



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

INSTITUTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

DE RECURSOS NATURAIS



**DIVERSIDADE E FRUGIVORIA POR MORCEGOS EM UM
REMANESCENTE DE FLORESTA SEMIDECIDUAL DE
UBERLÂNDIA, MG.**

LUÍS PAULO PIRES

UBERLÂNDIA

Fevereiro - 2012

LUÍS PAULO PIRES

**DIVERSIDADE E FRUGIVORIA POR MORCEGOS EM UM
REMANESCENTE DE FLORESTA SEMIDECIDUAL DE
UBERLÂNDIA, MG.**

“Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais”.

Orientador

Dr. Kleber Del-Claro

Co-orientador

Dr. Wilson Uieda

UBERLÂNDIA

Fevereiro, 2012

LUÍS PAULO PIRES

**DIVERSIDADE E FRUGIVORIA POR MORCEGOS EM UM
REMANESCENTE DE FLORESTA SEMIDECIDUAL DE
UBERLÂNDIA, MG.**

“Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2012

Prof. Dra. Natália Leiner, UFU

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva, UNICAMP

Prof. Dra. Celine de Melo (Suplente), UFU

Prof. Dr. Kleber Del-Claro, UFU

(Orientador)

Wilson Uieda, UNESP Boticatu

(Co-Orientador)

UBERLÂNDIA

Fevereiro – 2012

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com a participação, direta ou indireta, de várias pessoas, as quais eu não poderia deixar de agradecer. Seguem, portanto, os agradecimentos àquelas que me foram mais caras durante a realização deste trabalho:

À Universidade Federal de Uberlândia e o Instituto de Biologia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pelo apoio logístico e financeiro a este projeto e à Capes pela bolsa de estudos fornecida para a realização deste curso.

Aos meus familiares, principalmente aos meus pais, pelo apoio incondicional e o respeito às minhas escolhas e a confiança depositada em mim ao longo de tantos anos.

Ao meu orientador, Kleber Del-Claro, por aceitar me orientar com um modelo incomum aos seus trabalhos.

Ao meu coorientador, o professor Wilson Uieda, grande expert dos morcegos, que me ensinou a trabalhar e a gostar destes animais e por ter facilitado (burocrática e logisticamente) muito o meu trabalho com suas valiosas dicas.

À professora Natália Leiner pelo auxílio na elaboração das etapas iniciais do projeto e aos professores Heraldo Luís de Vasconcelos e Cecília Lomônaco pela ajuda prestada nas análises de alguns dados.

Aos meus amigos Adriano, Alexandre, Carolina e, especialmente, Giancarlo, Diego e Vanessa, pela companhia e pela valiosa ajuda prestada durante as várias noites de captura de morcegos e na redação do texto.

À minha namorada, não só pelo apoio a compreensão a este trabalho e às minhas escolhas, mas também pela assistência prestada durante as capturas de morcegos.

À Maria Angélica, secretária do nosso Programa, pela atenção, paciência e disposição.

Aos colegas do Leci, pela estimada companhia e discussões.

Aos funcionários da Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Uberlândia, sobretudo à Gisele, que permitiram a realização deste projeto no Parque do Sabiá, e aos funcionários do parque, em especial ao Wendel, Sr. Pedro, Sr. Paulo e Baltazar, pela assistência e o respeito com que me trataram durante os meses que estive em sua companhia.

A todos estes e aos outros de quem por ventura eu possa ter me esquecido, o meu mais sincero obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
 CAPÍTULO I.....	 7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Materiais e Métodos.....	12
Resultados.....	17
Discussão.....	25
Conclusões.....	34
Referências Bibliográficas.....	35
 CAPÍTULO II.....	 44
Resumo.....	45
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Materiais e Métodos.....	49
Resultados.....	55
Discussão.....	62
Conclusões.....	64
Referências Bibliográficas.....	65

RESUMO

Pires, Luís P. 2012. Diversidade e frugivoria por morcegos em um remanescente de floresta semidecidual de Uberlândia, MG. Dissertação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 77p.

Em ambientes tropicais, os morcegos podem representar mais de 50% da composição da comunidade de mamíferos. A importância destes animais, entretanto, vai muito além da sua grande contribuição para a biodiversidade. Eles apresentam também alta diversidade em suas funções ecológicas: são vetores de doenças de importância médica-veterinária, reduzem danos na agricultura, realizam a polinização de muitas espécies de plantas e dispersam as sementes de tantas outras. Assim, os morcegos são excelentes modelos de estudos de aspectos ecológicos teóricos e práticos, e os resultados destes estudos podem ser fundamentais para a conservação do meio ambiente, para a agricultura e a saúde pública e veterinária. Embora algumas espécies de morcegos sejam comuns em áreas urbanas, pouco se sabe a respeito da organização das comunidades de quirópteros nestes ambientes e como o processo de urbanização e redução do habitat afetam a estrutura e composição destas comunidades. Neste sentido, o primeiro capítulo desta dissertação traz informações sobre a organização de uma comunidade de morcegos em um parque urbano da cidade de Uberlândia, MG, tentando evidenciar padrões que possam ser importantes para a conservação dos morcegos nestas áreas. Com relação às interações mutualísticas entre morcegos frugívoros e plantas, sabe-se que os morcegos podem dispersar as sementes de mais de 500 espécies de plantas. Em geral, os frutos destas plantas apresentam características que, em conjunto, são conhecidas como quiropterocóricas, ou a síndrome de dispersão pelos morcegos. Grande parte dos estudos interpreta as síndromes como o resultado da pressão seletiva dos frugívoros sobre a planta. Entretanto, a validade empírica destas características para a seleção pelos frugívoros e da sua interpretação evolutiva tem sido colocada em debate, uma vez que a dispersão de sementes é um processo generalizado, o que torna a coevolução entre plantas e frugívoros improvável. Porém, existe uma relação funcional entre o tamanho do corpo do animal e o tamanho do recurso que ele é capaz de consumir e, por isso, o tamanho dos frutos é uma característica importante para a seletividade do recurso pelos frugívoros. Assim, se as plantas apresentam variação inter e intra-específica no tamanho dos frutos e os frugívoros exploram esta variação de maneira não aleatória, eles podem exercer pressão seletiva sobre o tamanho dos frutos. Poucos são os estudos que avaliam o tamanho dos frutos como um fator de atratividade para os morcegos e se esta característica está sujeita à pressão seletiva por estes animais. Assim, o segundo capítulo desta dissertação versa sobre a interação entre *Carollia perspicillata*, uma espécie de morcego frugívoro, e *Piper arboreum*, uma planta cujos frutos são utilizados como recurso, investigando se os morcegos selecionam preferencialmente frutos maiores, no intuito de lançar luz sobre o papel dos morcegos na determinação de características fenotípicas da planta.

Palavras-chave: morcegos, comunidade, parques urbanos, frugivoria, interação animal-planta.

ABSTRACT

Pires, Luís P. 2012. Diversity and frugivory by bats in a semideciduous forest remnant from Uberlândia, MG. Dissertação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 77p.

In tropical environments, bat species may account for over 50% of the composition of mammals' communities. Their importance, however, goes much beyond their contribution to biodiversity. They are also highly diverse in their ecological functions: they are vectors of important medical-veterinary diseases, reduce damage to agriculture, pollinate several plant species and disperse the seeds of many others. Thus, bats are insightful models for the study of theoretical and practical ecology, and the results of these studies may be important for environmental conservation, agriculture and public and veterinary healthcare. Although some bat species are common in urban areas, little is known about the organization of chiropteran communities in these environments and how urbanization and habitat reduction affect community structure and composition. In this sense, the first chapter of this dissertation brings information about the assembly of a bat community from an urban park of Uberlândia, MG, trying to uncover patterns that may be critical for bat conservation in such areas. In respect to the frugivorous bats and plants mutualistic interactions, bats may disperse seeds of more than 500 plant species. In general, the fruits of these plants display traits that, taken together, are known as chiropterocory, or the bat dispersal syndrome. Most studies interpret fruit syndromes as the result of the selective pressure exerted by frugivores. However, the empirical validity of these traits for frugivore selection and of its evolutionary interpretation have been put on debate, since seed dispersal is a generalized process and, therefore, coevolution between frugivores and plants is unlikely. Nevertheless, there's a functional relationship between animals body size and the size of the resource which they are able to consume and, therefore, fruit size is an important trait to frugivore selectivity. Thus, if there's inter and intraspecific variation in fruit size among plants and frugivores exploit this variation non-randomly, they may exert selective pressure on fruit size. Few are the studies that assess fruit size as an attractive trait to bats and if this trait is subject to selective pressure by these animals. Thereby, the second chapter of this dissertation approaches the interaction between *Carollia perspicillata*, a frugivorous bat species, and *Piper arboreum*, which have its fruit consumed as food resource, investigating if bats select preferentially larger fruits and trying to enlighten the role played by bats in the determination of phenotypic plant traits.

Key words: bats, community, urban parks, frugivory, animal-plant interaction.

INTRODUÇÃO GERAL

Comunidades de morcegos nos trópicos

Morcegos são animais altamente diversos. Em ambientes tropicais, os morcegos podem representar mais de 50% da composição da comunidade de mamíferos (Aguirre, 2002). Ao todo, existem cerca de 1120 espécies distribuídas no mundo (Simmons, 2005) e 172 no Brasil, o que compreende quase 24% das espécies de mamíferos brasileiros e 15% das mundiais (Bernard et al. 2010).

A importância dos morcegos, entretanto, vai muito além da sua grande contribuição para a biodiversidade. Os morcegos apresentam também alta diversidade em suas funções ecológicas e, por isso, eles desempenham papéis importantes no ambiente e para os seres humanos, embora estes serviços ecológicos sejam pouco valorizados pelos leigos (Eisenberg e Redford, 1999). As espécies insetívoras controlam populações de insetos, reduzindo danos na agricultura, o que representa uma economia de bilhões de dólares com agrotóxicos todos os anos (Boyles et al. 2011). As espécies nectarívoras realizam a polinização das plantas e as frugívoras dispersam as suas sementes (Aguar e Marinho-Filho, 2007). As espécies hematófagas são importantes vetores de doenças, como a raiva (Schneider et al. 2009). Estudos têm demonstrado que algumas espécies da família Phyllostomidae são indicadoras da qualidade ambiental (Medellín et al. 2000. Clarke et al. 2005). Assim, estudar os morcegos nos permite não só elucidar aspectos ecológicos teóricos, mas também os práticos, que podem ter grande influência para a conservação do meio ambiente, para a agricultura, a saúde pública e veterinária (Chung-MacCoubrey, 2005).

A riqueza e a abundância de morcegos tem sido reduzida globalmente (Falcão et al. 2003), devido à destruição de habitat e à falta de informação da população leiga a respeito da biologia desses animais (Marinho-Filho e Sazima, 1998), o que reforça a necessidade de estudos que embasem planos de conservação e forneçam informações à população. O número de estudos com morcegos no Brasil tem aumentado recentemente (Bernard et al. 2010), mas o entendimento do panorama real da diversidade e status de conservação das espécies brasileiras ainda é incipiente (Mello, 2009).

Morcegos e frutos

Muitas plantas investem uma quantidade significativa de recursos na produção de frutos carnosos (Jordano, 2000). Os animais frugívoros, atraídos pela polpa, consomem os frutos e podem atuar como potenciais dispersores das sementes, assim estabelecendo uma relação mutualística com as plantas (Muscarella e Fleming, 2007). A dispersão consiste no processo de remoção das sementes da planta-mãe pelos agentes dispersores, primários ou secundários (Pizo e Oliveira, 1998) e deposição em sítios de germinação (Nathan e Casagrandi, 2004). Este processo é importante dentro do ciclo de vida das Angiospermas, principalmente nos ambientes tropicais (Howe e Miriti, 2004).

Nas florestas tropicais, cerca de 50 a 90% das árvores tem suas sementes dispersas por animais (zoocóricas), sendo que, entre os vertebrados, os principais frugívoros são aves e mamíferos (Jordano et al. 2006). Entre estes últimos, os morcegos se destacam por serem os frugívoros mais importantes em termos de número de espécies (Fleming e Heithaus, 1981), podendo consumir e dispersar as sementes de mais de 500 espécies de plantas (Muscarella e Fleming, 2007).

As interações mutualísticas entre animais e plantas, juntamente com os fatores abióticos, são fundamentais para a manutenção da estrutura das comunidades naturais (Jordano et al. 2006) e da grande biodiversidade nos trópicos (Marquis, 2004). Entender estas interações, bem como os fatores e processos envolvidos na estruturação das comunidades naturais, é de grande importância para o conhecimento sobre a evolução e a biodiversidade em ambientes naturais (Thompson, 2005; Jordano, 2010) e podem ser utilizados como ferramentas para a preservação da biodiversidade (Del-Claro e Torezan-Silingardi, 2009).

Considerações gerais sobre a estrutura e os temas desta dissertação

Inserida no contexto descrito nos parágrafos anteriores, esta dissertação acrescenta informações importantes sobre a biologia de morcegos em uma área urbana da cidade de Uberlândia, MG. A dissertação foi estruturada em dois capítulos, de forma a separar e abordar melhor os objetivos que ela se dispôs a alcançar. O primeiro capítulo aborda aspectos gerais acerca da composição e estrutura de uma comunidade de morcegos em um ambiente urbano, bem como dados sobre as interações entre as espécies frugívoras e plantas encontradas na área estudada. O capítulo dois aborda mais especificamente a interação entre a espécie de morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e a planta *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae), investigando se as características dos frutos, mais especificamente seu tamanho, são resultado da adaptação das plantas aos seus dispersores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

Aguiar, L. M. S., and J. Marinho-Filho. 2007. Bat frugivory in a remnant of southeastern brazilian atlantic forest. *Acta Chiropterologica* **9**:251-260.

Aguirre, L. F. 2002. Structure of a neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy* **83**:775-784.

Bernard, E., L. M. S. Aguiar, and R. B. Machado. 2010. Discovering the brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal review* **41**:1-17.

Boyles, J. G., P. M. Cryan, G. F. McCracken, and T. H. Kunz. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science* **332**:41-42.

Clarke, F. M., D. V. Pio, and P. A. Racey. 2005. A comparison of logging systems and bat diversity in the neotropics. *Conservation Biology* **19**:1194-1204.

Chung-MacCoubrey, A. L. 2005. Use of pinyon-juniper woodlands by bats in New Mexico. *Forest Ecology and Management* **204**:209–220.

Del-Claro, K., and H. M. Torezan-Silingardi. 2009. Insect-plant interactions: new pathways to a better comprehension of ecological communities in neotropical savannas. *Neotropical Entomology* **38**:159-164.

Eisenberg, J. F., and K. H. Redford. 1999. *Mammals of the neotropics. The northern neotropics, The central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. University of Chicago Press, Chicago.

Falcão, F. C., Rebelo V. F., and A. S. Talamoni. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia: Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **20**:347–350.

Fleming, T. H., and E. R. Heithaus. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* **13**:45-53.

Howe, H. F., and M. N. Miriti. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience* **54**:651–660.

Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. Pages 125–166 in M. Fenner, editor. The ecology of regeneration in natural plant communities. Commonwealth Agriculture Bureau International, Wallingford, UK.

Jordano, P. 2010. Coevolution in multi-specific interactions among free-living species. *Evolution: Education and Outreach* **3**: 40-46.

Jordano, P., M. Galetti, M.A. Pizo, and W. R. Silva. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. Pages 411-436 in C. F. Duarte, H. G. Bergallo, M. A. Dos Santos, and A. E. Va, editors. *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São Paulo, Brasil.

Marinho Filho, J., and I. Sazima. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. Pages 282-294 in T. H. Kunz, and P. A. Racey, editors. *Bat biology and conservation*. Washington: Smithsonian Institution Press.

Marquis, R. J. 2004. Herbivores rule. *Science* **305**:619-621.

Medellín, R. A., M. Equihua, and M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology* **14**:1666-1675.

Mello, M. A. R. 2009. Temporal variation in the organization of a neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Oecologica* **35**:280–286.

Muscarella, R., and T. H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* **82**:573-590.

Nathan, R., and R. Casagrandi. 2004. A simple mechanistic model of seed dispersal predation and plant establishment: Janzen-Connell and beyond. *Ecology* **92**:733-746.

Pizo, M. A., and P. S. Oliveira. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the atlantic forest of southeast Brazil. *American Journal of Botany* **85**:669–674.

Schneider M. C., P. C. Romijn, W. Uieda, H. Tamayo, D. F. da Silva, A. Belotto, J. B. da Silva, and L. F. Leanes. 2009. Rabies transmitted by vampire bats to humans: an emerging zoonotic disease in Latin America? *Revista Panamamericana de Salud Pública* **25**:260–269.

Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. Pages 312-529 *in* D. E. Wilson, and D. M. Reeder, editors. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Thompson J. N. 2005. *The geographic mosaic of coevolution*. University of Chicago Press, Chicago.

*As citações e referências bibliográficas contidas nesta dissertação estão formatas segundo as normas da revista *Ecology*. Optamos por este modelo (ou semelhante) uma vez que ele é seguido por várias outras revistas na área de Ecologia.

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE MORCEGOS EM UM PARQUE URBANO DE UBERLÂNDIA, MG: UMA ABORDAGEM DAS ESPÉCIES FITÓFAGAS E SUAS INTERAÇÕES.

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE MORCEGOS EM UM
PARQUE URBANO DE UBERLÂNDIA, MG: uma abordagem das espécies fitófagas e
suas interações.**

Luís Paulo Pires, Kleber Del-Claro e Wilson-Uieda

RESUMO

Entre as ameaças à biodiversidade, a urbanização é aquela que talvez imponha os maiores desafios às ações de conservação. Ações mitigatórias, como a criação de parques urbanos, visam reduzir os impactos da urbanização. Entretanto, ainda é controversa a maneira como as comunidades de pequenos mamíferos se adaptam aos parques urbanos. Neste estudo, investigou-se a composição e a estrutura da comunidade de quirópteros em um parque urbano de Cerrado bem como a dieta das espécies fitófagas. Entre outubro de 2010 e Julho de 2011, foram capturados 92 indivíduos de seis espécies: *Artibeus lituratus* (n=48), *A. planirostris* (n=28), *Platyrrhinus lineatus* (n=6), *Carollia perspicillata* (n=4), *Myotis nigricans* (n=4) e *Glossophaga soricina* (n=3). Houve variação no número de indivíduos capturados mensalmente, mas não houve diferença significativa no número de machos e fêmeas em geral e entre espécies. Foram encontrados poucos indivíduos jovens ou reprodutivos. Com relação à dieta, foi observado o consumo de frutos de *Ficus enomis*, *Cecropia pachystachia*, *Piper arboreum*, *Psidium guajava*, *Calophyllum brasiliensis*, *Syagrus* sp. e *Eugenia jambolana*, bem como pólen de *Mabea fistulifera*. A variação na captura de morcegos esteve sincronizada com a disponibilidade de recursos vegetais ao longo do ano. O número de espécies de morcegos encontrado foi menor do que o registrado em áreas não urbanas de Cerrado. O baixo número de indivíduos jovens e em condição reprodutiva pode ser explicado pela migração de fêmeas reprodutivas para locais com melhor disponibilidade de recursos. A sincronia entre a captura de morcegos e o período de frutificação e floração das plantas utilizadas como recurso alimentar corrobora a hipótese da influência da disponibilidade de recursos vegetais sobre a dinâmica temporal das comunidades de morcegos tropicais, especialmente Phyllostomidae.

Palavras-chave: morcegos, comunidade, frugivoria, urbanização, parques.

**COMPOSITION AND STRUCTURE OF A BAT COMMUNITY IN AN URBAN
PARK FROM UBERLÂNDIA, MG: an approach about the phitophagous species and
their interactions.**

ABSTRACT

Urbanization is one of the most dangerous threatenings to biodiversity worldwide. Conservation measures, such as the establishment of urban parks, can diminish the negative effects of urbanization on biodiversity. Nevertheless, it is still unclear the way that communities of small mammals adapt to urban environments. In this study, the composition and structure of the chiropteran community from an urban park in Cerrado was investigated, as well as the diet of the phitophagous species. A total of 92 individuals from six species were captured: *Artibeus lituratus* (n=48), *A. planirostris* (n=28), *Platyrrhinus lineatus* (n=6), *Carollia perspicillata* (n=4), *Myotis nigricans* (n=4) e *Glossophaga soricina* (n=3). There was considerable monthly variation in the number of individuals caught, but no mean difference in the amount of males and females captured. Only a few young or non-reproductive individuals were found. The consumption of fruits of *Ficus enomis*, *Cecropia pachystachia*, *Piper arboreum*, *Psidium guajava*, *Calophyllum brasiliensis*, *Syagrus* sp. e *Eugenia jambolana*, as well as polen of *Mabea fistulifera*, was observed. Monthly bat captures was highly sinchronized with plant phenology. Monthly variation on bat capture was synchronized with plant resources availability year-round. The number of bat species found was lower than those from non-urban Cerrado areas. The low number of younglings and reproductive adults may be explained by female migration to sites with greater resource availability. The synchrony between bat captures and the phenology of plants used as food by bats supports the hypothesis of influence of plant resources availability on the temporal dynamics of tropical bat communities, especially in Phyllostomidae.

Key words: bats, community, frugivory, urbanization, parks.

INTRODUÇÃO

Conhecer e entender os fatores e processos responsáveis pela organização e estruturação das comunidades tropicais tem sido um grande desafio devido à alta diversidade de espécies destas comunidades (Thompson, 2009; Del-Claro e Torezan-Silingardi, 2009; Mello, 2009). Apesar das dificuldades encontradas pelos cientistas, a redução global da biodiversidade torna urgente a necessidade de estudos que investiguem as comunidades tropicais a fim de se elucidar padrões que permitam elaborar planos de conservação e manejo para estas comunidades, inseridas nos ecossistemas mais produtivos do planeta (Huston, 1979).

Entre as ameaças à biodiversidade e às comunidades tropicais, a urbanização é aquela que talvez imponha os maiores desafios às ações de conservação, pois, dentre as formas de degradação de habitat, a expansão dos centros urbanos é a que acontece mais rapidamente, estando ligada ao desenvolvimento sócio-econômico (Mckinney, 2002; Duchamp e Swihart, 2008). Embora provavelmente seja impossível diminuir o crescimento econômico nos trópicos e, conseqüentemente, a urbanização, as medidas conservacionistas podem estabelecer ações mitigatórias dos processos de urbanização. Entre estas ações, está a criação dos parques municipais (Savard et al. 2000; Alexis, 2006).

Os parques urbanos representam fragmentos florestais dentro dos quais uma parte da flora e fauna nativas pode existir (Kurta e Teramino, 1992). Por serem pequenos fragmentos, a diversidade e o tamanho das populações nesses parques são, em geral, uma pequena amostra da área natural de origem (Soulée, 1988). Isto é mais claro quando se leva em consideração os grandes vertebrados, principalmente mamíferos, que possuem áreas de vidas geralmente

maiores que aquelas disponíveis nos parques (Bierregaard et al. 1992). Entretanto, também ainda é controverso o modo como as comunidades de pequenos mamíferos se adaptam aos parques urbanos (Adams e Dove, 1989).

Os morcegos são modelos interessantes para o estudo da ecologia de comunidades, sobretudo nos trópicos, devido à sua alta diversidade biológica e ecológica (Heithaus, 1982; Simmons, 2005). Eles são animais altamente diversos no Brasil (Marinho-Filho e Sazima, 1998) e embora a perspectiva da ecologia de comunidades tenha sido utilizada em estudos brasileiros recentes sobre os morcegos (e.g. Pedro e Taddei, 1997; Falcão et al. 2003), a maioria teve como objetivo a produção de inventários (Mello, 2009). Assim, muitos aspectos importantes da biologia destes animais têm sido negligenciados, o que dificulta a elaboração de planos de conservação das espécies e dos seus habitats (Fenton, 1997; Bernard et al. 2010).

Morcegos são animais relativamente tolerantes à urbanização, por apresentarem capacidade de voo, que lhes permite o deslocamento entre fragmentos de vegetação isolados (Estrada e Coates-Estrada, 2001). Além disso, estes animais podem se beneficiar da atividade antrópica: algumas estruturas podem lhes servir de abrigo (como pontes, bueiros e casas), o plantio de frutíferas exóticas que podem servir como alimento e/ou local de abrigo para os frugívoros; a iluminação artificial atrai insetos e aumenta a disponibilidade de recurso para os insetívoros (Rydell, 1992; Reis et al. 1993; Sazima et al, 1994; Bredt e Uieda, 1996). Assim, parques e também praças bem arborizadas são importantes para a manutenção da biodiversidade de quirópteros em paisagens urbanas (Oprea et al. 2009).

A quiropterofauna do Cerrado é bastante rica, com pelo menos 103 espécies, o que representa mais da metade das espécies conhecidas no Brasil (Zortéa e Alho, 2008). Um dos *hotspots* mundiais, o Cerrado tem sido devastado devido à atividade agropecuária e a expansão urbana (Oliveira e Marquis, 2002) e muitas espécies que antes habitavam extensas

formações naturais estão agora confinadas em pequenos fragmentos, alguns dentro das áreas urbanas **(referência)**. Portanto, conhecer a ecologia e a organização das comunidades de morcegos que habitam remanescentes de vegetação de cerrado em áreas urbanas e rurais é de grande importância para a sua conservação neste bioma (Ferreira et al. 2010).

Neste capítulo, foi investigada a composição e a estrutura da comunidade de quirópteros em um parque urbano situado no bioma Cerrado. Foram descritos aspectos da biologia das espécies ao longo do tempo de estudo (variação temporal, distribuição etária, razão sexual, condição reprodutiva) bem como a dieta das espécies fitófagas encontradas, a fim de elucidar questões importantes sobre a ecologia de morcegos em áreas urbanas. Foi analisada a fenologia das espécies vegetais utilizadas como alimento pelos morcegos, buscando identificar aquelas que foram importantes para a manutenção da guilda dos frugívoros e nectarívoros na área.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudos

O estudo foi realizado entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque Municipal do Sabiá (48° 14' 02" O, 18° 54' 52" S), em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (figura 1). Este é o maior parque da cidade de Uberlândia, com uma área de 35 ha de remanescentes de vegetação nativa composta por mata de galeria, mata mesófila, cerradão e vereda, com uma formação florestal semidecidual (Guilherme et al., 1998). O Parque Municipal do Sabiá foi inaugurado em 1982, porém somente em 1997 ele foi reconhecido como uma Unidade de Conservação

(Rosa e Schiavini, 2006). Até o ano de 1997, o Parque do Sabiá não dispunha de um plano de manejo adequado para os remanescentes florestais e frequentemente era realizada a limpeza do sub-bosque, características que promoveram impactos negativos (pisoteio e compactação do solo, acúmulo de lixo, entre outros) para o ecossistema da área (Guilherme e Nakajima, 2007). Além disso, o Parque do Sabiá está situado em um mosaico de vegetação na paisagem urbana, isolado de outros fragmentos protegidos, cuja conexão é feita por pequenas praças que funcionam como áreas verdes (figura 2). O clima da região é caracterizado por um período seco e frio que dura em torno de seis meses (abril a setembro) e um período quente e úmido de igual duração (outubro a novembro) (figura 3).

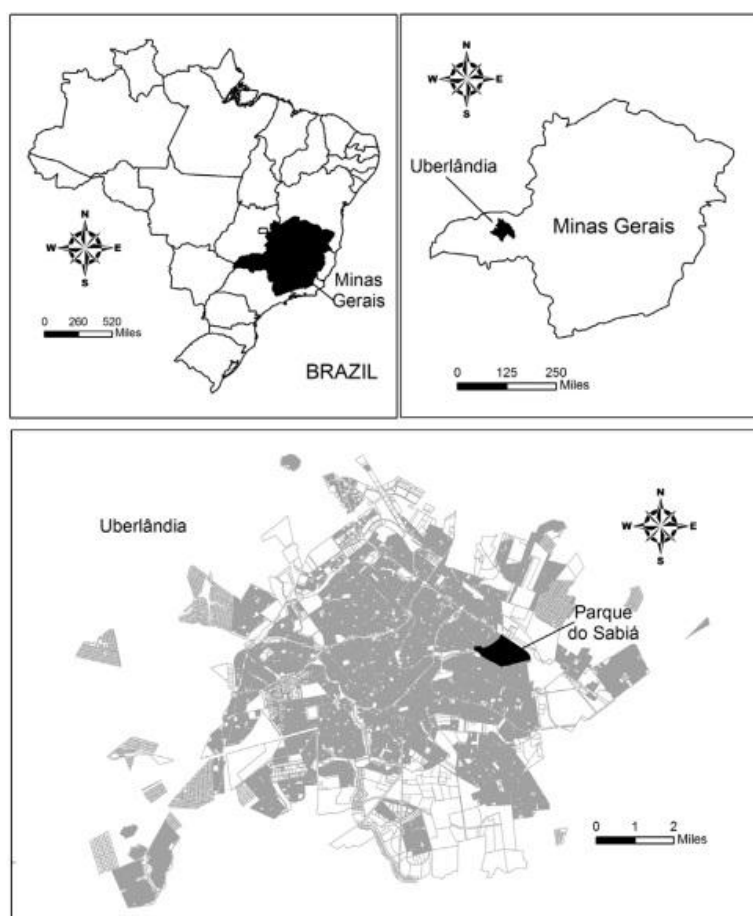


FIGURA 1: Localização do Parque Municipal do Sabiá na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (mapa: Rodrigues et al. 2011).

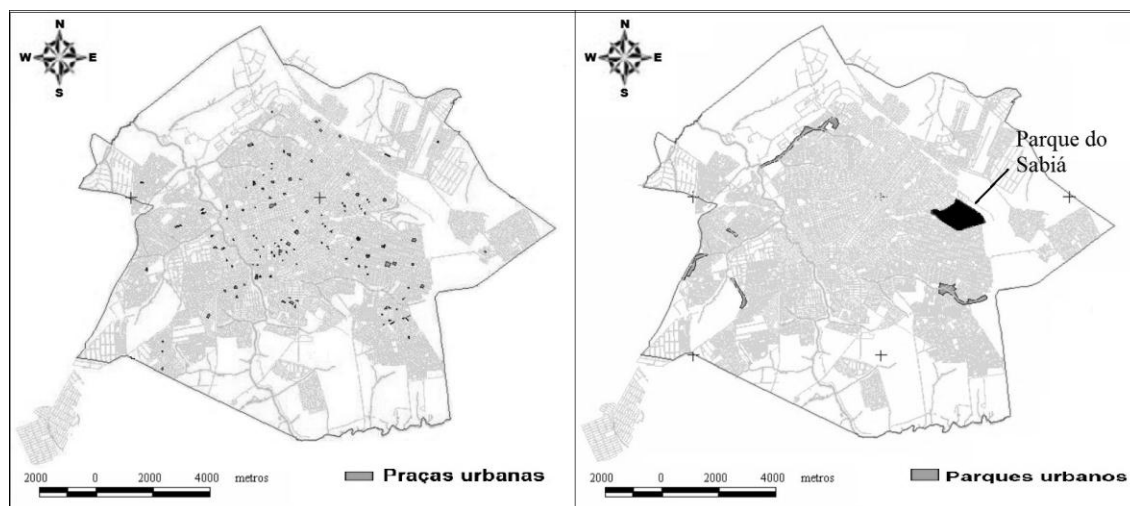


FIGURA 2: Localização das praças (esquerda) e parques urbanos (direita) no município de Uberlândia, MG (adaptado de Oliveira e Soares, 2009), representados como áreas mais escuras nos mapas.

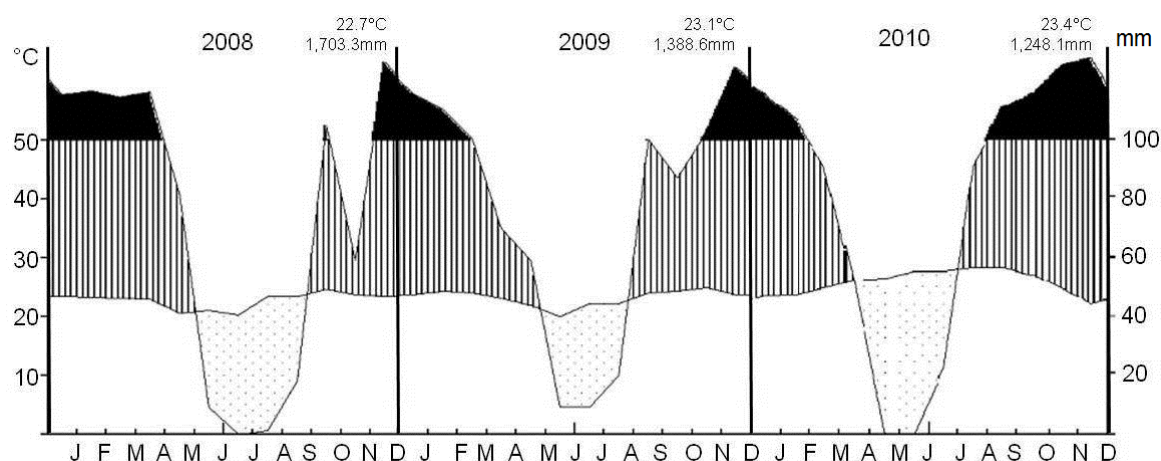


FIGURA 3: Diagrama climático (Walter e Lieth, 1967) para a cidade de Uberlândia-MG, nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Captura dos morcegos e análise da dieta

As capturas de morcegos foram feitas em quatro noites a cada mês entre os meses de outubro de 2010 a julho de 2011, totalizando 40 noites de amostragem. As noites de captura aconteceram nas fases nova e minguante da lua. Apenas em março de 2011 foram realizadas duas noites de capturas, em virtude da ocorrência de chuvas fortes durante quase todos os dias do mês no período noturno. O esforço amostral faltante neste mês foi transferido para o mês de abril. Foram utilizadas quatro redes de neblina (9 x 3 m, abertas a nível do solo) nas primeiras cinco horas após o pôr do sol. O local das redes variou entre os dias de amostragem para evitar o aprendizado da posição das redes pelos morcegos. O esforço amostral das capturas foi calculado segundo Straube e Bianconi (2002), totalizando 21600 h.m².

Cada morcego capturado foi mantido durante 30 minutos em um saco de pano para a obtenção de fezes (Zortéa, 2003) e, posteriormente, identificados segundo Vizotto e Taddei (1973), Nowak (1994) e Emmons e Feer (1997). Foram colhidos os seguintes dados dos morcegos capturados: medida do antebraço direito, utilizando paquímetro digital Lotus®, precisão 0,01 mm; sexo; idade (jovem ou adulto) e condição reprodutiva (reprodutivos ou não identificados). As análises das capturas e da dieta dos animais foram realizadas mensalmente. A determinação da idade dos morcegos (adultos ou jovens) foi feita através do método de inspeção visual do grau de ossificação da cartilagem epifisária (Kunz e Parsons, 2009). A condição reprodutiva dos machos foi determinada através da posição dos testículos (escrotados ou não escrotados); a das fêmeas através da apalpação do abdômem à procura de feto, da apalpação das glândulas mamárias e da observação da presença ou ausência de juvenis presos à pelagem da mãe (Willig, 1985). Utilizou-se o teste qui-quadrado para avaliar se havia diferença significativa no número de capturas por mês e o teste T de Student para verificar se havia diferença significativa no número de machos e fêmeas capturados. As análises estatísticas foram feitas segundo Zar (1999).

A identificação das plantas consumidas pelos morcegos foi feita através de análise do conteúdo fecal, por comparação com material de referência previamente coletado, e em dez sessões de observação direta de duas horas cada para identificar aquelas espécies cujos recursos, embora disponíveis para os morcegos, não apareceram nas fezes (principalmente frutos com sementes grandes). O consumo verificado não foi quantificado, uma vez que a metodologia utilizada foi ineficaz para distinguir se aproximações repetidas dos morcegos às plantas representaram eventos independentes. A partir desses registros foram construídas matrizes de adjacência com dados de presença e ausência das espécies de morcegos por planta para confecção do grafo bipartido utilizando o programa Pajek (*Program for Large Network Analysis*).

Entre agosto de 2010 e agosto de 2011, realizou-se, uma vez por semana, o levantamento da fenologia das espécies consumidas pelos morcegos na área, identificando os períodos de oferta de recurso (fruto e/ou pólen) pelas plantas. O levantamento foi feito por amostragem de todas as ocorrências, utilizando trilhas pré-existentes no interior do Parque. Utilizou-se uma abordagem qualitativa para a análise da fenologia, avaliando a presença ou ausência de recursos vegetais.

RESULTADOS

Comunidade de morcegos do Parque do Sabiá

Foram capturados 92 indivíduos distribuídos em seis espécies e duas famílias. Quatro das seis espécies são essencialmente frugívoras, uma é predominantemente nectarívora e uma exclusivamente insetívora (Tabela I).

TABELA I: Classificação e parâmetros de abundância das espécies de morcegos capturadas entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque do Sabiá.

Classificação	Número de capturas	% do total	Média por mês $\pm$ Desvio padrão	Guilda trófica
Família				
Phyllostomidae				
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	47	51,1	4,7 $\pm$ 5,01	Frugívoro
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	28	30,5	2,8 $\pm$ 3,49	Frugívoro
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	6	6,5	0,6 $\pm$ 1,26	Frugívoro
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	4	4,3	0,4 $\pm$ 0,70	Frugívoro
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	3	3,3	0,3 $\pm$ 0,68	Nectarívoro
Vespertilionidae				
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	4	4,3	0,4 $\pm$ 0,52	Insetívoro
Total	92	100		

O número de indivíduos capturados variou significativamente ao longo dos meses ($\chi^2=58,217$, $gl=9$, $p<0,05$). O maior número de capturas ocorreu entre os meses de dezembro de 2010 e fevereiro de 2011, e em julho de 2011. Houve uma maior captura de machos (55,4%) do que fêmeas (44,6%) na comunidade de morcegos, embora esta diferença não seja significativa ($t=0,521$, $gl=18$, $p>0,05$) e não tenha sido observada para todas as espécies encontradas (figura 4). Além disso, a proporção entre machos e fêmeas na comunidade variou ao longo dos meses de estudo (figura 5).

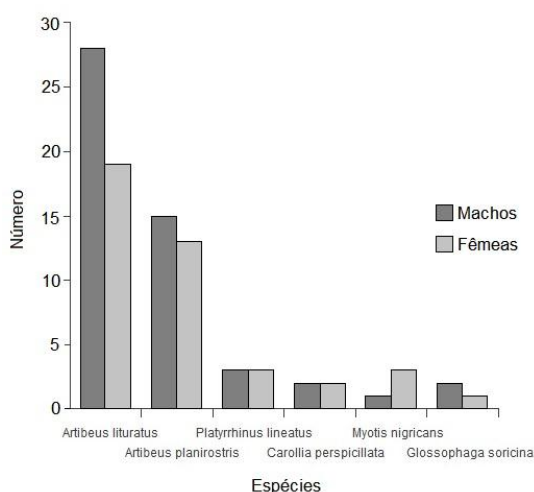


FIGURA 4: Número de machos e fêmeas capturados por espécie entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque do Sabiá.

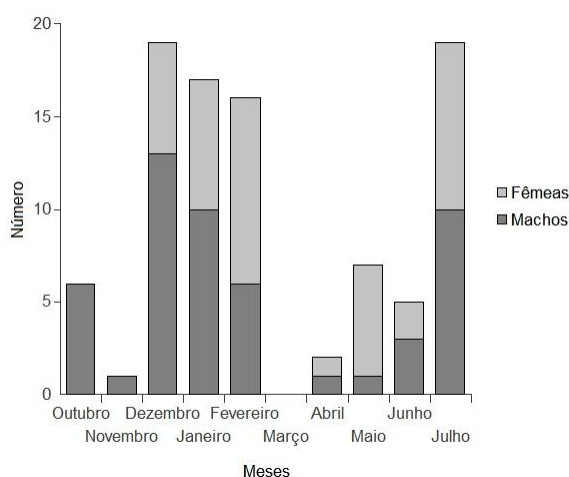


FIGURA 5: Proporção entre machos e fêmeas capturados por mês entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque do Sabiá.

A quantidade e a proporção de indivíduos jovens ($N=10$) e adultos ($n=82$) capturados variaram ao longo dos meses, sendo que, com exceção dos meses de março e abril, o número

de adultos sempre foi superior ao número de jovens na população (figura 6). Os picos de ocorrência de indivíduos jovens foram nos meses de janeiro e maio de 2011 (n=3, cada).

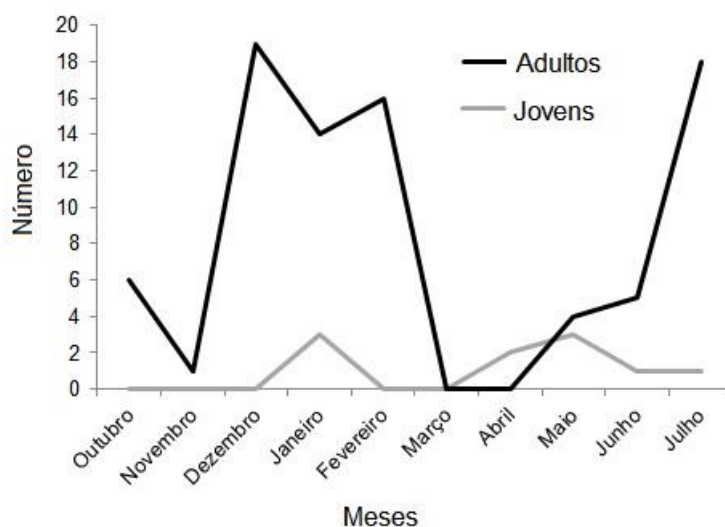


FIGURA 6: Número de jovens e adultos capturados mensalmente entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque do Sabiá.

Entre os 82 adultos capturados, 63 (77%) não estavam em condição reprodutiva (41 machos e 22 fêmeas) e 19 (23%) estavam em condição reprodutiva (10 machos e nove fêmeas) (figura 7).

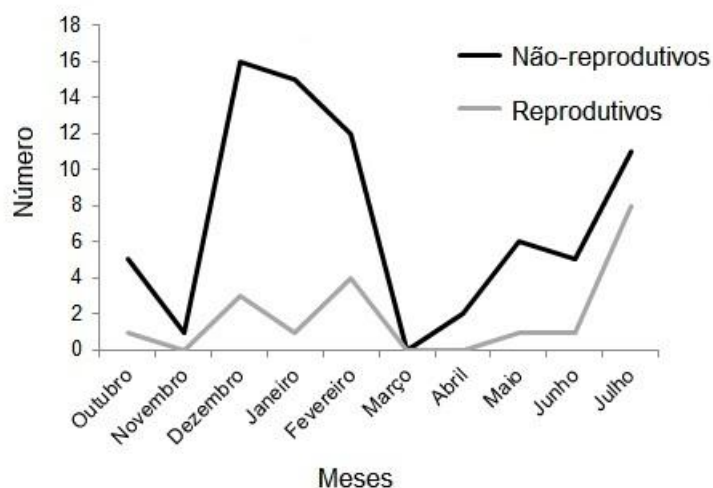


FIGURA 7: Variação no número de indivíduos adultos em condição reprodutiva e não reprodutiva capturados mensalmente entre outubro de 2010 e julho de 2011 no Parque do Sabiá.

Dieta dos morcegos frugívoros

Na análise do conteúdo fecal e nas sessões de observação noturna, nove espécies de plantas tiveram registro de consumo por morcegos (Tabela II). *Ficus* sp. foi o item com maior frequência de ocorrência nas fezes dos morcegos. As espécies de morcegos que consumiram a maior diversidade de recursos foram *Artibeus lituratus* e *Artibeus planirostris* (figura 8).

TABELA II: Espécies de plantas e caracterização dos itens alimentares consumidos por morcegos no Parque do Sabiá, utilizando metodologias complementares (análise das fezes e observação direta).

Planta	Família	Recurso utilizado	Exótica/Nativa	Registro do consumo	Frequência de ocorrência nas fezes
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Fruto	Nativa	Observação/fezes	16
<i>Syagrus</i> sp.	Arecaceae	Fruto	Exótica	Observação	---
<i>Eugenia jambolana</i>	Urticaceae	Fruto	Exótica	Observação	---
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Fruto	Exótica	Observação	---
<i>Cecropia pachystachia</i>	Cecropiaceae	Fruto	Nativa	Observação/fezes	3
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Fruto	Exótica	Observação	---
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	Fruto	Nativa	Observação	---
<i>Piper arboreum</i>	Piperaceae	Fruto	Nativa	Observação/fezes	3
<i>Mabea fistulifera</i>	Euphorbiaceae	Pólen/néctar	Nativa	Observação/fezes	6

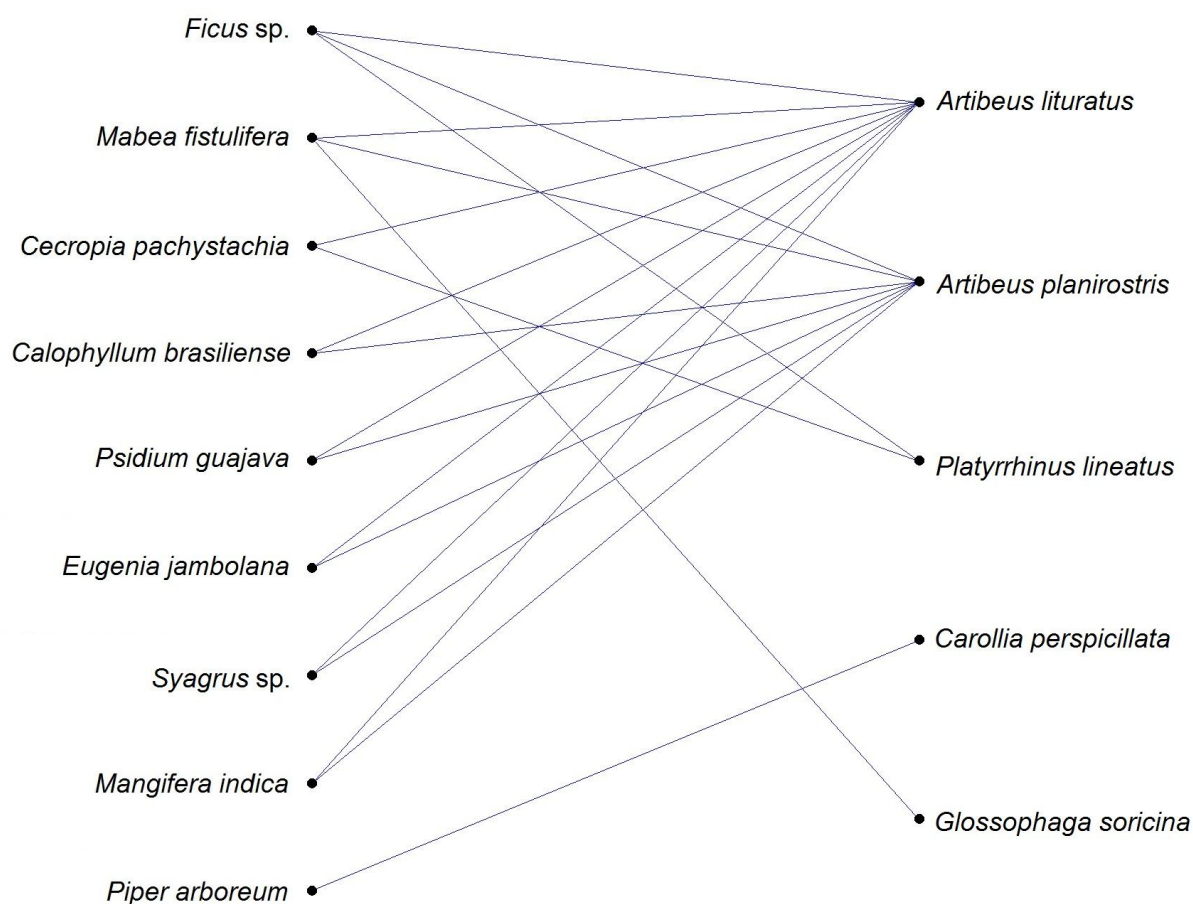


FIGURA 8: Rede de interações entre morcegos e plantas no Parque do Sabiá, Uberlândia (MG). As espécies estão ordenadas pelo número de interações que estabelecem, com as espécies mais generalistas situadas no topo e as mais especialistas na parte de baixo da rede.

Os recursos vegetais de diferentes espécies utilizados pelos morcegos estiveram disponíveis durante todo o ano na área de estudos, embora apenas *Ficus sp.* apresentou frutos maduros em todos os meses do ano (figura 9). A ocorrência de morcegos frugívoros e *G. soricina* ao longo do ano esteve sincronizada com os períodos de disponibilidade de frutos maduros e néctar das plantas utilizadas por esses animais como alimento (figura 10).

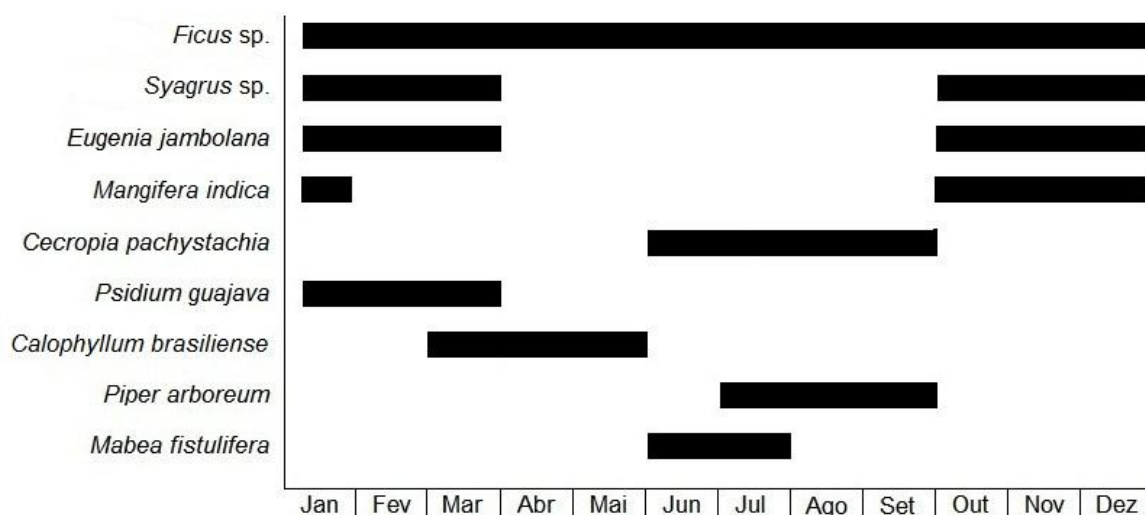


FIGURA 9: Período de frutificação e floração (*M. fistulifera*) ao longo do ano das espécies de plantas consumidas pelos morcegos no Parque do Sabiá.

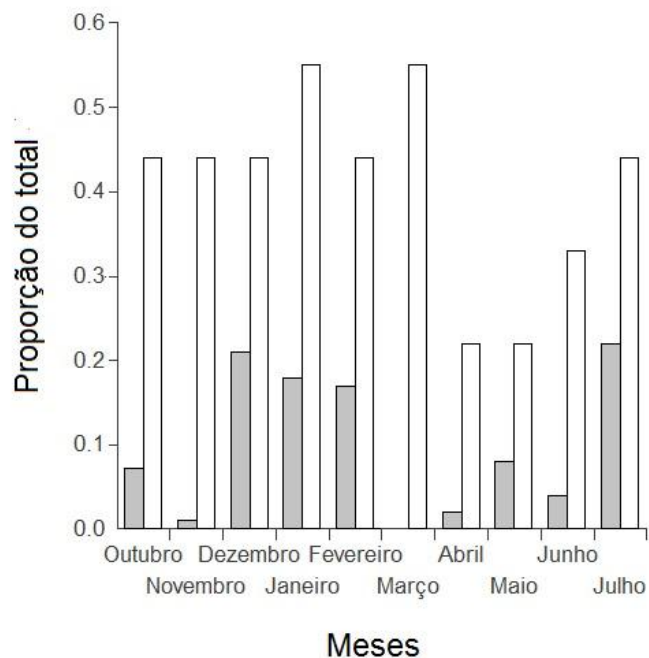


FIGURA 10: Variação na proporção de plantas com recurso alimentar disponível para os morcegos (colunas mais claras) e variação na proporção de morcegos capturados ao longo dos meses (colunas mais escuras) no Parque do Sabiá.

DISCUSSÃO

Diversidade de morcegos

A cidade de Uberlândia está situada em uma das regiões de maior desenvolvimento econômico do estado de Minas Gerais, o que tem influenciado a sua expansão urbana. Entre os anos de 2000 e 2009, a cidade teve um aumento populacional em torno de 26%, alcançando mais de 634.000 habitantes. O PIB per capita aumentou cerca de 45% no período entre 2005 a 2008. Acompanhando o crescimento socioeconômico, a área total construída da cidade aumentou 129% entre 2005 e 2009 (Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 2010). Neste sentido, a redução da cobertura vegetal no município foi alta, sendo que apenas 15% da área do município é hoje coberta com vegetação nativa (Scolforo e Carvalho, 2006), havendo fragmentos de vegetação nativa isolados em uma matriz urbana, contexto no qual a comunidade de morcegos do Parque do Sabiá está inserida.

O número de espécies de morcegos encontradas no estudo foi baixo, o que pode ser um reflexo da perda de habitat (vegetação) na área urbana, quando comparado a outros estudos realizados no Cerrado (Bredt et al. 1999; Willig, 1983; Gargalioni, 1997; Falcão, 2003; Zortéa e Alho, 2008; Ferreira, 2010). Entretanto, a diversidade no Sabiá foi semelhante à encontrada em outros estudos realizados em áreas urbanas (Oprea et al. 2009; Bruno et al. 2011). Na região de Uberlândia, Pedro e Taddei (1997) encontraram 17 espécies ($H' = 2,110$) para uma reserva de Cerrado conservada, distante 32 km do centro da cidade. A degradação de habitat em larga escala pode influenciar a diversidade, a estrutura das comunidades e os parâmetros populacionais de quirópteros no Cerrado, afetando negativamente aquelas espécies que dependem de condições específicas de habitat (Zortéa e Alho, 2008). Por isso, a

diferença na diversidade e na abundância de morcegos encontradas em nosso estudo em relação a outras áreas de Cerrado pode ser explicada pelo contexto de expansão urbana e supressão de habitats naturais na cidade de Uberlândia, uma vez que a área de estudos representa um pequeno fragmento de vegetação pouco conservado e isolado em uma matriz urbana.

O número de espécies encontrado no Parque do Sabiá é apenas uma pequena porção da diversidade regional de morcegos de Uberlândia, embora este seja o maior remanescente de vegetação nativa dentro da área urbana. Stutz et al. (2004) encontraram 41 espécies de morcegos dentro do perímetro urbano da cidade, o que representa a maior diversidade de morcegos em áreas urbanas do Brasil (Lima, 2008). Embora possa parecer conflitante a diferença na riqueza de espécies entre o presente estudo e o de Stutz et al. (2004), o grande número de espécies encontradas pelos últimos é certamente devido à abordagem intensiva utilizada em sua amostragem, com uma área de abrangência de cerca de 4000 km², que envolve uma grande heterogeneidade de habitats (desde cavernas, túneis a casas abandonadas), amostrada durante dois anos através de diferentes métodos (redes de neblina e coleta manual de animais encontrados em situações atípicas – voando ou em repouso no interior de residências, ou animais mortos). Assim, os autores amostraram grupos que não são comumente capturados em redes de neblina (e.g. Molossidae), bem como espécies mais raras e especialistas que não são encontradas com frequência em áreas urbanas (e.g. *Mimon crenulatum*). À parte das diferenças metodológicas, estas disparidades entre os dois estudos apontam que a redução da riqueza de espécies de morcegos no Parque do Sabiá pode ser reflexo das características físicas (principalmente tamanho e isolamento) e bióticas da área e demonstram como a simplificação e a redução do habitat, resultantes do processo de urbanização, podem afetar negativamente a quiropterofauna em um curto espaço de tempo (Reis et al. 2003; Faria, 2006).

Estrutura da comunidade

Composição de espécies

As comunidades de morcegos tropicais amostradas por meio de redes de neblina tendem a ser dominadas por espécies da família Phyllostomidae (Heithaus et al. 1975; Pedro e Taddei, 1997; Zortéa e Alho, 2008; Sanchez et al., in press). Isto pode ser explicado por vários fatores, entre eles: a seletividade do método de amostragem por redes de neblina, utilizado na maioria dos estudos (Kalko e Handley, 2001), e a especialização em fitofagia de muitas espécies de filostomídeos, devido à disponibilidade relativamente constante de recursos vegetais (néctar, pólen, frutos e folhas) das florestas tropicais ao longo do ano, diferentemente do que ocorre em ambientes temperados, onde o período de floração e frutificação das plantas é concentrado em um pequeno intervalo de tempo no ano (Heithaus, 1982). A composição de espécies e a fenologia das plantas encontradas no presente estudo corroboram estas hipóteses.

Artibeus lituratus é um morcego frugívoro de grande porte, encontrado desde a região central do México até o sul do Brasil (Rui et al. 1999). Juntamente com *A. planirostris* e *Platyrrhinus lineatus* (subfamília Stenodermatinae), são espécies comuns em áreas urbanas (Sazima et al., 1994) e são consideradas indicadoras de habitats degradados (Reis et al. 2003). Estas espécies são frugívoras e podem se beneficiar de plantas exóticas comuns em ambientes urbanos e que estão presentes na área de estudos, como *Mangifera indica* (mangueira), *Eugenia jambolana* (jambolão), bem como de *Ficus* sp. (figueira). Além disso, a disponibilidade de abrigos é um fator importante para a distribuição das espécies de

morcegos no espaço (Humpfrey, 1975). Na área de estudos, foram encontrados vários indivíduos de *M. indica*, cujas folhas são utilizadas como abrigo diurno por pequenas colônias de *A. lituratus* (Oprea, 2003). Morcegos que utilizam a folhagem das árvores como abrigos, como é o caso das espécies de *Artibeus*, provavelmente são menos afetados pelos efeitos negativos da urbanização do que aqueles que se abrigam na cavidade de troncos de árvores (Kunz e Lumsden, 2003; Duchamp e Swihart, 2008), o que é um recurso pouco disponível na área devido à limpeza do parque e remoção de árvores mortas.

Carollia perspicillata, uma espécie frugívora de médio porte (Uieda e Vasconcellos-Neto, 1985) e bastante abundante no Brasil e no Cerrado (Zórtea e Alho, 2008), foi encontrada em baixa abundância na área de estudo. A sub-amostragem desta espécie é comum em áreas urbanas (Barros et al. 2006) e pode ter ocorrido devido à baixa disponibilidade de frutos de *Piper arboreum* durante o período de capturas e à sua necessidade de habitats florestais relativamente conservados (Fleming, 1988). Além disso, parte da vegetação do sub-bosque do Parque do Sabiá é retirada frequentemente pelos funcionários como uma estratégia de limpeza da área (Guilherme e Nakajima, 2007), o que pode prejudicar as espécies que forrageiam neste substrato, como *C. perspicillata* e *Sturnira lilium* (Kalko et al. 1996), uma espécie que já foi amostrada para a região de Uberlândia (Pedro e Taddei, 1997; Stutz et al. 2004), mas não foi encontrada neste estudo.

Glossophaga soricina foi o único morcego nectarívoro encontrado neste estudo. Esta espécie é comum em áreas de Cerrado (Zortéa, 2008) e é capaz de se adaptar a ambientes antropizados (Bredt e Uieda, 1996; Oprea et al. 2009). Já existem outros registros desta espécie na região de Uberlândia, tanto para uma área natural (Pedro e Taddei, 1997, 2002) quanto para o perímetro urbano (Stutz, 2004).

Myotis nigricans é uma espécie insetívora. Apesar da comum ocorrência de morcegos insetívoros em áreas urbanas (Reis et al. 2002), alguns autores argumentam que a urbanização pode ser prejudicial aos morcegos insetívoros (Kurta e Teramino, 1992; Sparks et al. 2005). Entretanto, a baixa amostragem de espécies insetívoras é mais provavelmente explicada pela sua capacidade de voo acima do alcance das redes de captura, ao nível das fontes de iluminação artificial (Kalko e Handley, 2001).

Estrutura etária e condição reprodutiva

Fatores intrínsecos, aqueles ligados à própria biologia dos morcegos, influenciam na sua sensibilidade às mudanças ambientais. Embora estes fatores *per se* não sejam uma ameaça à quiropterofauna, eles podem potencializar os efeitos dos fatores extrínsecos (ligados às características ambientais) (Racey e Entwistle, 2003).

Morcegos são animais relativamente contraditórios em termos de história de vida. Por serem animais de pequeno porte, seria razoável supor que eles apresentassem características de organismos ‘*r*’ estrategistas, embora a maioria dos atributos de sua história de vida os coloque mais próximos dos organismos ‘*k*’ estrategistas (Barclay e Harder, 2003). Assim, por exemplo, a maioria das espécies de morcegos apresenta apenas um ou poucos filhotes por estação reprodutiva (geralmente uma por ano), os quais demandam grande investimento de recursos pelas fêmeas para serem criados até se tornarem independentes do cuidado maternal (Barclay, 1995).

Estas características da história de vida dos morcegos, juntamente com a disponibilidade de recursos na área, pode explicar o baixo número de indivíduos jovens e em condição reprodutiva encontrados no período de estudo. Fêmeas grávidas necessitam de uma maior quantidade de energia e cálcio durante a gestação e também durante o período de lactação (Barclay e Harder, 2003). Por isso, a dieta de fêmeas reprodutivas (tanto gestantes como lactantes) deve conter uma quantidade alta de nitrogênio e cálcio, que são elementos de baixa disponibilidade em frutos (Herrera, 1987). Assim, as fêmeas em condição reprodutiva deveriam se alimentar de mais de uma espécie de planta, bem como outros itens (insetos e pólen) para atingir a sua demanda nutricional, o que pode não ser possível na área de estudo. Assim, pode haver migração de fêmeas grávidas para áreas com maior disponibilidade de recursos, onde nascem e permanecem os jovens (e.g. Pedro e Taddei, 2002). Se este é um padrão recorrente ao longo dos anos, as populações de morcegos do Parque do Sabiá podem entrar em declínio devido ao baixo número de indivíduos jovens para manter a população no futuro. Estudos de longo prazo que monitorem as populações de morcegos em ambientes antropizados podem fornecer informações importantes acerca da condição reprodutiva das espécies que habitam ambientes urbanos.

Dieta dos morcegos

A utilização de sessões de observação da atividade de forrageio dos morcegos como uma metodologia alternativa de identificação das plantas utilizadas como recurso alimentar foi importante, já que identificou espécies cujas sementes não foram observadas nas fezes. Isto demonstra a importância de se utilizar outras metodologias além da análise do conteúdo fecal nos estudos de dieta das espécies fitófagas (Oprea, 2007). Outras metodologias, como a

observação dos abrigos de alimentação e de repouso também são importantes nestes estudos (Oprea, 2007; Munin et al. 2011).

A morfologia e o comportamento dos estenodermatíneos são importantes para a sua adaptação aos ambientes urbanos (Aguirre et al. 2003; Dumont, 2003). Eles são morcegos de médio a grande porte, e animais maiores não são limitados pelo tamanho dos frutos, podendo consumir tanto frutos pequenos como grandes. Isto pode explicar, por exemplo, a capacidade de consumir frutos grandes, como os de *Psidium guajava* na própria planta. Além disso, a mandíbula destes animais é pequena e larga, o que permite que eles exerçam uma forte pressão sobre o alimento, o que aliado ao uso de diferentes estilos de mordidas durante a alimentação, permite o consumo também dos frutos mais duros, como os de *Calophyllum brasiliense*. Esta flexibilidade alimentar pode explicar a permanência destas espécies ao longo do tempo em áreas urbanas, devido à sua uma maior capacidade de explorar recursos alternativos durante os períodos de escassez de alimento (Racey e Entwistle, 2003).

A maior parte da dieta de *A. lituratus* e *A. planirostris* foi composta por *F. enormis*. O registro do consumo de *Ficus* spp. por espécies do gênero *Artibeus* é amplamente recorrente na literatura (Morrison, 1980; August, 1981; Fleming e Heithaus, 1981; Kalko et al. 1996; Heer e Kalko, 2010), de tal forma que este grupo de plantas é considerado um núcleo para a alimentação destes animais (Silveira et al. 2011). Este parece ser o caso para a área de estudo, já que *F. enormis* foi o item mais abundante nas fezes destes animais e apresentou disponibilidade temporal ao longo de todo o ano. Entretanto, é importante ressaltar que *A. lituratus* e *A. planirostris* foram as espécies mais versáteis na utilização de itens alimentares, pois consumiram, além dos frutos de cinco espécies, pólen de *Mabea fistulifera*, o que já foi documentado por outros autores (Gardner 1974, Sazima et al. 1994).

P. lineatus consumiu frutos de *Cecropia pachystachia* e *F. enormis*. Apesar de ser também um estenodermátineo, *P. lineatus* não foi tão versátil na exploração de diferentes espécies de plantas como foram *A. lituratus* e *A. planirostris*. Isto pode ser devido ao tamanho menor de *P. lineatus* quando comparado a estas duas espécies e, assim, ela estaria mais limitada ao tamanho dos frutos do que os seus parentes.

Os dados deste estudo suportam a hipótese de que *C. perspicillata* é um especialista em frutos de *Piper* (Marinho-Filho, 1991). A dependência de frutos de uma espécie certamente impõe restrições sobre a capacidade de *C. perspicillata* em se adaptar a fragmentos presentes em ambientes urbanos, onde a densidade do recurso é, em geral, menor do que nas áreas mais conservadas.

G. soricina foi encontrada na área alimentando-se de néctar de *M. fistulifera*. A população de *M. fistulifera* na área do Parque do Sabiá é nativa e a única presente na região (Schiavini, comunicação pessoal) e, por isso, *G. soricina*, juntamente com *A. lituratus* e *A. planirostris*, provavelmente desempenham um papel importante na polinização e na manutenção da população desta espécie no Parque do Sabiá (Vieira e Carvalho-Okano, 1996).

A disponibilidade espaço-temporal de néctar e frutos maduros na comunidade influencia na dinâmica temporal da composição de espécies de morcegos frugívoros em uma área (Mello, 2009). Os resultados indicam que a variação na captura de morcegos fitófagos ao longo dos meses esteve sincronizada com a disponibilidade de recursos vegetais, principalmente néctar e frutos, na área. Vários outros estudos demonstram que existe variação sazonal na atividade de morcegos fitófagos (Heithaus et al. 1975; Kalko et al. 1996, Pedro e Taddei, 2002; Aguiar e Marinho-Filho, 2004; Zortéa e Alho, 2008; Hortêncio-Filho et al. 2010, Silveira et al. 2011). Assim, os resultados deste estudo sugerem que para conservar e manter as espécies de morcegos fitófagos em áreas urbanas, uma estratégia interessante seria

o plantio de espécies de plantas (nativas ou exóticas) utilizadas como recurso alimentar pelos morcegos e que apresentem diferenças fenológicas nos períodos de floração e frutificação, o que manteria a oferta de recursos vegetais constante ao longo do ano.

CONCLUSÕES

Parques urbanos são importantes para a ecologia dos morcegos, uma vez que existem várias espécies que são capazes de se adaptar a ambientes antrópicos. Conhecer a organização e a estrutura das comunidades de morcegos em áreas urbanas é fundamental para a preservação dessas espécies e dos serviços ecológicos que elas desempenham nestes ambientes.

Este estudo demonstrou que há uma redução e simplificação na diversidade de espécies de morcegos em um parque urbano situado no bioma Cerrado quando comparado à diversidade encontrada em estudos realizados em ambientes naturais, embora o resultado seja semelhante aos de outro estudo em área urbana. As espécies mais capturadas neste estudo são aquelas que apresentam uma maior capacidade de adaptação a ambientes modificados, como é o caso de *Artibeus lituratus*. Com relação à estrutura da comunidade, observou-se que a razão sexual é relativamente balanceada, mas há um alto número de indivíduos adultos que não estão em condição reprodutiva. As características da área, principalmente a limitação de nitrogênio e cálcio disponíveis nos recursos vegetais, provavelmente faz com que as fêmeas reprodutivas migrem para outras áreas mais favoráveis, onde nascem e permanecem os filhotes.

O item alimentar mais comum na dieta dos morcegos no Parque do Sabiá foi *Ficus enormis*, porém, houve o consumo de várias espécies exóticas disponíveis no parque, demonstrando o caráter oportunista das espécies frugívoras mais capturadas. Houve alta sincronia entre as capturas e a disponibilidade de recursos vegetais mensalmente, o que demonstra a importância de se manter uma área com recursos constantes ao longo do ano para a conservação dos morcegos.

Este estudo fornece informações importantes sobre a organização das comunidades de morcegos não só para o Parque do Sabiá, mas também em um contexto de paisagens urbanas, o que pode fornecer subsídios para os planos de conservação e manejo das espécies de morcegos nestes ambientes. Estudos de longa duração monitorando as características das comunidades, bem como os padrões de deslocamento das diferentes espécies em uma matriz urbana, podem lançar luz sobre aspectos da biologia dos quirópteros que sejam importantes para a sua conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, L. W., and L. E. Dove. 1989. Wildlife reserves and corridors in the urban environment. National Institute of Urban Wildlife, Columbia, Maryland.

Aguiar, L. M. S., and J. S. Marinho-Filho. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the atlantic forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **21**:385-380.

Aguirre, L. F., A. Herrel, R. Van Damme, and E. MatThysen. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* **17**:201-212.

Alexis, A. A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening* **5**:195-201.

Ávila-Flores, R., and M. B. Fenton. 2005. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* **86**:1193–1204.

Barclay, R. M. R., 1995. Does energy or calcium availability constrain reproduction by bats? *Symposia of the Zoological Society of London* **67**:245-258.

Barclay, R. M. R., and L.D. Harder. 2003. Life histories of bats: life in the slow lane. Pages 209-246 in T. H. Kunz, and M. B. Fenton, editors. *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago.

Barros, R. S. M., E. L. Bisaggio, and R. C. Borges. 2006. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biota Neotropical* **6**.

Bernard, E., L. M. S. Aguiar, and R. B. Machado. 2010. Discovering the brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal review* **41**:21-39.

Bierregaard, R. O. J. R., T. E. Lovejoy, V. Kapos, A. A. Santos, and R. W. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience* **42**:859-866.

Bredt, A., and W. Uieda. 1996. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, midwestern Brazil. *Chiroptera Neotropical* **2**:54-57.

Bredt, A., W. Uieda, and E. D. Magalhães. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* **16**:731-770.

Bruno, M., F. C. Garcia, and A. P. G. D. Silva. 2011. Levantamento da quiropterofauna do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Lado, Belo Horizonte. *Chiroptera Neotropical* **17**:977-984.

Daniel, M. J., and G. R. Williams. 1984. A survey of the distribution, seasonal activity and roost sites of New Zealand bats. *New Zealand Journal of Ecology* **7**:9-25.

Del-Claro, K., and H. M. Torezan-Silingardi. 2009. Insect-plant interactions: new pathways to a better comprehension of ecological communities in neotropical savannas. *Neotropical Entomology* **38**:159-164.

Duchamp, J., and R. Swihart. 2008. Shifts in bat community structure related to evolved traits and features of human-altered landscapes. *Landscape Ecology* **23**:849-860.

Emmons, L. H., and F. Feer. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. University of Chicago Press, Chicago.

Estrada, A., and R. Coates-Estrada. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* **17**:672-646.

Falcão, F. C., V. F. Rebelo, and A. S. Talamoni. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia: Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **20**:347-350.

Faria, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the northeastern atlantic forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **22**:531-542.

Fenton, M. B. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy* **78**:1-14.

Ferreira, C. M. M., E. Fischer, and A. Pulchério-Leite. 2010. Fauna de morcegos em remanescentes urbanos de Cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropical* **10**:155-160.

Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago.

Gargaglioni, L. H., M. E. Batalhão, M. J. Lapenta, M. F. Carvalho, R. V. Rossi, and V. P. Veruli. 1998. Mamíferos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, São Paulo. *Papéis Avulsos de Zoologia* **40**:267–287.

Guilherme, F. A. G., and J. N. Nakajima. 2007. Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. *Revista Árvore* **31**:329-338.

Guilherme, F. A. G., J. N. Nakajima, C. A. P. Lima, and A. Vanini. 1998. Fitofisionomias e a flora lenhosa nativa do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. *Daphne* **8**:17-30.

Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between bats and plants. Pages 327-367 *in*: Kunz, T.H., editor. *Ecology of bats*. Plenum Press, New York.

Heithaus, E. R., Fleming, T. E., and P. A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* **56**:841-854.

Herrera, C. M. 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs* **57**:305-331.

Hortêncio-Filho, H., N. R. Reis, and C. V. Minte-Vera. 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stational semidecidual forest from the Upper Paraná River, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **70**:937-945.

Humphrey S. R. 1975. Nursery roosts and community diversity of nearctic bats. *Journal of Mammalogy* **56**:321–346.

Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* **113**:81-101.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=31. Acessado em 08/11/2011.

Kalko, E. K. V., J. R. Handley, and D. Handley. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community. Pages 503-553 in M. L. Cody, and J. A. Smallwood, editors. Long-term studies of vertebrate communities. Academic Press, New York.

Kalko, E. K. V., and C. O. Handley Jr. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology* **153**:319–333.

Kunz, T. H., and L. F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. Pages 3-69 in T. H. Kunz, and M. B. Fenton, editors. Bat ecology. University of Chicago Press, Chicago.

Kunz T. H., and S. Parsons. 2009. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Kurta, A., and J. A. Teramino. 1992. Bat community structure in an urban park. *Ecography* **15**:257-261.

Lima, I. P. 2008. Espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera) registradas em parques nas áreas urbanas do Brasil e suas implicações no uso deste ambiente. Pages 71-85 in: N. R. Reis, A. L. Peracchi, and G. A. S. D. Santos, editors. Ecologia de morcegos. Technical Books, Londrina.

MacSwiney G. M. C., F. M. Clarke, and P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology* **45**:1364–1371.

Marinho-Filho, J. S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **7**:59–67.

Marinho-Filho, J., and I. Sazima. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. Pages 282-294 in T. H. Kunz, and P. A. Racey, editors. Bat biology and conservation. Smithsonian Institution Press, London.

McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity and conservation. *Bioscience* **52**:883-890.

Mello, M. A. R. 2009. Temporal variation in the organization of a neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Oecologica* **35**:280–286.

Nowak, R. M. 1994. Walker's mammals of the world. The John Hopkins University Press, Baltimore.

Oliveira, P. S., and R. J. Marquis. 2002. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a tropical savanna. New York, USA, Columbia University Press.

Oprea, M., D. Brito, T. B. Vieira, P. Mendes, S. R. Lopes, R. M. Fonseca, R. Z. Coutinho, and A. D. Ditchfield. 2007. A note on the diet and foraging behavior of *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an urban park in southeastern Brazil. *Biota Neotropical*.

Oprea, M., P. Mendes, T. Vieira, and A. Ditchfield. 2009. Do wooded streets provide connectivity for bats in an urban landscape? *Biodiversity and Conservation* **18**:2361-2371.

Pedro, W. A., and V. A. Taddei. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* **6**:3-21.

Pedro, W. A., and V. A. Taddei. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **19**:951-954.

Racey, P. A., and A. C. Entwistle. 2003. Conservation ecology of bats. Pages 680-743 in T. H. Kunz, and M. B. Fenton, editors. *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago.

Reis, N. R., A. L. Peracchi, and M. K. Onuki. 1993. Quirópteros de Londrina, Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* **10**:371-381.

Reis, N. R., I. P. Lima, and A. L. Peracchi. 2002. Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina, Paraná - Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **19**:739-746.

Reis, N. R., M. L. S. Barbieri, I. P. Lima, and A. L. Peracchi. 2003. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento

florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? *Revista Brasileira de Zoologia* **20**:225-230.

Rodrigues, E. A. S., J. D. Andrade-Filho, J. E. Limongi, and M. B. C. Paula. 2011. Sandfly fauna (Diptera: Psychodidae) in Parque do Sabiá complex, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* **53**:255-258.

Rosa, A. G., and I. Schiavini. 2006. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, Minas Gerais). *Bioscience Journal* **22**:151-162.

Rui, A. M., M. E. Fabian, and J. O. Menegheti. 1999. Geographical distribution and morphological analysis of *Artibeus lituratus* Olfers and *Artibeus fimbriatus* Gray (Chiroptera, Phyllostomidae) in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **16**:447-460.

Rydell, J. 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Functional Ecology* **6**:744-750.

Sánchez, M. S., N. P. Giannini, and R. M. Barquez. 2011. Bat frugivory in two subtropical rain forests of Northern Argentina: testing hypotheses of fruit selection in the neotropics. *Mammalian Biology* **1**: 22-31.

Savard, J. P. L., P. Clergeau, and G. Mennechez. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* **48**:131-142.

Sazima, I., W. A. Fischer, M. Sazima, and E. A. Fischer. 1994. The fruit bat *Artibeus lituratus* as a forest and city dweller. *Ciência e Cultura* **46**:164-168.

Scolforo, J. R., L. M. T. Carvalho, editors. Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2006. Cap. 5:75-278.

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. 2010. Banco de Dados Integrados de Uberlândia. Volume 3. Prefeitura Municipal de Uberlândia, Brasil. Disponível em: http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/462.pdf. Acessado em 11 de novembro de 2011.

Silva, M. M. S., N. M. S. Harmani, E. F. B. Gonçalves, and W. Uieda. 1996. Bats from the metropolitan region of São Paulo, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* **2**:39-41.

Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. Pages 312-329 in D. E. Wilson and D. M. Reeder, editors. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Souleé, M. E., D. T. Bolger, A. C. Alberts, J. Wright, M. Sorce, and S. Hill. 1988. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. *Conservation Biology* **2**:75-92.

Sparks, D. W., C. M. Ritzi, J. E. Duchamp, and J. O. Whitaker. 2005. Foraging habitat of the indiana bat (*Myotis sodalis*) at an urban-rural interface. *Journal of Mammalogy* **86**:713-718.

Straube, F. C., and G. V. Bianconi. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com redes de neblina. *Chiroptera Neotropical* **8**:150-152.

Stutz, W. H., M. C. Albuquerque, W. Uieda, E. M. D. Macedo, and C. B. França. 2004. Update list of bats from Uberlândia, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* **10**:188-190.

Thompson, J. N. 2009. The coevolving web of life. *American Naturalist* **173**:125-140.

Uieda, W., and J. Vasconcellos-Neto. 1985. Dispersão de *Solanum* spp. (Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus, AM, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **2**:449-458.

Vieira, M. F., and R. M. Carvalo-Okano. 1996. Pollination biology of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae) in southeastern Brazil. *Biotropica* **28**:61-68.

Vizotto, L. D., and V. A. Taddei. 1973. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. Francal, São José do Rio Preto.

Walter, F. W., and H. Lieth. 1967. *Klimadiagramm-Weltatlas*. Verlag, Jena.

Willig M. R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatinga and Cerrado bat communities from northeast Brazil. *Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History* **23**:1–131.

Willig, M. R. 1985. Reproductive patterns of bats from Caatingas and Cerrado biomes in northeast Brazil. *Journal of Mammalogy* **66**:668-681.

Zar, J. H. 1999. *Bioestatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall.

Zortéa, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *International Journal of Biology* **63**:159–168.

Zortéa, M., and C. Alho. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity and Conservation* **17**:791-805.

CAPÍTULO II

**A ESCOLHA DOS MORCEGOS SOBRE O TAMANHO DOS FRUTOS:
RESTRICÇÕES DAS PLANTAS SOBRE A SELETIVIDADE DOS FRUGÍVOROS**

A ESCOLHA DOS MORCEGOS SOBRE O TAMANHO DOS FRUTOS: RESTRIÇÕES DAS PLANTAS SOBRE A SELETIVIDADE DOS FRUGÍVOROS

Luís Paulo Pires, Kleber Del-claro e Wilson Uieda

RESUMO

As características morfológicas dos frutos, principalmente seu tamanho, são importantes para a seletividade do recurso pelos frugívoros. As características dos frutos têm sido interpretadas como o resultado da adaptação das plantas à pressão seletiva dos frugívoros, mas ainda não há um consenso se elas são adaptativas ou se surgiram por outros mecanismos. Neste sentido, o presente estudo avaliou o potencial do tamanho (comprimento) dos frutos da Piperaceae *Piper arboreum* como um fator de seletividade por morcegos. A hipótese de que os frutos maiores seriam mais atrativos para os morcegos foi avaliada. Foi evidenciada grande variação no tamanho dos frutos entre e dentro dos indivíduos de *P. arboreum* estudados. O tamanho esteve positivamente relacionado com a largura e o peso dos frutos e o tamanho das sementes. Houve diferença significativa no tempo de maturação dos frutos entre as plantas, mas esta diferença não esteve relacionada ao tamanho dos frutos. A média do tamanho dos frutos na planta (restantes ao longo do tempo) diminuiu à medida que a disponibilidade de frutos foi reduzida. Isto sugere um consumo preferencial dos frutos maiores pelos morcegos, provavelmente devido à maior disponibilidade energética destes. Porém, a fenologia da planta exerceu um efeito restritivo sobre o consumo, uma vez que apenas uma pequena porção do total de frutos maturou a cada noite, independentemente do seu tamanho, o que provavelmente obrigou os morcegos a se alimentarem também de frutos menores. Assim, os resultados indicam que a seletividade dos frutos pelos morcegos depende tanto das características dos frutos quanto da fenologia e das estratégias reprodutivas das plantas.

Palavras chave: frugivoria, seletividade, tamanho do fruto, *Carollia*, *Piper*.

BAT CHOICE ON FRUIT SIZE: PLANT CONSTRAINTS ON FRUGIVORES SELECTION

ABSTRACT

Fruit traits, mainly fruit size, are important features to frugivore choice. These traits have long been interpreted as adaptations of plants to the selective pressure exerted by frugivores, but it is still unclear whether these characteristics are actually the outcome of selective pressure by frugivores. In this sense, the present study evaluated the potential of fruit size (length) of the Piperaceae *Piper arboreum* as a selective factor for bats. The hypothesis of preferential foraging on larger fruits was assessed. There was considerable variation in fruit size among and within studied individuals of *P. arboreum*. Fruit size was related to other fruit traits, such as fruit width, weight and seed length. There was also significant difference in the time of fruit ripening among plants, although this difference was not related to fruit size. Mean fruit size (remaining over time) reduced as fruits were removed from plants. This indicates preferential consumption of larger fruits by bats, probably due to their higher energetic content. However, plant phenology posed a constraint on consumption, since only a small fraction of plant crop was available for consumption each night, irrespective to fruit size, which has probably forced bats to feed also on smaller fruits. Thus, results pointed out that bat selectivity depends on fruit traits as well as plant phenology and reproductive strategies.

Key words: frugivory, selectivity, fruit size, *Carollia*, *Piper*.

INTRODUÇÃO

Os frugívoros selecionam apenas uma porção do total de recursos disponíveis e potencialmente utilizáveis no ambiente (Janson, 1983, Gautier-Hion, 1985, Hernandez-Conrique et al. 1997). Esta seletividade do recurso reflete as características comportamentais, morfológicas e as necessidades nutricionais desta guilda (Herrera, 2002), como também a disponibilidade espaço-temporal e a abundância dos frutos e as suas características morfológicas e qualitativas (Engriser, 1995; Alves et al. 2012; Pizo, 2012).

Os frugívoros utilizam as características morfológicas dos frutos como indicativos para avaliar a qualidade do recurso durante o forrageio (Jordano, 1995; Dummont, 2003). As síndromes são o conjunto destas características. De uma perspectiva evolucionista, as síndromes são entendidas como o resultado da pressão seletiva exercida sobre as plantas pelos frugívoros, através de um processo de coevolução (Janson, 1983; Lomáscolo et al. 2010). Entretanto, há um considerável questionamento acerca da validade empírica destas síndromes, uma vez que a maioria das características morfológicas dos frutos não restringe o tipo de frugívoro que é capaz de consumi-lo (Herrera, 1992; Fischer e Chapman, 1993). Além disso, alguns autores argumentam que se existe um processo coevolutivo entre as plantas e os frugívoros, ele é difuso (Herrera, 1995; Blüthgen, 2011; Thompson, 2012). Portanto, a evolução das síndromes de dispersão pode ser interpretada por outros mecanismos que não a adaptação das plantas aos frugívoros (Wheelwright e Orians, 1992; Herrera, 1992; mas ver Kalko et al. 1996).

Das características morfológicas dos frutos, a única que reconhecidamente exerce efeito restritivo sobre o consumo é o seu tamanho, já que existe uma relação funcional entre o tamanho dos frutos e o tamanho do corpo de seus consumidores (Jordano, 1995; Wendeln et

al. 2000). Plantas com frutos grandes, por exemplo, podem limitar o consumo por animais de pequeno porte, bem como frutos pequenos podem não atingir a demanda energética dos frugívoros maiores. Assim, o tamanho dos frutos pode restringir a diversidade de frugívoros capazes de consumi-los, o que pode influenciar o sucesso da dispersão de sementes (Jordano e Schupp, 2000).

Além da variação interespecífica, o tamanho dos frutos pode variar, embora em menor proporção, entre plantas de uma mesma população e dentro de uma mesma planta (Obeso e Herrera, 1994). Frugívoros escolhem o seu recurso, primeiramente, entre espécies diferentes, entre indivíduos de uma mesma espécie e entre frutos de um mesmo indivíduo (Sallabanks, 1993). Muitos estudos investigaram a influência do tamanho dos frutos de diferentes espécies de plantas na dieta dos frugívoros (Wheelwright, 1985; Sallabanks, 1993; Fuentes, 1994; Stanley et al. 2002), porém poucos abordaram se a diferença no tamanho dos frutos de uma mesma espécie é um fator importante para a seletividade dos frugívoros (Jordano, 1995; Mello et al. 2005).

Se os frugívoros selecionam os frutos de uma planta com base no seu tamanho, eles afetam o seu valor adaptativo e exercem pressão seletiva sobre esta característica (Jordano, 1995). Esta pressão seletiva exercida pelos frugívoros tem implicações ecológicas importantes para as plantas, já que a condicionalidade do consumo ao tamanho dos frutos pode influenciar nas taxas de remoção e no processo de dispersão de sementes (Herrera, 1994). Entretanto, se o tamanho dos frutos é resultado de adaptações das plantas aos frugívoros, deveríamos observar: a) que o tamanho dos frutos varia entre os indivíduos de uma mesma população; b) que os frugívoros selecionam os frutos de maneira não aleatória; c) que a seletividade dos frugívoros influencia as taxas de dispersão e estabelecimento das sementes; e d) que as características selecionadas são hereditárias (Wheelwright, 1993). O tamanho dos frutos é um fator genético e, por isso, é transmitido entre as gerações (Guo e Simmons, 2011).

Morcegos frugívoros podem selecionar o seu recurso com base no tamanho dos frutos (Muscarella e Fleming, 2008). Entretanto, não há um padrão específico para este grupo, já que para algumas espécies existe uma relação de preferência por frutos maiores (Mello et al. 2005), o que não é observada para outras (Dumont e Irvine, 1998, Wendeln et al. 2000). Além disso, com exceção de alguns trabalhos sobre as interações entre morcegos frugívoros e plantas do gênero *Ficus* (Kalko et al. 1996, Lomáscolo et al. 2008) pouco se sabe se os morcegos desempenham ou não um papel importante na determinação das características dos frutos que eles consomem.

Este estudo avaliou o potencial do tamanho dos frutos de *Piper arboreum* Aubl. (Piperaceae) como um fator de seletividade por *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Phyllostomidae), o principal consumidor dos frutos desta planta (Fleming, 1988). Investigamos a hipótese de que *C. perspicillata* é atraído pelo tamanho dos frutos e que, por isso, os frutos maiores seriam removidos das plantas antes dos menores. Desta forma, assumiu-se como verdadeira a hipótese de que *C. perspicillata* exerce pressão seletiva direcional sobre o tamanho dos frutos de *P. arboreum*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudos

O estudo foi realizado entre agosto de 2010 e agosto de 2011 no Parque Municipal do Sabiá (48° 14' 02" O, 18° 54' 52" S), em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. O parque possui uma área de 35 ha de remanescentes de vegetação nativa composta por mata de galeria, mata

mesófila, cerradão e vereda, com uma formação de floresta semidecidual (figura 1) (Guilherme et al., 1998).

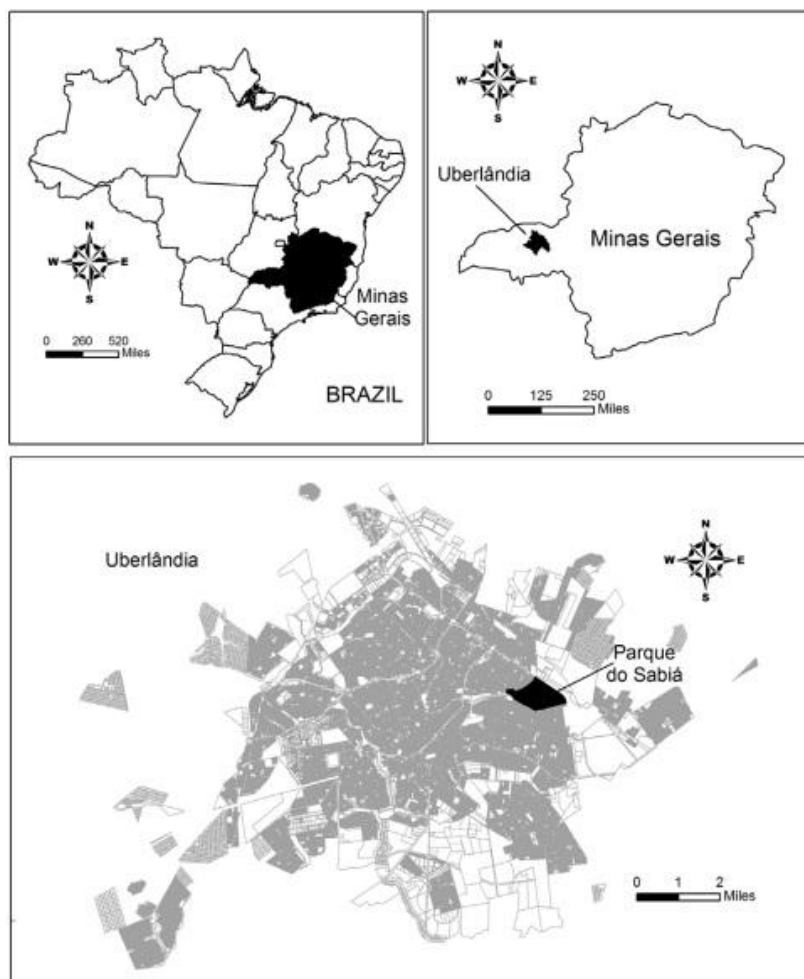


FIGURA 1: Localização do Parque Municipal do Sabiá na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (mapa: Rodrigues et al. 2011).

Piper arboreum e *Carollia perspicillata*

Piper arboreum é uma planta de sub-bosque comum em matas de galeria no sudeste brasileiro (Bizerril e Raw, 1997) (figura 2). *Carollia perspicillata*, um morcego frugívoro de médio porte, é o principal consumidor de seus frutos (Fleming, 1988), dos quais conseguem quantidade suficiente de nitrogênio e proteínas (Herbst, 1986; Thies e Kalko, 2004) sendo considerado um especialista de Piperaceae (Marinho-Filho, 1991) (figura 3). Aqui, o que chamamos de frutos são, na verdade, infrutescências. Entretanto, uma vez que é a infrutescência (diásporo) a unidade de seleção pelos morcegos, utilizamos a terminologia ecológica (frutos) para facilitar as discussões (figura 4).

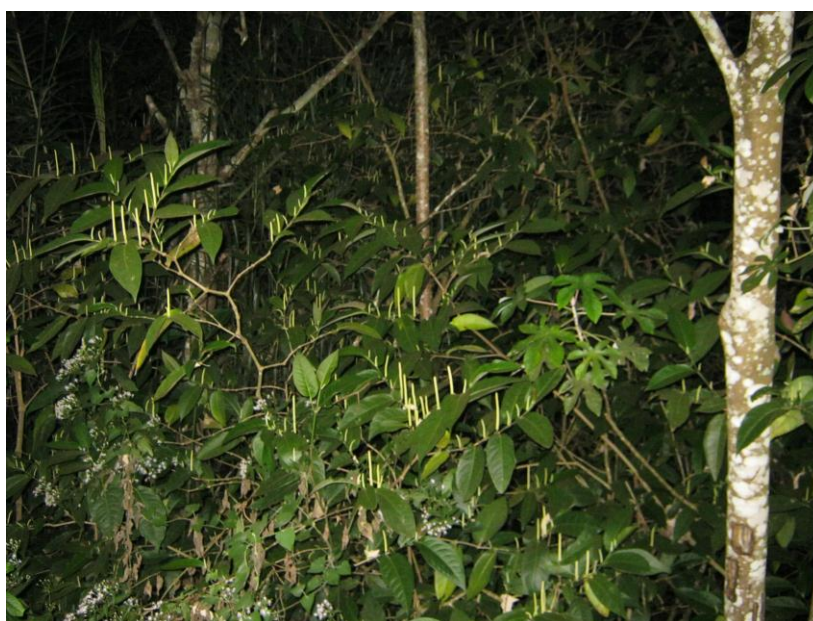


FIGURA 2: Indivíduos de *Piper arboreum* (Piperaceae), uma planta de sub-bosque com inflorescências no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. (Foto: Luís Paulo Pires).



FIGURA 3: Indivíduo fêmea de *Carollia perspicillata* (Carollinae, Phyllostomidae), o principal consumidor dos frutos de *Piper arboreum*, capturado no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. (Foto: Luís Paulo Pires). A foto foi manipulada digitalmente usando o programa Photoshop para a remoção do fundo.



FIGURA 4: Infrutescências (“frutos”) de diferentes tamanhos de *Piper arboreum* coletados de diferentes indivíduos no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG.

C. perspicillata utiliza diferentes modalidades sensoriais durante sua atividade de forrageio e, por meio da ecolocalização (e possivelmente a visão), é capaz de distinguir variações no tamanho e na forma dos frutos de *Piper* (Thies et al. 1998). Uma vez que os frutos de *P. arboreum* não apresentam grande variabilidade em outras características como coloração, formato e acessibilidade (observação pessoal), é passível supor que a diferença de tamanho entre os frutos seja o principal fator de seletividade para *C. perspicillata*.

Procedimentos experimentais

Para verificar se havia variação no tamanho dos frutos dentro da população de *P. arboreum*, foram marcadas 14 plantas com estado fenológico, tamanho e estrutura semelhantes. As plantas foram selecionadas de tal forma que houvesse uma distância mínima de três metros entre elas, uma vez que *P. arboreum* apresenta reprodução propagativa e os indivíduos muito próximos podem ser clones de uma mesma planta (Souza et al. 2009). Em cada planta, foram escolhidos e marcados com pequenas tiras de fita verde 10 frutos de diferentes tamanhos, totalizando 140 frutos. Foram medidos o comprimento, a largura (em milímetros) e o peso (gramas) dos frutos, bem como o tamanho médio (mm) das sementes (15 por fruto). As plantas marcadas foram visitadas semanalmente para a observação da fenologia e a duração de cada fenofase foi determinada quando pelo menos dois indivíduos apresentaram flores (floração) e/ou frutos(frutificação).

Para registro da remoção dos frutos, os frutos marcados foram procurados por meio de inspeção visual das plantas. Quando algum dos frutos marcados não estava presente, o chão dentro do perímetro da planta foi inspecionado para evitar considerar-se um fruto derrubado por fatores como vento ou chuva como consumido por um morcego. Se nas imediações da

planta um fruto era encontrado, este era checado para a marca de mordidas de morcegos. Um fruto foi considerado consumido por um morcego quando: a) não estava presente na planta e não foi encontrado no chão e b) não estava presente na planta, mas foi encontrado no chão e apresentou marcas evidentes de mordidas por morcegos.

Para verificar se havia consumidores diurnos (principalmente aves frugívoras) dos frutos de *P. arboreum*, as plantas foram visitadas duas vezes ao dia, às 7:30h e das 16:30h às 18:00 horas, durante a primeira semana após a marcação dos frutos. A partir da segunda semana, as plantas foram visitadas a cada dois dias, durante dois meses (agosto e setembro de 2010). Para confirmar o consumo de *P. arboreum* por *C. perspicillata* e verificar se outras espécies de morcegos na área consomem os frutos ocasionalmente, foram colocadas quatro redes de neblina de 9 x 3 m abertas próximas às plantas com frutos, pelas primeiras cinco horas após o pôr do sol. O esforço amostral das capturas foi calculado segundo Straube & Bianconi (2002). Os morcegos capturados foram mantidos em sacos de pano por 30 minutos para a coleta de fezes. Além disso, foram realizadas 10 sessões de observação, com duração de duas horas cada, das plantas marcadas para verificar se havia o consumo por outros animais noturnos além dos morcegos.

Análises estatísticas

Para verificar se a distribuição do tamanho dos frutos na população diferia de uma distribuição normal foi utilizado o teste de Komolgorov-Smirnov. O teste U de Mann-Whitney foi utilizado para verificar se o tamanho dos frutos menores (>tamanho médio) diferia do tamanho dos frutos maiores (<tamanho médio). A variação do tamanho dos frutos dentro das plantas foi analisada por meio dos coeficientes de variação do tamanho dos frutos.

A correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre o tamanho dos frutos, seu peso e largura, e o tamanho das sementes. Para avaliar se houve distorção na forma dos frutos ao longo de seu crescimento (maior crescimento em uma dimensão do que em outra), realizou-se uma Análise de Componentes Principais (PCA), segundo Herrera (1992).

Utilizou-se a Ancova para verificar se o tempo de maturação dos frutos variou entre as plantas e o tamanho dos frutos. A análise do consumo em relação ao tamanho dos frutos foi realizada através de uma correlação de Spearman, utilizando os valores médios de tamanho. Os valores descritivos, com exceção dos casos especificados, são apresentados como média $\pm$ um desvio padrão. Os testes estatísticos foram realizados no programa Systat 10.2, segundo Zar (1999).

RESULTADOS

O tamanho dos frutos de *Piper arboreum* apresentou uma distribuição não normal na população ($n=128$; $m.d.=0,109$; $p<0,001$), com os dois picos no tamanho dos frutos antes e depois da média ($99,19 \pm 19,758\text{mm}$) (figura 5). O tamanho do menor fruto foi equivalente a 44% do tamanho do maior fruto (60,4 e 137,7 mm, respectivamente; $CV=19,9\%$, $N=140$). Os frutos grandes mediram $111,964 \pm 15,891\text{mm}$ e os pequenos $83,005 \pm 9,782\text{mm}$. Houve diferença significativa no tamanho de frutos grandes e pequenos ($U_{76,62}=4221,00$; $p<0,001$) e no tamanho médio dos frutos por planta ($H_{0,05}=14,502$; $p<0,001$) (figura 6). Além disso, houve variação considerável no tamanho dos frutos dentro dos indivíduos (figura 7).

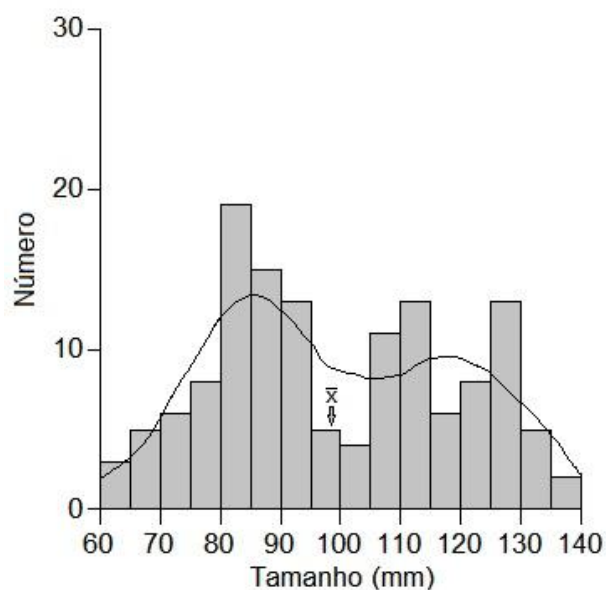


FIGURA 5: Distribuição de tamanho (mm) dos frutos da população de *Piper arboreum*. O tamanho médio dos frutos está representado pela seta. A linha de tendência representa a distribuição não normal de tamanho na população.

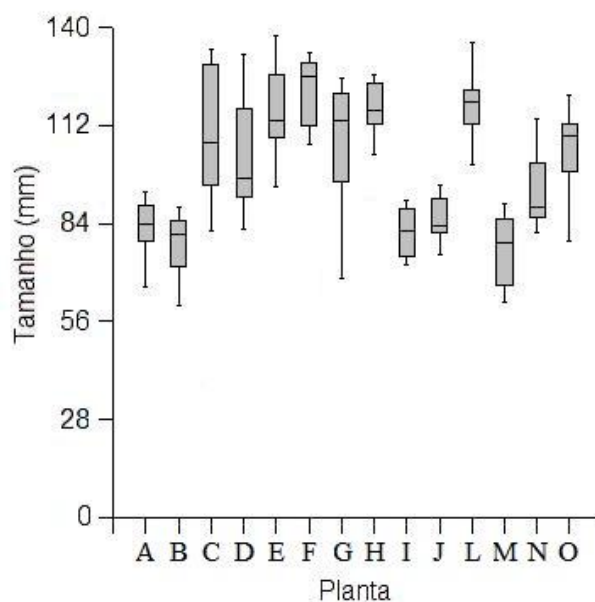


FIGURA 6: Tamanho médio (mm; linha no interior das barras) dos frutos por indivíduos (N=14) de *Piper arboreum* na floresta do Parque do Sabiá. Os retângulos representam a distância interquartil (50% dos valores centrais de tamanho) e as linhas verticais representam o desvio padrão. Cada planta está representada no gráfico por uma letra do alfabeto.

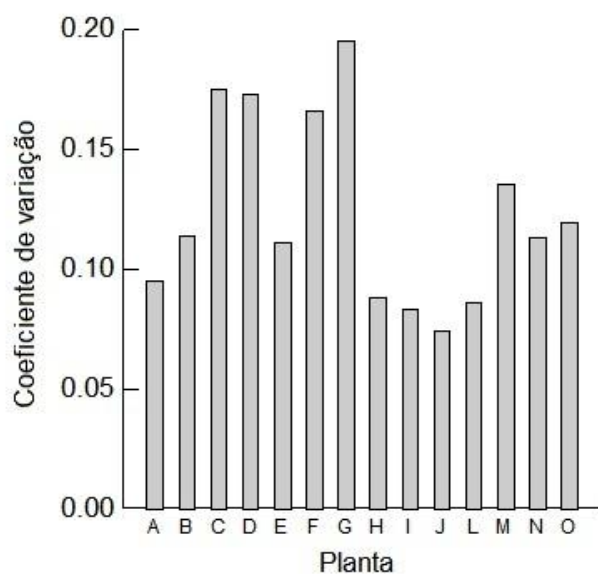


FIGURA 7: Coeficiente de variação do tamanho (mm; barras) dos frutos por indivíduo de *Piper arboreum* na floresta do Parque do Sabiá. Cada planta está representada no gráfico por uma letra do alfabeto.

O tamanho do fruto apresentou uma forte relação positiva com a largura (diâmetro), o peso e o tamanho das sementes ($n=28$, $r=0,702$; $0,834$ e $0,746$, respectivamente; $p<0,001$) (figura 8).

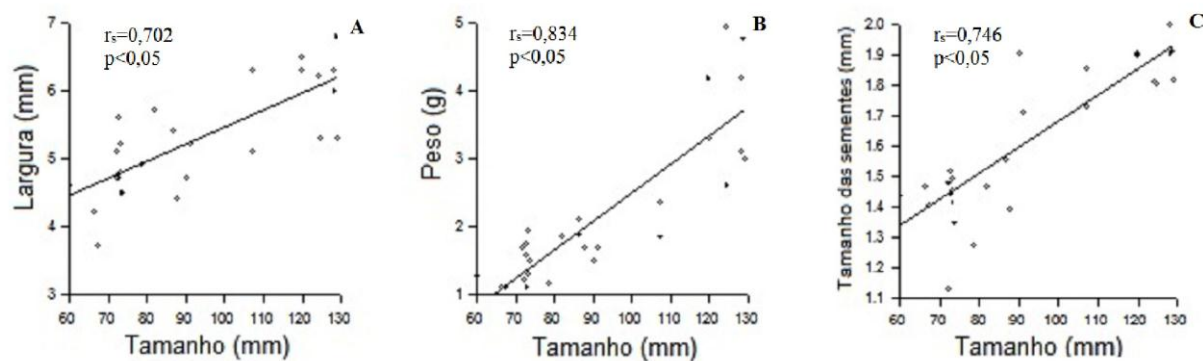


FIGURA 8: Correlação positiva entre o tamanho dos frutos e A) a largura dos frutos, B) o peso dos frutos e C) o tamanho das sementes de *Piper arboreum* na floresta do Parque do Sabiá.

O primeiro componente principal, que em análises morfométricas descreve o tamanho dos frutos, explicou cerca de 85% das variações encontradas entre as medidas analisadas. Entretanto, 15% da variação total foi atribuída a distorções alométricas (indicadas pelos componentes dois e três), principalmente devido ao crescimento alométrico negativo da largura dos frutos em relação ao seu tamanho (sinal negativo do escore do segundo componente principal) (tabela I).

TABELA I: PCA das medidas morfométricas dos frutos de *Piper arboreum*

	Fatores		
	1	2	3
Tamanho dos frutos	0.932	0.218	0.290
Largura dos frutos	0.898	-0.440	0.006
Largura das sementes	0.933	0.205	-0.296
Porcentagem da variação explicada	84,837	9,445	5,718

O tempo médio de maturação dos frutos foi de quatro semanas ($3,813 \pm 2,065$ semanas) (figura 9). Houve diferença significativa no tempo de maturação entre as plantas ($F_{13,113}=3,656$; $p<0,001$), embora esta diferença não esteja relacionada ao tamanho médio dos frutos de cada planta ($F_{1,113}=2,077$; $p=0,152$) (figura 10).

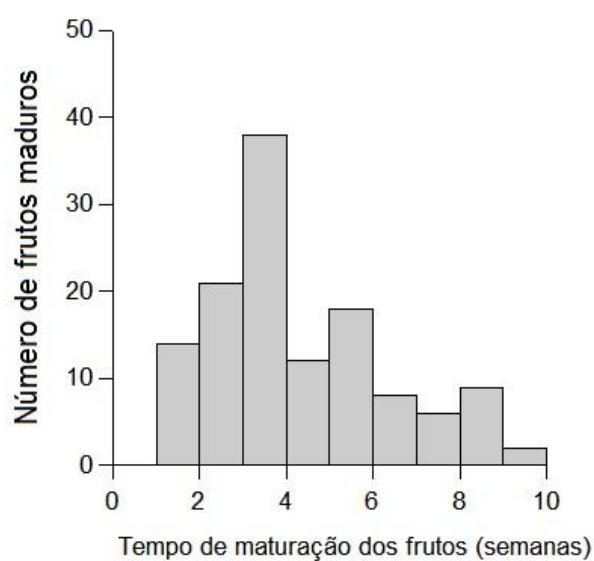


FIGURA 9: Tempo (semanas) de maturação dos frutos da população de *Piper arboreum* da floresta do Parque do Sabiá.

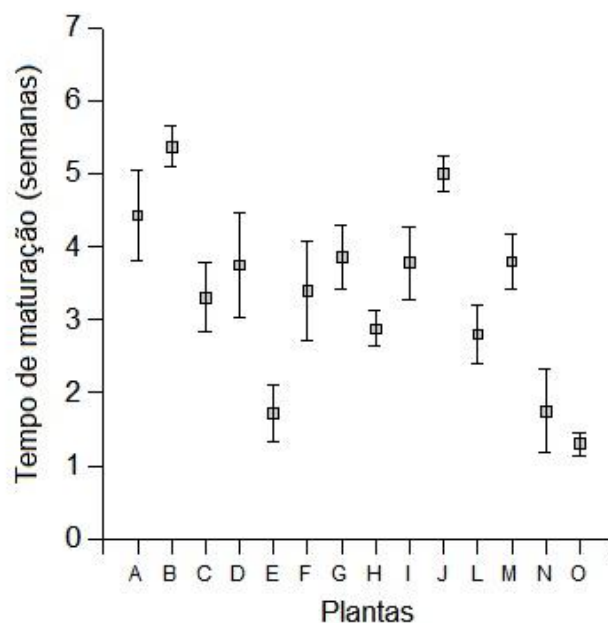


FIGURA 10: Tempo médio ($\pm$ EP) de maturação dos frutos de *Piper arboreum* por planta no Parque do Sabiá. Cada planta está representada no gráfico por uma letra do alfabeto.

Foram consumidos 128 (91,4%) do total de frutos marcados. O tamanho médio dos frutos disponíveis para o consumo variou negativamente ($r_s = -0,694$; $n = 9$; $p < 0,05$) à medida que os frutos foram removidos da planta (figura 11). A variação da porcentagem de frutos removidos explica cerca de 50% ($r^2 = 0,482$) do tamanho dos frutos restantes.

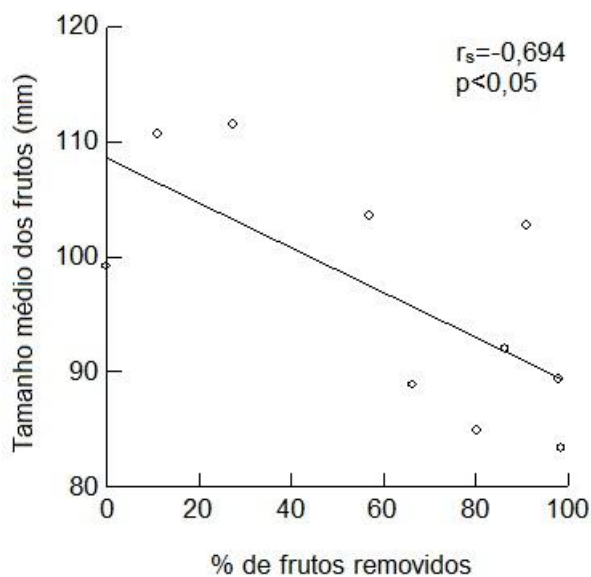


FIGURA 11: Correlação negativa entre a proporção (em porcentagem) de frutos removidos e o tamanho médio (mm) dos frutos não selecionados nos indivíduos de *Piper arboreum* a cada semana.

Em um total de 21600 h.m² de esforço amostral, foram capturados quatro *Carollia perspicillata*. Foram obtidas quatro amostras fecais, três contendo sementes de *P. arboreum*. Outras três espécies de morcegos frugívoros (e outras 19 amostras fecais) capturadas na mesma área e mantidas sobre as mesmas condições não apresentaram sementes de *P. arboreum* em suas fezes (ver Capítulo I). Nenhum outro animal foi avistado alimentando-se de frutos de *P. arboreum* durante as sessões de observação, mas foram observadas várias aproximações de *C. perspicillata* às plantas marcadas.

DISCUSSÃO

O primeiro requisito necessário para que haja seletividade sobre qualquer característica é que ela apresente variação (Wheelwright, 1993). Os dados obtidos demonstram que o tamanho dos frutos variou dentro e entre indivíduos de *P. arboreum*, e algumas plantas apresentaram mais variação do que outras. Esta variação é fundamental para que os morcegos possam selecionar o recurso com base em seu tamanho, o que poderia levar à pressão seletiva sobre esta característica (Mello et al. 2005).

A relação entre o tamanho e a largura dos frutos indica um crescimento alométrico negativo, isto é, os frutos crescem mais rapidamente em comprimento do que em largura, o que é um padrão comum em outras plantas (Mazer e Wheelwright, 1993). Entretanto, já que existe uma relação positiva entre elas, pode-se afirmar que a quantidade de polpa (e de energia e nutrientes) nos frutos é diretamente proporcional ao seu tamanho, embora não seja reflexo apenas de um efeito de escala (Herrera, 1992).

Alguns autores afirmam que o tamanho dos frugívoros restringe o fruto que ele pode consumir, já que animais menores não conseguem remover e/ou manusear eficientemente frutos grandes ou pesados (Martin, 1985, Dumont, 2003). Nossos resultados indicam que o tamanho dos maiores frutos de *P. arboreum* não é um fator restritivo para o consumo por *Carollia perspicillata*, já que houve o consumo de frutos grandes e pequenos.

Os resultados demonstraram que o consumo de frutos de diferentes tamanhos de *P. arboreum* por *C. perspicillata*, o único animal para o qual houve comprovação do consumo dos frutos de *P. arboreum* no Parque do Sabiá, aconteceu de forma não aleatória, sendo que os frutos maiores foram removidos (em média) mais rapidamente das plantas que os menores. Esta preferência por frutos de maior volume pode ser explicada pela relação custo-benefício

dos frutos, já que frutos maiores contêm proporcionalmente uma maior quantidade de polpa do que os menores e, conseqüentemente, contêm mais nutrientes e energia (Mello et al., 2005). *C. perspicillata*, durante sua atividade de forrageio, percorre longas distâncias em busca de alimento e, diferentemente de outras espécies, como *Artibeus lituratus*, não mantém abrigos de alimentação próximos à planta frutífera (Fleming, 1988). Assim, ao forragear sobre os frutos maiores, *C. perspicillata* poderia atingir suas demandas energéticas com um menor número de frutos removidos, reduzindo o tempo de forrageio e o risco de predação.

Os resultados deste estudo demonstram que *P. arboreum* é uma planta que apresenta uma estratégia de frutificação conhecida como “*steady state*” (sensu Gentry, 1974). Nas espécies *steady state*, os indivíduos apresentam frutos maduros assincronicamente, com apenas uma pequena proporção dos frutos maturando a cada noite (Gentry, 1974). Esta estratégia resulta, no nível populacional, em um recurso limitado por noite, porém mais amplamente distribuído no espaço e no tempo (Dumont, 2003). Esta estratégia reprodutiva de *P. arboreum* pode explicar a manutenção de frutos pequenos na sua população apesar da tendência dos morcegos em consumirem os frutos maiores, o que levaria a uma seleção direcional desta característica. A quantidade de recursos que a planta investe em frutos maiores é, obviamente, maior do que a investida nos frutos menores (Howe e Vande Kerckhove, 1981). Desta forma, produzir somente frutos grandes seria energeticamente desfavorável para a planta (Bronstein, 2012). Assim, para reduzir custos e manter os benefícios da dispersão de sementes, a planta adota uma estratégia de restrição da disponibilidade de frutos maiores, o que obriga os morcegos a forragear também sobre os menores. Isto pode ser evidenciado pelo índice de determinação da relação entre o consumo e a variação do tamanho: metade (50%) do consumo é explicado pela seletividade dos morcegos, o restante está relacionado a outros fatores ligados às plantas (Jordano, 1995). Os

resultados deste estudo apontam que a disponibilidade de frutos por planta (diferenças no tempo de maturação) é um deles.

CONCLUSÕES

As características dos frutos que atraem os frugívoros (síndromes) são, em geral, interpretadas como uma consequência da pressão evolutiva exercida por estes animais sobre as plantas, na medida em que eles selecionam determinadas características em detrimento de outras. Entretanto, existem debates a cerca da validade desta interpretação e alternativas têm sido buscadas para explicar a evolução entre frugívoros e plantas.

Este estudo apresenta uma destas alternativas. Demonstrou-se que a variação no tamanho dos frutos de *Piper arboreum* é um fator importante para a seletividade por seu único consumidor na área de estudos, *Carollia perspicillata*. Apesar disso, observou-se que outros fatores são igualmente importantes para explicar a seletividade, e um deles é a disponibilidade de frutos maduros na planta, que restringe a escolha e, portanto, a pressão seletiva dos morcegos àqueles frutos que estão disponíveis, sejam eles grandes ou pequenos. Assim, embora os frugívoros possam exercer, a priori, seleção direcional sobre o tamanho dos frutos, a estratégia de frutificação da planta restringe a seletividade, levando, conseqüentemente, à manutenção de frutos de diferentes tamanhos, reduzindo o investimento energético das plantas e mantendo os benefícios da dispersão de sementes. Assim, estudos que avaliam o comportamento de forrageio dos frugívoros e o seu papel na determinação ou não das características dos frutos devem considerar a importância das características biológicas de sua contraparte interativa, as plantas, que podem mediar a escolha dos frugívoros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, M. A. S., M. B. Vecchi, V. C. Tomaz, and A. J. Piratelli. 2012. O impacto de vertebrados terrestres sobre a comunidade vegetal: aves como exemplos de estudos. Pages 121-154 in K. Del-Claro, and H. M. Torezan-Silingardi, orgs. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

Bizerril, M. X. A., and A. Raw. 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **14**:109-114.

Blüthgen, N. 2012. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. Pages 259-273 in K. Del-Claro, and H. M. Torezan-Silingardi, orgs. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

Bronstein, J. 2012. Antagonismos e mutualismos: interações entre plantas e animais. Pages 293-304 in K. Del-Claro, and H. M. Torezan-Silingardi, orgs. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

Dumont, E. R. 2003. Bats and fruits: an ecomorphological approach. Pages 398–429 in T. H. Kunz and M. B. Fenton, editors. *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago.

Dumont, E. R., and A. K. Irvine. 1998. Old world bat fruits: diversity and implications for pteropodid ecology. *Bat Research News* **39**:166.

Engriner, M. E. 1995. The effect of insect larvae infestation on fruit choice in phyllostomid fruit bats: an experimental study. *Biotropica* **27**:523-525.

Fischer, K. E., and C. A. Chapman. 1993. Frugivores and fruit syndromes: differences in patterns at the genus and species level. *Oikos* **66**:472-482.

Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago.

Fuentes, M. 1994. Diets of fruit-eating birds: what are the causes of interspecific differences? *Oecologia* **97**:134-142.

Gautier-Hion, A., F. Feer, R. Quris, C. Sourd, J. P. Decoux, G. Dubost, L. Emmons, C. Erard, P. Hecketsweiler, A. Mounrazi, C. Roussillon, and J. M. Thiollay. 1985. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia (Berlin)* **65**:324-337.

Gentry, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in central american Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **69**:728-759.

Giannini, N. P. 1999. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an andean rainforest. *Journal of Mammalogy* **80**:1186-1195.

Guilherme, F. A. G., J. N. Nakajima, C. A. P. Lima, and A. Vanini. 1998. Fitofisionomias e a flora lenhosa nativa do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. *Daphne* **8**:17-30.

Guo, M., and C. R. Simmons. 2011. Cell number counts – the fw2.2 and CNR genes and implications for controlling plant fruit and organ size. *Plant Science* **181**:1-7.

Herbst, L. H. 1986. The role of nitrogen from fruit pulp in the nutrition of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata*. *Biotropica* **18**:39-44.

Hernández-Conrique, D., L. I. Iñiguez-Dávalos, and F. J. Storz. 1997. Selective feeding by Phyllostomid fruit bats in a subtropical montane cloud forest. *Biotropica* **29**:376-379.

Herrera, C. M. 1992. Interspecific variation in fruit shape: allometry, phylogeny, and adaptation to dispersal agents. *Ecology* **73**:1832-1841.

Herrera, C. M. 1995. Dispersal systems in the Mediterranean: ecological, evolutionary, and historical determinants. *Annual Review of Ecology and Systematics* **26**:705-727.

Herrera, C. M. 2002. Correlated evolution of fruit and leaf size in bird-dispersed plants: species-level variance in fruit traits explained a bit further? *Oikos* **97**:426-432.

Howe, H. F., and G. A. Vande-Kerckhove. 1981. Removal of wild nutmeg (*Virola surinamensis*) crops by birds. *Ecology* **62**:1093–1106.

Janson, C. H. 1983. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science* **219**:187-189.

Johnson, R. A., M. F. Willson, J. N. Thompson, and R. I. Bertin. 1985. Nutritional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. *Ecology* **66**:819-827.

Jordano, P. 1995. Frugivore-mediated selection on fruit and seed size: birds and st. lucie's cerry, *Prunus mahaleb*. *Ecology* **76**:2627-2639.

Jordano, P., and E. W. Schupp. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs* **70**:591-615.

Kalko, E. K. V., E. A. Herre, and C. O. Handley. 1996. Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the new and old world tropics. *Journal of Biogeography* **23**:565-573.

Levey, D. J., T. C. Moermond, and J. S. Denslow. 1984. Fruit choice in neotropical birds: the effect of distance between fruits on preference patterns. *Ecology* **65**:844-850.

Lomáscolo, S. B., D. J. Levey, R. T. Kimball, B. M. Bolker, and H. T. Alborn. 2010. Dispersers shape fruit diversity in *Ficus* (Moraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**:14668-14672.

Marinho-Filho, J. S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **7**:59–67.

Martin, T. E. 1985. Resource selection by tropical frugivorous birds: integrating multiple interactions. *Oecologia* **66**:563-573.

Mazer, S. J., and N. T. Wheelwright. 1993. Fruit size and shape: allometry at different taxonomic levels in bird-dispersed plants. *Evolutionary Ecology* **7**:556-575.

Mello, M. A. R., N. O. Leiner, P. R. Guimarães Jr., and P. Jordano. 2005. Size-based fruit selection of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) by bats of the genus *Artibeus* (Phyllostomidae) in a Restinga area, southeastern Brazil. *Acta Chiropterologica* **7**:165-188.

Muscarella, R., and T. H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* **82**:573-590.

Obeso, J. R., and C. M. Herrera. 1994. Inter- and intraspecific variation in fruit traits in co-occurring vertebrate-dispersed plants. *International Journal of Plant Sciences* **155**:382-387.

Pizo, M. A. 2012. O movimento dos animais frugívoros e das sementes em paisagens fragmentadas. Pages 141-154 in K. Del-Claro and H. M. Torezan-Silingardi, orgs. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

Pizo, M. A., and M. Almeida-Neto. 2009. Determinants of fruit removal in *Geonoma pauciflora*, an understory palm of neotropical forests. *Ecological Research* **24**:1179-1186.

Rodrigues, E. A. S., J. D. Andrade-Filho, J. E. Limongi, and M. B. C. Paula. 2011. Sandfly fauna (Diptera: Psychodidae) in Parque do Sabiá complex, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* **53**:255-258.

Sallabanks, R. 1993. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. *Ecology* **74**:1326-1336.

Souza, S. A. D., I. S. Moscheta, K. S. M. Mourão, A. L. M. Albiero, M. C. Izawaki, J. H. G. Oliveira, and S. M. Rosa. 2009. Vegetative propagation in Piperaceae species. *Brazilian Archives of Biology and Tecnology* **52**:1357-1361.

Stanley, M., E. Smallwood, and A. Lill. 2002. The response of captive silverreys (*Zosterops lateralis*) to the colour and size of fruit. *Australian Journal of Zoology* **50**:205-213.

Straube, F. C., and G. V. Bianconi. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com redes de neblina. *Chiroptera Neotropical* **8**:150-152.

Thies, W., and E. K. V. Kalko. 2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos* **104**:362-376.

Thies, W., E. K. V. Kalko, and H. U. Schnitzler. 1998. The roles of echolocation and olfaction in two neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. *Behavioural Ecology and Sociobiology* **42**:397-409.

Thompson, J. N. 2012. O futuro dos estudos em interações entre plantas-animais. Pages 291-305 in K. Del-Claro and H. M. Torezan-Silingardi, eds. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológica evolutiva*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

Wendeln, M. C., J. R. Runkle, and E. K. V. Kalko. 2000. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. *Biotropica* **32**:489-501.

Wheelwright, N. T. 1985. Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* **66**:808-818.

Wheelwright, N. T. 1993. Fruit size in a tropical tree species: variation, preference by birds and heritability. *Vegetation* **107/108**:163-174.

Zar, J. H. 1999. *Bioestatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall.