, July 2003.
- ARLETTAZ, R.; PERRIN, N.; HAUSSER, J. Trophic resource partitioning and competition between the two sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 66, n. 6, p. 897-911, Nov. 1997.
- AYALA-BERDON, J.; SCHONDUBE, J. E.; STONER, K. E. Seasonal intake responses in the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina*. **Journal of Comparative Physiology B**, Berlin, v. 179, n. 5, p. 553-562, July 2009.
- AYRES, M. et al. **BIOESTAT: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém: Instituto Mamirauá, 2007. 364 p.
- BARQUEZ, R. M.; MARES, M. A.; BRAUN, J. K. The bats of Argentina. **Special Publication of the Museum of Texas, Tech University**, Lubbock, n. 42, p. 42-273, June 1999.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W. A. **Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana**. Brasília: Redes de Sementes do Cerrado, 2012. 276 p.
- CLARKE, K. R. Nonparametric multivariate analyses of changes in community structure. **Austral Ecology**, Malden, v. 18, n. 1, p. 117-143, Mar. 1993.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and Shared Species from Samples. Version 7.5. 2005. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In: HAWKSWORTH, D. L. (Ed.). **Biodiversity: measurement and estimation**. London: The Royal Society, 1994. p. 101-118.

COSTA, L. M.; ALMEIDA, J. C.; ESBÉRARD, C. E. L. Dados de reprodução de *Platyrrhinus lineatus* em estudo de longo prazo no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 97, n. 2, p. 152-156, jun. 2007.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L. Quirópteros da reserva biológica do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 333-369, 2008.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L.; SILVA, S. S. P. Quirópteros do parque estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 113-140, dez. 2002. Suplemento.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Medium to large-sized mammals in agricultural landscapes of south-eastern Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 75, n. 4, p. 345-352, 2011.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation**, Essex, v. 103, n. 2, p. 237-245, Feb. 2002.

FARIA, D. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 22, n. 5, p. 531-542, Sept. 2006.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v. 1, n. 1, p. 78-91, 1998.

FINDLEY, J. S. **Bats**: a community perspective. New York: Cambridge University, 1993. 167 p.

FOURNIER, O. L. A. **Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles**. San José: Turrialba, 1974. 423 p.

GARDNER, A. L. Feeding habits. In: BAKER, R. J.; JONES JUNIOR, J. K.; CARTER, D. C. (Org.). **Biology of bats of the new world family Phyllostomatidae**: part II. Texas: Texas Tech University, 1977. p. 1-364.

GARDNER, A. L. Order Chiroptera. In: \_\_\_\_\_. **Mammals of South America**: marsupials, xenarthrans, shrews and bats. Chicago: University of Chicago, 2008. p. 187-484.

GEISER, F. The role of torpor in the life of Australian arid zone mammals. **Australian Mammalogy**, Wellington, v. 26, n. 2, p. 125-134, 2004.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, Lawrence, v. 6, n. 1, p. 64-68, Apr. 1974.

GOMES, L. A. C. **Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um remanescente de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil: composição de espécies, sazonalidade e frugivoria**. 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

GOMES, L. A. C. et al. Species composition and seasonal variation in abundance of Phyllostomidae bats (Chiroptera) in an Atlantic Forest remnant, southeastern Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 79, n. 1, p. 61-68, Feb. 2014.

- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistic software package education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, Oslo, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Durham, v. 56, n. 4, p. 841-854, July 1975.
- HELLMANN, J. J.; FOWLER, G. W. Bias, precision and accuracy of four measures of species richness. **Ecological Application**, Tempe, v. 9, n. 3, p. 824-834, Aug. 1999.
- KALKO, E. K. V. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. **Zoology**, San Francisco, v. 101, n. 4, p. 281-297, 1998.
- KALKO, E. K. V.; HANDLEY JUNIOR, C. O. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 153, n. 1/2, p. 319-333, Apr. 2001.
- KALKO, E. K. V.; HANDLEY JUNIOR, C. O.; HANDLEY, D. H. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, F. A. (Ed.). **Long-term studies of vertebrate communities**. San Diego: Academic, 1996. p. 503-553.
- KLINGBEIL, B. T.; WILLIG, M. R. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 203-213, Feb. 2009.
- KUNZ, T. H. et al. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, n. 1223, p. 1-38, 2011.
- LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the neotropics**. New York: The New York Botanical Garden, 2009. 465 p.

MARCHIORETTO, M. S.; MAUHS, J.; BUDKE, J. C. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 193-201, 2007.

MARINHO-FILHO, J. S. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 59-67, Feb. 1991.

MCGUIRE, L. P.; BOYLE, W. A. Altitudinal migration in bats: evidence, patterns, and drivers. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 88, n. 4, p. 767-786, Nov. 2013.

MEDINA, A. et al. Bat diversity and movement in an agricultural landscape in Matiguás, Nicaragua. **Biotropica**, Washington, v. 39, n. 1, p. 120-128, Jan. 2007.

MELLO, M. A. R. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Oecologica**, Montrouge, v. 35, n. 2, p. 280-286, Mar./Apr. 2009.

MÖNKKÖNEN, M.; FORSMAN, J. T.; BOKMA, F. Energy availability, abundance, energy-use and species richness in forest bird communities: a test of the species-energy theory. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 15, n. 3, p. 290-302, May 2006.

MORELLATO, L. P. C. et al. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesofila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, n. 1/2, p. 85-98, 1989.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 811-823, Dec. 2000.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural**

**da Serra do Japi:** ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP; FAPESP, 1992. p. 112-140.

MUNIN, R. L. **Efeito da disponibilidade de recursos alimentares sobre a diversidade e a composição de espécies de morcegos filostomídeos em regiões do Pantanal e do Cerrado.** 2012. 69 p. Tese (Ecologia em Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

NOGUEIRA, M. R. et al. Ecomorphological analysis of the masticatory apparatus in the seed-eating bats, genus *Chiroderma* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Journal of Zoology**, Cambridge, v. 266, n. 4, p. 355-364, Aug. 2005.

NOVAES, R. L. M. et al. A paisagem da RPPN Fazenda Lagoa e seu entorno: considerações para a conservação da natureza e construção de um futuro sustentável. In: LAURINDO, R. F.; NOVAES, R. L. M.; WEYLAND-VIEIRA, M. C. (Org.). **RPPN fazenda Lagoa:** educação, pesquisa e conservação da natureza. São Paulo: Instituto Sul Mineiro de Estudos e Conservação da Natureza, 2014. p. 43-62.

ORTÊNCIO-FILHO, H.; LACHER JUNIOR, T. E.; RODRIGUES, L. C. Seasonal patterns in community composition of bats in forest fragments of the Alto Rio Paraná, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 49, n. 3, p. 169-179, Sept. 2014.

OSTFELD, R. S.; KEESING, F. Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 15, n. 6, p. 232-237, June 2000.

PEREIRA, M. J. R.; MARQUES, J. T.; PALMEIRIM, J. M. Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian forests. **Biotropica**, Washington, v. 42, n. 6, p. 680-687, Nov. 2010.

PINTO, N.; KEITT, T. H. Scale-dependent responses to forest cover displayed by frugivore bats. **Oikos**, Buenos Aires, v. 117, n. 11, p. 1725-1731, Nov. 2008.

RACEY, P. A.; ENTWISTLE, A. C. Life history and reproductive strategies of bats. In: CRICHTON, E. G.; KRUTZSCH, P. H. (Ed.). **Reproductive biology of bats**. London: Academic, 2000. p. 363-414.

ROMÃO, B. S. et al. Padrão reprodutivo de três espécies de morcegos da família Phyllostomidae. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 27., 2014, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2014. 1 CD-ROM.

SANT'ANNA, C. **Padrão reprodutivo de morcego filostomídeos (Mammalia, Chiroptera) em fragmento de mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2010. 49 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2010.

SCHAIK, C. P. van; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 24, p. 353-377, 1993.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna: part 1, bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, n. 237, p. 1-219, 1998.

STEVENS, R. D.; AMARILLA-STEVENSON, H. N. Seasonal environments, episodic density compensation and dynamics of structure of chiropteran frugivore guilds in Paraguayan Atlantic forest. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 21, n. 1, p. 267-279, Jan. 2012.

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

TURNER, I. M.; CORLETT, R. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 11, n. 8, p. 330-333, Aug. 1996.

WILLIAMS, S. E.; MIDDLETON, J. Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. **Diversity and Distributions**, London, v. 14, n. 1, p. 69-77, Jan. 2008.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3<sup>th</sup> ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, 1996. 662 p.

**CAPÍTULO 2**

**FRUGIVORIA E REDE DE INTERAÇÕES MORCEGO-PLANTA EM  
UMA PAISAGEM AGRÍCOLA NO SUDESTE DO BRASIL**

**RESUMO**

Mutualismo entre animais e plantas é uma importante interação que permite a manutenção dos ecossistemas através de importantes serviços ambientais, como a polinização e a dispersão de sementes. Morcegos frugívoros estão entre os mais eficientes dispersores de sementes em ambientes tropicais, exercendo um papel fundamental para o sucesso reprodutivo de várias espécies de plantas, auxiliando em processos de sucessão florestal. Nesse estudo nós analisamos a estrutura da rede de interação morcego-fruto e descrevemos a dieta de nove espécies de morcegos frugívoros em um mosaico agrícola formado por fragmentos de Floresta Atlântica e matrizes de cana-de-açúcar, café e pastagens no sul de Minas Gerais. Realizamos 55 noites de amostragem de morcegos com redes de neblina entre dezembro de 2013 e outubro de 2014. Capturamos 381 morcegos frugívoros de 13 espécies da família Phyllostomidae. Coletamos 151 amostras fecais, das quais 141 continham sementes, pertencentes a 15 espécies de cinco famílias botânicas (Piperaceae, Solanaceae, Moraceae, Urticaceae, Cluseaceae). A rede de interação entre morcegos e frutos apresentou um padrão aninhado (NODF = 40.76,  $p < 0,05$ ), e não modular ( $M = 0.46$ ,  $p = 0.29$ ), a conectância foi de 0,22 com predominância de interações fracas (65%) e as interações fortes são assimétricas, tais características tornam a rede mais coesa conferindo uma maior robustez no caso de perda de espécies. Os dados de dieta encontrados no presente estudo estão de acordo com diversos trabalhos realizados na Floresta Atlântica, sendo que as espécies *Artibeus lituraus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lillium* foram as mais abundantes, e a maior parte de sua dieta foi composta por frutos dos gêneros *Cecropia*, *Piper* e *Solanum*, respectivamente.

## 1. INTRODUÇÃO

A conversão de florestas em terras agrícolas é uma das maiores ameaças à conservação e manutenção da biodiversidade, principalmente nas regiões tropicais (TURNER; CORLETT, 1996), sendo que um dos resultados dessa mudança no uso do solo é a fragmentação e redução de habitats, que conseqüentemente leva a mudanças na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (FOLEY et al., 2005). Pequenos fragmentos diferem dos grandes quanto à composição de árvores lenhosas, resultando em menor abundância e riqueza de plantas com frutos zoocóricos (TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999), tendo em vista que o declínio destas plantas pode levar a uma redução na abundância de vertebrados frugívoros (PERES, 1999).

Estima-se que entre 50% e 75% de todas as árvores em florestas tropicais produzam frutos zoocóricos (FLEMING, 1987), servindo de alimento para a fauna, que ao se alimentar dos frutos, dispersa suas sementes, sendo esse um mecanismo chave na dinâmica das comunidades vegetais, possibilitando a expansão de populações existentes, a colonização de novas áreas e a formação de bancos de sementes (SCHUPP; FUENTES, 1995; VENABLE; BROWN, 1993).

Morcegos e aves são considerados os melhores dispersores em termos de quantidade e distância de sementes dispersadas (FLEMING; SOSA, 1994; MOLINARI, 1993). Além disso, estudos mostram que morcegos podem ser mais eficientes que aves em quantidade de sementes dispersadas, pois são capazes de remover mais frutos (JACOMASSA; PIZO, 2010). Uma revisão feita por Sette (2010) mostrou que no Brasil morcegos são responsáveis pela dispersão de sementes de 90 espécies de plantas, pertencentes a 34 gêneros. Porém, apesar dessa diversidade de espécies florestais presente na dieta dos morcegos frugívoros, todos eles mantêm pelo menos um dos cinco gêneros de plantas (*Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* e *Vismia*) como componente principal

de sua dieta (LOBOVA; GEISELMAN; MORI, 2009; MELLO; KALKO; SILVA, 2008).

Estas interações entre morcegos e plantas têm sido descritas recentemente através dos conceitos da teoria de redes complexas, o que permite a visualização das interações no nível de comunidade, proporcionando meios para quantificar e comparar padrões entre as redes, sendo possível calcular diversas métricas (BASCOMPTE; JORDANO, 2007; OLESEN; JORDANO, 2002). Alguns padrões têm sido frequentemente encontrados em diversas redes mutualistas entre frugívoros e plantas, como, uma estrutura aninhada, ou seja, as interações entre as espécies especialistas formam um subconjunto das interações observadas entre os generalistas; prevalência de interações fracas e ocorrência de interações assimétricas. Todas essas características tornam a rede mais coesa, conferindo uma maior robustez no caso de perda de espécies (BASCOMPTE et al., 2003).

Sendo assim, o estudo de redes de interações permite uma melhor compreensão da estruturação das interações ecológicas, como a dispersão de sementes e a polinização; e fornece ferramentas para avaliar o impacto de distúrbios nesses sistemas, como entrada de espécies invasoras (MORALES; AIZEN, 2006) extinção de espécies (MELLO et al., 2011), e mudanças climáticas (HEGLAND et al., 2009).

Redes mutualistas podem ser afetadas pela fragmentação florestal (BURKLE; ALARCÓN, 2011; RESTREPO; GOMEZ; HEREDIA, 1999), levando a perda ou diminuição de importantes serviços, como a dispersão de sementes que é um processo vital para a sobrevivência das plantas. Com base nisso, é extremamente importante entender como as interações entre frugívoros e plantas se estruturam em paisagens fragmentadas. Assim, buscamos entender essa interação, analisando a dieta dos morcegos frugívoros e construindo uma

rede de interações frugívoro-planta, através da qual calcula-se as métricas que permitem avaliar a robustez da rede.

## **2. OBJETIVOS**

- Descrever a dieta das espécies de morcegos frugívoros capturadas em um mosaico agrícola;
- Construir uma rede de interações morcegos-frutos e calcular o aninhamento, modularidade, força das interações e conectância.

## **3. MATERIAS E MÉTODOS**

### **3.1 Área de estudo**

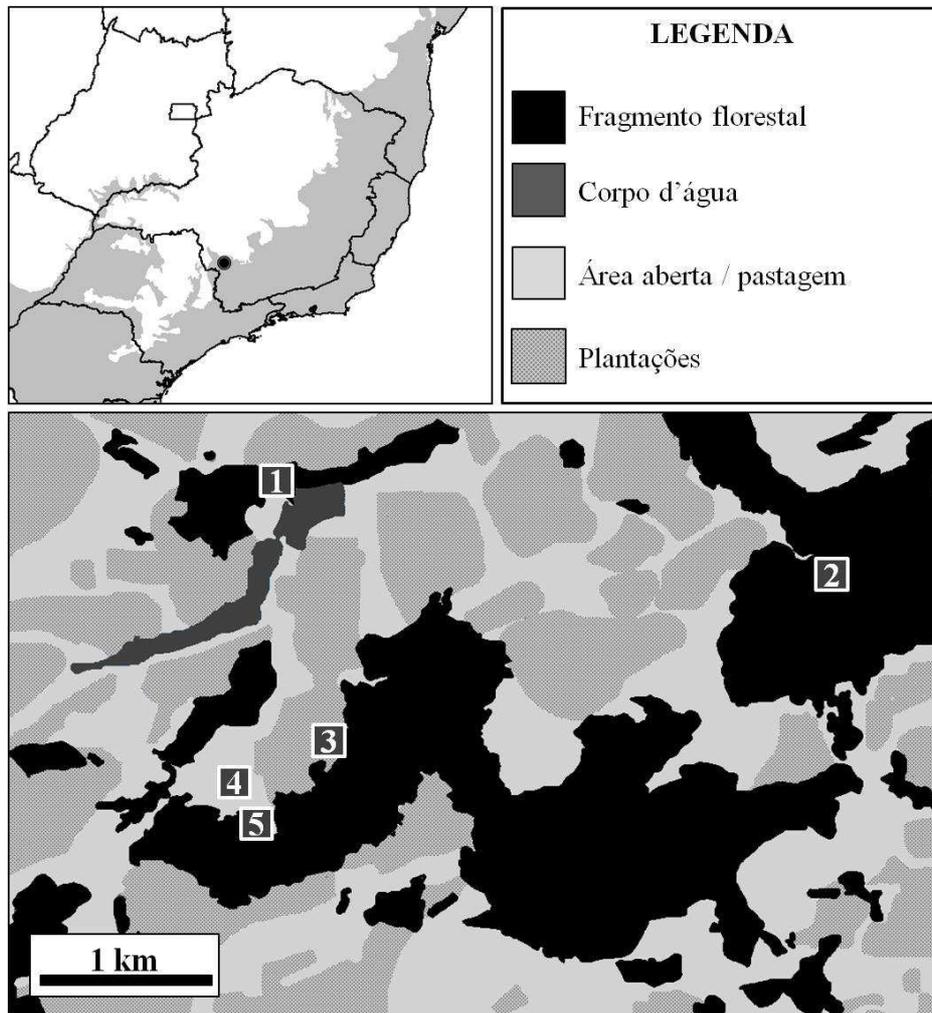
O estudo foi realizado em duas propriedades rurais, denominadas Fazenda Lagoa, que possui 1.291 hectares, sendo aproximadamente 550 hectares de fragmentos florestais, e Fazenda Monte Alegre, de 3.642, hectares com 770 hectares de fragmentos florestais, localizadas entre os municípios de Areado e Monte Belo, no estado de Minas Gerais, pertencendo à região Sudeste do Brasil. Esta região pertence ao domínio Floresta Atlântica, e sua vegetação é caracterizada como Floresta Estacional Semidecídua, com áreas típicas de transição entre Floresta Atlântica e Cerrado (NOVAES et al., 2014).

As florestas semidecíduais são caracterizadas por possuírem dupla estacionalidade climática, com uma estação com chuvas intensas (verão) seguida por um período de estiagem (inverno). Possui o clima tropical mesotérmico brando, subúmido, com inverno seco e temperaturas amenas que oscilam entre 0 e 28°C, o que se deve, sobretudo, à altitude.

O relevo da área de estudo é suave, possuindo colinas e dolinas ao longo da paisagem. A altitude da Fazenda Lagoa oscila de 700 a 1.200 metros acima do nível do mar, com os processos erosivos atuando constantemente na forma do relevo, propiciando solos heteromórficos e aluviais que correspondem a áreas de baixadas e várzeas, atualmente ocupadas por uma paisagem composta por

canaviais, pastagens e pequenos remanescentes de floresta de várzea e vegetação brejosa (NOVAES et al., 2014).

A área de estudo é formada por um mosaico agrícola composto por monoculturas de cana-de-açúcar, café, pequenos plantios de eucalipto e manchas florestais (Figura 1).



**Figura 1:** Localização da área de estudo no estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil.

### **3.2 Amostragem de morcegos**

A amostragem foi realizada mensalmente de dezembro de 2013 a outubro de 2014 através de cinco noites consecutivas de amostragem em cada campanha mensal, totalizando 55 noites. Utilizamos 10 redes de neblina (9x3m, 20mm) armadas a 0,5 m do nível do solo, e as capturas tiveram duração de 6 horas a cada noite, começando imediatamente após o pôr do sol. As redes foram armadas em trilhas preexistentes no interior e na borda de fragmentos florestais, pastagens abandonadas e bosques antrópicos (Figura 1). Depois de capturados, os morcegos foram acondicionados em sacos de pano e armazenados durante cerca de duas horas para coleta das amostras fecais. Após cada captura, os sacos de pano usados foram lavados e inspecionados para evitar a contaminação das amostras fecais.

Os morcegos foram triados após o tempo de espera nos sacos de pano, sendo tomadas as medidas do antebraço e o peso; também registramos data e horário de captura, sexo, categoria etária e estágio reprodutivo. Posteriormente, foram marcados com anilhas numeradas no antebraço e soltos no mesmo local de captura.

Os morcegos foram identificados em campo usando os caracteres propostos por Barquez, Mares e Braun (1999), Dias e Peracchi (2008), Dias, Peracchi e Silva (2002), Gardner (2008) e Simmons e Voss (1998). A nomenclatura zoológica das espécies seguiu Gardner (2008). Os exemplares que geraram dúvidas quanto à identificação foram mortos e incorporados em via úmida (álcool 70° GL) como material testemunho na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Lavras (Apêndice). O presente estudo possui licença do IBAMA nº 18528.

### **3.3 Triagem das fezes e identificação das sementes**

As amostras fecais coletadas nos sacos de pano foram isoladas e acondicionadas em tubos plásticos individualizados contendo glicerina. O material presente em cada saco de pano foi considerado como uma amostra fecal. O material foi levado para o Laboratório de Diversidade e Sistemática de Mamíferos da Universidade Federal de Lavras e foram triadas com o auxílio de lupa estereoscópica para registrar a presença de sementes.

As sementes foram identificadas através de comparação com outras sementes retiradas de plantas-mãe na própria área de estudo ou de outras localidades. Parte das sementes foram identificadas pelo MSc. Luiz Gomes do Laboratório de Mastozoologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, comparando com sementes coletadas em seu projeto de mestrado e em outras localidades de Mata Atlântica. Toda a nomenclatura botânica neste trabalho baseou-se nos nomes de espécies e autores válidos segundo o Missouri Botanical Garden através do seu website ‘Tropicos’ ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).

### **3.4 Análise de dados**

Os dados de interações entre morcegos e frutos foram organizados em uma matriz, na qual a lista de espécie de morcegos foi inserida em colunas (*i*) e a lista de espécies de plantas nas linhas (*j*), resultando na frequência de eventos de interações (*ij*). A partir dessa matriz foi construído um gráfico bipartido sem levar em consideração a frequência de interação. Com o objetivo de visualizar a frequência do consumo de frutos por morcegos, foi produzido um gráfico bipartido energizado, modelo Kamada-Kawai free. Os gráficos foram produzidos no software Pajek (2014).

Para calcular a grau de dependência de uma espécie de planta (*j*) em relação a uma espécie de morcego (*i*), utilizou-se a proporção das interações entre *j* e *i* em relação a todos os registros de interação da planta. A dependência de uma espécie de morcego em relação a uma espécie de planta foi calculada com o mesmo procedimento, porém utilizamos a proporção da interação entre *i* e

$j$  em relação a todos os registros da dieta do morcego. Foram consideradas interações fortes aquelas com dependência maior ou igual a 0,5 (BASCOMPTE; JORDANO; OLESEN, 2006).

A assimetria de cada interação ( $SA_{ij}$ ) foi calculada seguindo a fórmula de Bascompte, Jordano e Olesen (2006):

$$SA_{ij} = \frac{|d_{ij} - d_{ji}|}{\max(d_{ij}, d_{ji})}$$

onde  $d_{ij}$  -  $d_{ji}$  são a dependência relativa da planta  $i$  no animal  $j$  e a dependência do animal  $j$  na planta  $i$ , respectivamente.  $\max(d_{ij}, d_{ji})$ , se refere ao valor máximo entre  $d_{ij}$  e  $d_{ji}$ . O valor varia de 0 a 1, quanto mais perto de 1, mais assimétrica é a interação. Calculamos a assimetria para todas as interações nas quais pelo menos uma das espécies possui dependência maior ou igual a 0,5 seguindo Bascompte, Jordano e Olesen (2006).

O aninhamento da rede foi calculado através do índice NODF (*Nestedness metric based on overlap and decreasing fill*) (ALMEIDA-NETO et al., 2008). Esta métrica mede o quanto das interações estabelecidas por espécies especialistas são um subconjunto das interações realizadas por espécies mais generalistas. A significância de NODF foi obtida comparando a matriz real com as medidas de NODF de 1.000 redes geradas por um modelo que leva em conta a riqueza e o grau de especialização das espécies da rede (conectância e distribuição do grau), conhecido como “modelo nulo 2” (BASCOMPTE et al., 2003), definindo o valor P como o número de matrizes aleatórias que tinham um valor de NODF igual ou maior do que o valor obtido para a matriz real. Utilizamos o software ANINHADO (GUIMARÃES; GUIMARÃES, 2006) para cálculo do índice NODF e também para gerar as redes aleatorizadas.

A modularidade (M) foi calculada utilizando o algoritmo de anelamento (GUIMARÃES; AMARAL, 2005) através do software Modular (MARQUITTI et al., 2014), A modularidade é uma medida para determinar o quanto a rede está

estruturada em subgrupos coesos de vértices (módulos) em que a densidade de interações seja maior dentro do que entre os subgrupos. A significância de  $M$ , foi obtida comparando a matriz real com medidas de  $M$  de 100 matrizes geradas pelo modelo nulo, definindo o valor de  $P$  como o número de matrizes aleatórias que tinham um valor de  $M$  igual ou maior do que o valor obtido para a matriz real.

A conectância ( $C$ ) é a porcentagem de interações registradas em relação ao total de interações possíveis (JORDANO, 1987). O cálculo foi realizado utilizando a seguinte forma:

$$C = \frac{100I}{M}$$

onde  $I$ : número de interações registradas,  $M$  é obtido pela multiplicação do número de plantas ( $P$ ) pelo número de animais ( $A$ ).

#### 4. RESULTADOS

No presente estudo, foram incluídas as espécies de morcegos majoritariamente frugívoras, em um total de 381 capturas de 13 espécies (Tabela 1). Desse total, nove espécies, *Artibeus lituratus* (60 amostras), *Artibeus fimbriatus* (2), *Carollia perspicillata* (25), *Platyrrhinus lineatus* (3), *Platyrrhinus recifinus* (1), *Sturnira lillim* (56), *Sturnira tildae* (3), *Pygoderma bilabiatum* (1) e *Chiroderma doriae* (1) forneceram amostras fecais, contabilizando um total de 151 amostras fecais, sendo que 141 continham sementes, e 10 amostras continham apenas polpa de frutos. *Artibeus lituratus* foi a única espécie a conter polpa sem sementes em suas amostras fecais.

A partir das sementes encontradas foram identificados 15 diferentes tipos de frutos, sendo que seis foram identificados a nível de espécie, e os outros nove foram identificados a nível de gênero (Tabela 2). Solanaceae foi a família

mais comum presente em 47% das amostras coletadas. Sementes de Piperaceae estiveram presentes em 29% das amostras. Urticaceae foi representada por uma única espécie, *Cecropia pachystachya*, que esteve presente em 16% das amostras. O restante da dieta foi composto por Moraceae (6,5%) e Clusiaceae (0,7%).

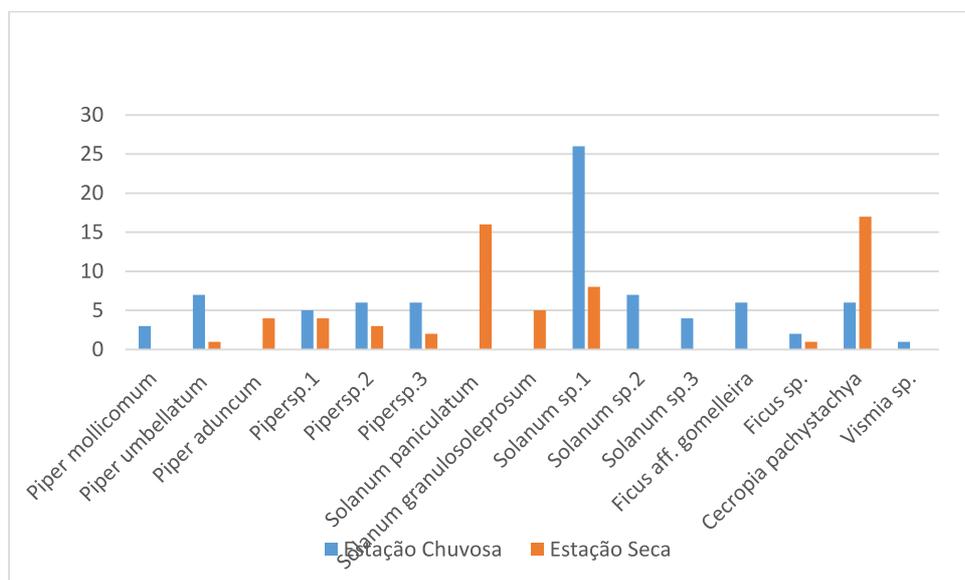
**Tabela 1** - Morcegos frugívoros capturados em um mosaico agrícola no sul de Minas Gérias, incluindo número de captura (N) e número de amostras fecais (AF)

ESPÉCIE	N	%	AF
<b>Phyllostomidae</b>			
<b>Caroliinae</b>			
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	51	13	22
<b>Stenodermatinae</b>			
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	118	31	50
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	9	2.5	2
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	1	0.4	0
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	5	1.3	0
<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	3	0.8	1
<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860	1	0.4	0
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	14	3.7	4
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	3	0.8	2
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	3	0.8	1
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	157	41	56
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	14	3.7	3
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	2	0.6	0
<b>TOTAL</b>	<b>381</b>	<b>100</b>	<b>141</b>

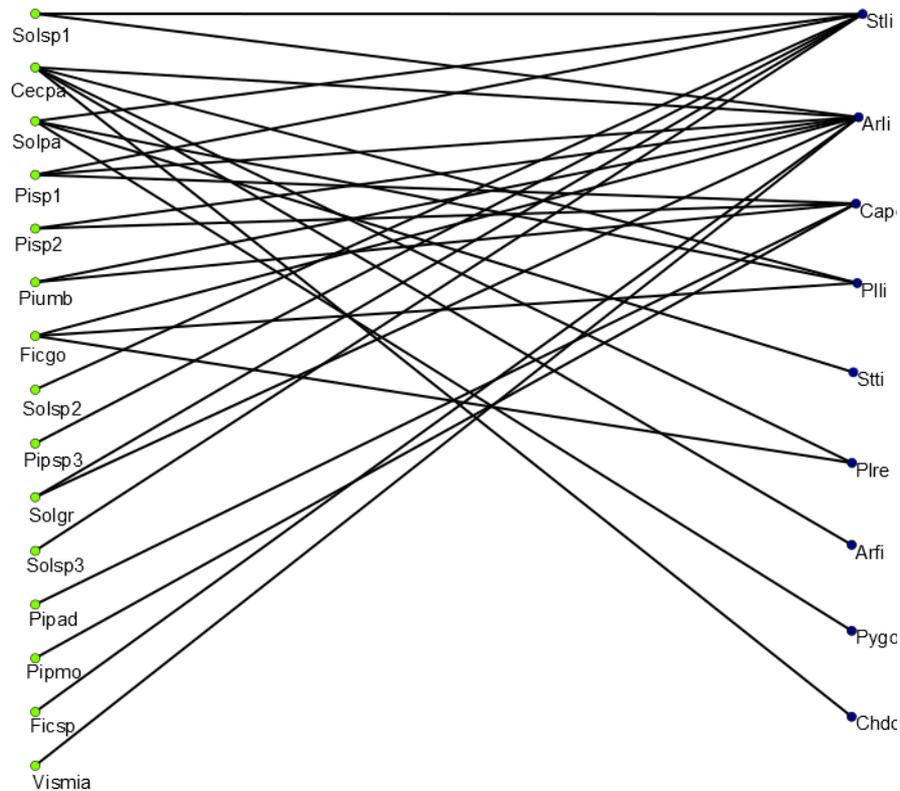
Espécies de piperáceas foram mais utilizadas por *Carollia perspicillata*, solanáceas foram mais presentes na dieta das duas espécies de *Sturnira* e de *Pygoderma bilabiatum*, *C. pachystachya* foi mais utilizada por *Artibeus lituratus*, *A. fimbriatus*, *Chiroderma doriae* e *Platyrrhinus lineatus*. Espécies de Moraceae foram encontradas nas fezes de *A. lituratus*, *P. lineatus* e *P. recifinus*,



<b>Urticaceae</b>										
<i>Cecropia pachystachya</i>	19	2	0	2	1	0	0	0	0	1
Trécul										
<b>Clusiaceae</b>										
<i>Vismia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0



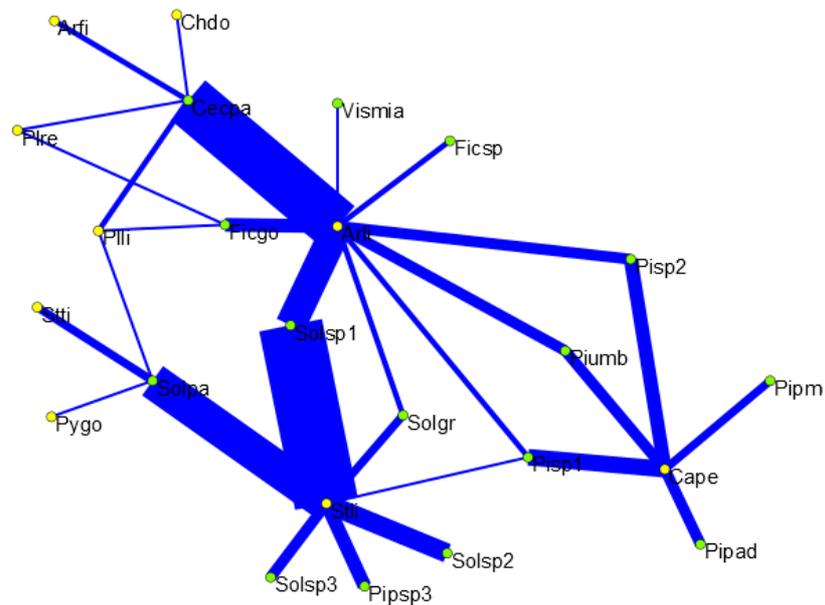
**Figura 2** – Frequência dos itens consumidos na estação chuvosa e seca.



**Figura 3** - Grafo bipartido ilustrando as interações entre morcegos e plantas. Quanto maior a espessura da linha maior é a frequência de interação entre os pares- Espécies de morcegos, Stti = *Sturnira tildae*, Stli = *Sturnira lilium*, Plre = *Platyrrhinus recifinus*, Plli = *Platyrrhinus lineatus*, Cape = *Carollia perspicillata*, Arfi = *Artibeus fimbriatus*, Arli = *Artibeus lituratus*, Pygo = *Pygoderma bilabiatum*, Chdo = *Chiroderma doriae*; Espécies vegetais, Vismia = *Vismia* sp., Cecpa = *Cecropia pachystachya*, Ficsp = *Ficus* sp., Ficgo = *Ficus* cf. *gomelleira*, Solgr = *Solanum granulosoleprosum*, Solpa = *Solanum paniculatum*, Solsp3 = *Solanum* sp.3, Solsp2 = *Solanum* sp.2, Solsp1 = *Solanum* sp.1, Pipad = *Piper aduncum*, Pisp4 = *Piper* sp.4, Pisp3 = *Piper* sp.3, Pisp 2 = *Piper* sp.2, Pisp1 = *Piper* sp.1, Pium = *Piper umbellatum*, Pipmo = *Piper mollicomum*

O aninhamento (NODF) da rede foi de 40,76 ( $p < 0,05$ ), a modularidade (M) foi 0,46 ( $p = 0,29$ ), a conectância foi de 0,22, sendo registradas 30 das 135

interações possíveis. A rede apresentou um maior número de interações fracas (65%), tanto para plantas como para morcegos e fortemente assimétricas. Quanto à dependência dos frutos, *A. lituratus* teve maior dependência por frutos de *C. pachystachya* ( $d = 38\%$ ), *S. lillium* teve maior dependência por frutos do gênero *Solanum* ( $d = 89\%$ ) especialmente por *Solanum* sp.1 ( $d = 41\%$ ) e *C. perspicillata* teve total dependência por frutos do gênero *Piper* ( $d = 100\%$ ) principalmente por *Piper* sp.1 ( $d = 24\%$ ) (Tabela 2; Figura 2).



**Figura 4** - Grafo bipartido energizado, modelo Kamada-Kawai free, destacando os frutos consumidos (círculos verdes) por morcegos frugívoros (círculos amarelos) entre dezembro de 2013 e outubro de 2014 em mosaico agrícola no sudeste do Brasil. Quanto maior a espessura da linha maior é a frequência de interação entre os pares. Espécies de morcegos, Stti = *Sturnira tildae*, Stli = *Sturnira lilium*, Plre = *Platyrrhinus recifinus*, Plli = *Platyrrhinus lineatus*, Cape = *Carollia perspicillata*, Arfi = *Artibeus fimbriatus*, Arli = *Artibeus lituratus*, Pygo = *Pygoderma bilabiatum*, Chdo = *Chiroderma doriae*; Espécies vegetais, Vism = *Vismia* sp., Cecpa = *Cecropia pachystachya*, Ficus = *Ficus* sp., Ficgo = *Ficus* cf. *gomelleira*, Sogran = *Solanum granulosoleprosum*, Solpa = *Solanum paniculatum*, Solsp3 = *Solanum* sp.3, Solsp2 = *Solanum* sp.2, Solsp1 = *Solanum* sp.1, Pipad = *Piper aduncum*, Pisp4 = *Piper* sp.4, Pisp3 = *Piper* sp.3, Pisp 2 = *Piper* sp.2, Pisp1 = *Piper* sp.1, Pipum = *Piper umbellatum*, Pipmo = *Piper mollicomum*.

## 5. DISCUSSÃO

As interações entre morcegos e frutos foram descritas através da teoria de redes complexas, cuja abordagem permite entender melhor como as interações se organizam e permite inferir através dos cálculos de diversas métricas quais os padrões que estruturam essas redes. A rede de interações apresentou-se aninhada, característica frequentemente observada em redes de dispersão de sementes e polinização (BASCOMPTE et al., 2003; DUPONT; DENNIS; JENS, 2003). Mello et al. (2011) analisaram 11 redes de interação morcego-fruto e todas apresentaram-se aninhadas. Esse padrão ocorre devido às espécies especialistas, aquelas com poucas interações, estarem conectadas com espécies mais generalistas, formando subgrupos coesos, que torna a rede mais robusta e diminuindo as chances de co-extinção (BASCOMPTE et al., 2003).

As espécies de morcegos com somente uma interação (consideradas como especialistas nesse estudo), foram *Artibeus fimbriatus*, *Chiroderma doriae*, *Sturnira tildae* e *Pygoderma bilabiatum*, que interagiram respectivamente com *Cecropia pachystachya*, *Solanum paniculatum* e *S. granulosoleprosum*, que por sua vez, apresentaram duas ou mais interações com diferentes espécies de morcegos. O mesmo padrão é observado ao analisar as

espécies de plantas com somente uma interação— sendo *Piper mollicomum* e *Vismia* sp, que interagiram com *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata*, espécies que interagiram com nove e cinco espécies de plantas, respectivamente, o que contribui para o aninhamento da rede.

A rede não se apresentou organizada em módulos, o que sugere que as espécies generalistas, além de interagir com as espécies especialistas, também interagem com outras espécies generalistas. Já as ligações entre especialistas são menos frequentes, sendo que essas interações são muito frágeis devido à mútua dependência (BASCOMPTE; JORDANO, 2006). Aizen, Morales e Morales (2008) analisando espécies exóticas em redes de polinização, sugerem que em paisagens fragmentadas pode haver um aumento na abundância de espécies hiper-generalistas, que ligam módulos distintos e reduz a modularidade da rede, o que pode explicar esse resultado, já que 91% das amostras fecais pertenceram a somente três espécies, e dos 15 frutos identificados sete foram compartilhados por no mínimo duas dessas espécies.

A conectância foi de 0.22, valor próximo aos encontrados por Mello et al. (2011) ao analisarem 11 redes morcego-fruto, sendo que a maior rede analisada possuía 68 espécies no total e uma conectância de 0,18, e menor rede possuía 12 espécies e conectância de 0,58, o que mostra que essa métrica é fortemente influenciada pelo tamanho da rede.

Houve uma prevalência de interações fracas e as interações fortes se mostram assimétrica quanto a dependência entre plantas e morcegos, sendo que as plantas apresentaram maior dependência pelos morcegos que os morcegos pelas plantas, padrão esse que é comumente registrado em redes mutualísticas (BASCOMPTE; JORDANO; OLESEN, 2006; JORDANO, 1987). Uma das explicações para este padrão pode ser o fato de os frutos ficarem disponíveis somente em parte do ano, com isso os morcegos utilizam diversas espécies de frutos ao longo do ano, mostrando uma menor dependência de uma só espécie.

Outra métrica calculada foi a dependência (d), pela qual é possível observar a contribuição de uma espécie de fruto na dieta de uma espécie de morcego (BASCOMPTE; JORDANO; OLESEN, 2006). Através dela, podemos observar que *Artibeus lituratus*, *Sturnira lillium* e *Carollia perspicillata* tiveram maior dependência de frutos de *Cecropia pachystachya*, *Solanum* sp.1 e *Piper* sp.1.

*Artibeus lituratus* é considerado um especialista em frutos de *Cecropia* e *Ficus* (FLEMING, 1986; PASSOS et al., 2003), sendo que esses dois gêneros podem compor mais de 80% de sua dieta (GOMES, 2013; SATO; PASSOS; NOGUEIRA, 2008), no entanto, essa espécie pode apresentar uma dieta mais generalista em locais onde a densidade de Moraceae e Urticaceae é baixa (GALETTI; MORELLATO, 1994). Nos pontos amostrados, apesar de vários indivíduos de *C. pachystachya* terem sido identificados, não foram encontradas plantas de *Ficus*, o que pode explicar a dieta mais ampla de *A. lituratus* no local. Essa plasticidade alimentar pode permitir uma melhor adaptação a mudanças na disponibilidade de alimento, facilitando a sobrevivência da espécie em diferentes ambientes.

*Cecropia pachystachya* foi o item mais consumido por *A. lituratus*, representando 38% de sua dieta. Essa espécie apresentou frutificação entre os meses de maio e dezembro. Durante esse período, só não foram encontradas sementes de *Cecropia* nas fezes de *A. lituratus* em junho e julho. Espécies de *Piper* e *Solanum* foram responsáveis por 16% e 24% da dieta de *A. lituratus*, respectivamente, sendo um importante item alimentar, para compor a dieta dessa espécie nos meses em que seu recurso preferencial não estava disponível.

Foram identificadas três espécies de solanáceas na área de estudo, *Solanum paniculatum*, *Solanum granuloseprosum* e *Solanum* sp., que apresentaram estratégia de frutificação “steady state” (GENTRY, 1974), com frutificação prolongada e disponibilidade de recurso durante todo o ano. A maior

parte da dieta de *S. lillium* foi composta por frutos de solanáceas (86%) e o restante por frutos de piperáceas (14%), o mesmo padrão encontrado em outros trabalhos (GIANNINI, 1999; MARINHO-FILHO, 1991; MELLO; KALKO; SILVA, 2008), o que confirma o elevado consumo de frutos de solanáceas por essa espécie.

*Carollia perspicilata* mostrou uma interação do tipo especialista com Piperaceae, tendo 100% de sua dieta composta por frutos dessa família. Essa dependência pode impor dificuldades para espécie se adaptar onde a disponibilidade de *Piper* é baixa. Munin (2012) cita este como sendo o principal fator que determina a baixa abundância relativa de *C. perspicillata* no Pantanal. Plantas do gênero *Piper* também possuem estratégia de frutificação steady state, além disso, diferentes espécies de piperáceas podem possuir frutificação não sobreposta, tornando esse recurso disponível para a fauna durante todo o ano (LIMA; REIS, 2004; MIKICH; SILVA, 2001). Na área de estudo *C. perspicilatta* utilizou seis espécies de piperáceas em sua dieta, sendo *Piper*. sp1, *P. umbellatum* e *P. aduncum* as mais utilizadas. Dentre as espécies identificadas na área, *P. aduncum* foi a mais abundante.

As sete amostras de sementes encontradas nas fezes de *Platyrrhinus lineatus*, *P. recifinus*, *Artibeus fimbriatus* e *Chiroderma doriae* foram de *Cecropia pachystachya* e *Ficus* spp., espécies florestais de dossel. Os dados de dieta do presente estudo foram similares a outros estudos realizados na Floresta Atlântica (MIKICH, 2002; MELLO; KALKO; SILVA, 2008; PASSOS et al., 2003).

O alto consumo de plantas dos gêneros *Cecropia*, *Solanum* e *Piper*, por morcegos dos gêneros *Artibeus*, *Sturnira* e *Carollia* é relatada em diversos estudos (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2007; GIANNINI, 1999; MELLO et al., 2004), sendo que essa escolha pode ser interpretada como um mecanismo que permita a coexistência das espécies em uma mesma localidade (MARINHO-

FILHO, 1991). Andrade et al. (2013) confirmam a hipótese de que as escolhas de frutos feitos por morcegos desses três gêneros constituem preferências reais e não uma escolha oportunista, e sugere uma relação bastante estreita entre esses gêneros de morcego e alguns grupos de plantas.

Alguns frutos foram utilizados somente em uma das estações, como *Piper molicomum*, *Solanum granulosoleprosum* e *Solanum* sp.3, que foram consumidos somente na estação chuvosa. *Piper aduncum*, *Piper* sp.2, *Ficus* cf. *gomelleira* e *Ficus* sp., foram consumidos somente na estação seca. Isso mostra a importância da sazonalidade nos estudos de dieta e redes ecológicas, já que o uso dos recursos pelos morcegos varia ao longo do ano.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da rede de interação morcego-fruto em um mosaico agrícola no sul de Minas Gerais, mostrou padrões já descritos para esse tipo de rede, como (i) estrutura aninhada, (ii) prevalência de interações fracas, sendo que as interações fortes foram assimétricas e (iii) baixa conectância, com espécies especialistas interagindo com espécies generalista. Todas essas características conferem maior robustez à rede. As espécies *Artibeus lituratus*, *Sturnira lillium* e *Carollia perspicilata* foram as mais abundantes e conseqüentemente as que forneceram o maior número de amostras fecais para análise, sendo que os resultados encontrados nesse trabalho são similares a diversos outros estudos realizados em remanescentes de Floresta Atlântica. *Artibeus lituratus*, *S. lillium* e *C. perspicilata* apresentam um maior consumo de frutos das plantas dos gêneros *Cecropia*, *Solanum* e *Piper*. Apesar das preferências, o uso do recurso muda ao longo do ano, sendo que algumas espécies foram consumidas em somente uma das estações (seca ou chuvosa), o que evidencia a importância de se coletar dados ao longo de todo o ano para trabalhos sobre dieta ou rede de interações morcego-fruto.



## REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S.; MARINHO-FILHO, J. Bat frugivory in a remnant of southeastern Brazilian Atlantic Forest. **Acta Chiropterologica**, Washington, v. 9, n. 1, p. 251-260, Apr. 2007.

AIZEN, M. A.; MORALES, C. L.; MORALES, J. M. Invasive mutualists erode native pollination webs. **PLoS Biology**, San Francisco, v. 6, n. 2, p. 396-403, Feb. 2008.

ALMEIDA-NETO, M. et al. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, Buenos Aires, v. 117, p. 1227-1239, Mar. 2008.

ANDRADE, T. Y. et al. Hierarchical fruit selection by Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Journal of Mammalogy**, Washington, v. 94, n. 5, p. 1094-1101, Oct. 2013.

BARQUEZ, R. M.; MARES, M. A.; BRAUN, J. K. The bats of Argentina. **Special Publication of the Museum of Texas, Tech University**, Lubbock, n. 42, p. 42-273, June 1999.

BASCOMPTE, J. et al. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, June 2003.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 38, p. 567-593, Aug. 2007.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; OLESEN, J. M. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science**, New York, v. 312, n. 5772, p. 431-433, 2006.

BURKLE, L. A.; ALARCÓN, R. The future of plant-pollinator diversity: understanding interaction networks across time, space, and global change. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 98, n. 3, p. 528-538, Feb. 2011.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L. Quirópteros da reserva biológica do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 333-369, 2008.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L.; SILVA, S. S. P. Quirópteros do parque estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 113-140, dez. 2002. Suplemento.

DUPONT, Y. L.; DENNIS, M. H.; JENS, M. O. Structure of a plant-flower-visitor network in the high-altitude sub-alpine desert of Tenerife, Canary Islands. **Ecography**, Copenhagen, v. 26, n. 3, p. 301-310, May 2003.

FLEMING, T. H. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Org.). **Frugivores and seed dispersal**. Wageningen: Springer Netherlands, 1986. p. 105-118.

FLEMING, T. H. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 18, n. 1, p. 91-109, 1987.

FLEMING, T. H.; SOSA, V. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. **Journal of Mammalogy**, Washington, v. 75, n. 4, p. 845-851, Nov. 1994.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science**, New York, v. 309, n. 5734, p. 570-574, July 2005.

GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. Diet of the large-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 4, n. 58, p. 661-665, 1994.

GARDNER, A. L. Order Chiroptera. In: \_\_\_\_\_. **Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews and bats**. Chicago: University of Chicago, 2008. v. 1, p. 187-484.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, Lawrence, v. 6, n. 1, p. 64-68, Apr. 1974.

GIANNINI, N. P. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an andean rainforest. **Journal of Mammalogy**, Washington, v. 80, n. 4, p. 1186-1195, Nov. 1999.

GOMES, L. A. C. **Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um remanescente de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil: composição de espécies, sazonalidade e frugivoria**. 2013. 78 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

GUIMARÃES JUNIOR, P. R.; GUIMARÃES, P. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling & Software**, Oxfordshire, v. 21, n. 10, p. 1512-1513, Oct. 2006.

GUIMERÁ, R.; AMARAL, L. Functional cartography of complex metabolic networks. **Nature**, London, v. 433, n. 7028, p. 895-900, Feb. 2005.

HEGLAND, S. J. et al. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 2, p. 184-195, Feb. 2009.

JACOMASSA, F. A. F.; PIZO, M. A. Birds and bats diverge in the qualitative and quantitative components of seed dispersal of a pioneer tree. **Acta Oecologica**, New York, v. 36, n. 5, p. 493-496, Sept./Oct. 2010.

JORDANO, P. Pattern of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **The American Naturalist**, Chicago, v. 129, n. 5, p. 657-677, Mar. 1987.

LIMA, I. P.; REIS, N. R. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 371-377, jun. 2004.

LOBOVA, T. A.; GEISELMAN, C. K.; MORI, S. A. **Seed dispersal by bats in the neotropics**. New York: The New York Botanical Garden, 2009. 471 p.

MARINHO-FILHO, J. S. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 59-67, Feb. 1991.

MARRQUITTI, F. M. D. et al. MODULAR: software for the autonomous computation of modularity in large network sets. **Ecography**, Copenhagen, v. 37, n. 3, p. 221-224, Mar. 2014.

MELLO, M. A. R. et al. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. **PLoS One**, San Francisco, v. 6, n. 2, Feb. 2011. Disponível em:  
<<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0017395>>.  
Acesso em: 10 nov. 2014.

MELLO, M. A. R. et al. A test of the effects of climate and fruiting of Piper species (Piperaceae) on reproductive patterns of the bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). **Acta Chiropterologica**, Washington, v. 6, n. 2, p. 309-318, Dec. 2004.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, Washington, v. 89, n. 2, p. 485-492, Apr. 2008.

MIKICH, S. B. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional

Semidecidual do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 239-249, mar. 2002.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 89-113, 2001.

MOLINARI, J. The mutualism between frugivores and plants in tropical forests: paleobiological aspects, autoecologies, community role. **Acta Biológica Venezuelica**, Caracas, v. 14, n. 4, p. 1-44, 1993.

MORALES, C. L.; AIZEN, M. A. Invasive mutualisms and the structure of plant-pollinator interactions in the temperate forests of north-west Patagonia, Argentina. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 94, n. 1, p. 171-180, Jan. 2006.

MUNIN, R. L. **Efeito da disponibilidade de recursos alimentares sobre a diversidade e a composição de espécies de morcegos filostomídeos em regiões do Pantanal e do Cerrado**. 2012. 69 p. Tese (Ecologia em Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

NOVAES, R. L. M. et al. A paisagem da RPPN Fazenda Lagoa e seu entorno: considerações para a conservação da natureza e construção de um futuro sustentável. In: LAURINDO, R. F.; NOVAES, R. L. M.; WEYLAND-VIEIRA, M. C. (Org.). **RPPN fazenda Lagoa: educação, pesquisa e conservação da natureza**. São Paulo: Instituto Sul Mineiro de Estudos e Conservação da Natureza, 2014. p. 43-62.

OLESEN, J. M.; JORDANO, P. Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. **Ecology**, Durham, v. 83, n. 9, p. 2416-2424, Sept. 2002.

PAKEK. **Program for large network analysis**. Disponível em: <<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PASSOS, F. C. et al. Frugivoria em morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 511-517, 2003.

PERES, C. A. Non-volant mammal community structure in different Amazonian forest types. In: EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. (Ed.). **Mammals of the neotropics**. Chicago: University of Chicago, 1999. v. 3, p. 564-581.

RESTREPO, C.; GOMEZ, N.; HEREDIA, S. Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit-frugivore interactions in a Neotropical montane forest. **Ecology**, Durham, v. 80, n. 2, p. 668-685, Mar. 1999.

SATO, T. M.; PASSOS, F. C.; NOGUEIRA, A. C. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 19-26, 2008.

SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. **Ecoscience**, Sainte-Foy, v. 2, n. 3, p. 267-275, 1995.

SETTE, I. M. S. **Interação morcego-fruto: o estado da arte no Brasil e um estudo da chuva de sementes por aves e morcegos em uma área do cerrado em Brasília**. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna: part 1, bats. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, n. 237, p. 1-219, 1998.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the Atlantic montane forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, Essex, v. 91, n. 1, p. 119-127, Dec. 1999.

TURNER, I. M.; CORLETT, R. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 11, n. 8, p. 330-333, Aug. 1996.

VENABLE, D. L.; BROWN, J. S. The population-dynamic functions of seed dispersal. **Vegetatio**, The Hague, v. 107/108, n. 1, p. 31-55, June 1993.

**APÊNDICE**

Morcegos a serem depositados Coleção de Morcegos da Universidade Federal de Lavras (CMUFLA).

*Chiroderma doriae* (RSL 19), *Eptesicus* sp. (RSL 21), *Glossophaga soricina* (RSL 202), *Myotis nigricans* (RSL 201, RSL 403), *Phyllostomus discolor* (RSL 402), *Sturnira tildae* (RSL 200), *Vampyressa pusilla* (RSL 20).