



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAROLINA BLEFARI BATISTA

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE EM UM FRAGMENTO DE
MATA ATLÂNTICA, SUL DO BRASIL, INVESTEM MAIS EM
LIPÍDEOS, CARBOIDRATOS OU PROTEÍNAS?**

CAROLINA BLEFARI BATISTA

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE EM UM FRAGMENTO DE
MATA ATLÂNTICA, SUL DO BRASIL, INVESTEM MAIS EM
LIPÍDEOS, CARBOIDRATOS OU PROTEÍNAS?**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Nelio Roberto dos Reis.

Londrina
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas

B333m Batista, Carolina Blefari

Morcegos phyllostomidae em um fragmento de mata atlântica, sul do brasil, investem mais em lipídeos, carboidratos ou proteínas? / Carolina Blefari Batista. – Londrina, 2015.
xii, 36 f.: il.

Orientador: Nelio Roberto dos Reis.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Morcego - Mata Atlântica. – Teses. 2. Morcego - Alimento. – Teses. 3. Animais - Nutrição - Necessidades. – Teses. 4. Ecologia animal. – Teses I. Reis, Nelio Roberto dos. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 599.4(816.2)

CAROLINA BLEFARI BATISTA

**MORCEGOS PHYLLOSTOMIDAE EM UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA, SUL DO BRASIL, INVESTEM MAIS EM LIPÍDEOS,
CARBOIDRATOS OU PROTEÍNAS?**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Nelio Roberto dos Reis
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^ª. Dr^ª. Profa. Dra. Silvia Helena Sofia
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dra. Carolina Carvalho Cheida
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Ana Paula Vidotto
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Isaac Passos de Lima
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro -
UFRRJ

Londrina, 24 de fevereiro de 2015.

“Se falo na Natureza não é porque saiba o que ela é, mas porque a amo, e amo-a por isso.

Porque quem ama nunca sabe o que ama.”

Alberto Caeiro, em "O Guardador de Rebanhos", 8-3-1914

DEDICATÓRIA

À minha família e todos os amantes da biologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Universo, Mãe Terra e Pai Céu, e ao Espírito do Parque Estadual Mata dos Godoy.

Agradeço à minha família por todo o apoio.

Ao meu orientador, Professor Dr. Nelio Roberto dos Reis, pela paciência, confiança, ensinamentos e oportunidades.

Aos meus amigos Gabriela, Reginaldo, Gisele e meu namorado Guilherme.

À equipe de laboratório do departamento de bioquímica e à equipe do Parque Estadual Mata dos Godoy.

A todos que me ajudaram desde a parte de campo, escrita, identificação de plantas e sementes, estatística, tudo. Cada um teve uma contribuição fundamental sem a qual esse trabalho não seria como é.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação do Mestrado e aos Professores, pelo auxílio, informações e sugestões.

À CAPES e a Fundação Araucária pelo suporte e apoio financeiro.

Ao IAP, pela autorização das capturas.

Gratidão.

BATISTA, Carolina Blefari. **Morcegos Phyllostomidae em um fragmento de Mata Atlântica, sul do Brasil, investem mais em lipídeos, carboidratos ou proteínas?** 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

O Parque Estadual Mata dos Godoy possui 42 espécies descritas de morcegos, dentre as quais 21 são frugívoras e representadas pela família Phyllostomidae. Para o entendimento da necessidade alimentar dos morcegos são importantes análises dos valores de carboidratos, lipídeos e proteínas contidos nos frutos quiropterocóricos. O objetivo foi verificar qual a concentração destes nutrientes nos frutos consumidos por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, e *Sturnira lilium* para entender suas necessidades alimentares diferenciadas. A amostragem se deu de abril/2013 a março/2014. Os animais capturados foram identificados em campo e alocados em sacos de algodão por 30 minutos para defecarem. A dieta foi inferida a partir de amostras fecais analisadas em laboratório e as determinações dos nutrientes foram realizadas por composição centesimal. Para verificar a importância dos nutrientes foi realizado, para cada espécie de morcego, o teste de Kruskal Wallis seguido do método de comparações múltiplas de Dunn. *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* investem numa combinação de alimentos que lhes forneçam mais energia na forma de carboidratos. *Artibeus lituratus* demanda mais energia que as outras duas espécies investindo também em lipídeos. As três espécies consomem proteínas em menores quantidades que as outras duas classes de nutrientes.

Palavras-chaves: Chiroptera; Alimentação; Necessidade alimentar.

BATISTA, Carolina Blefari. **Do Phyllostomidae bats in a fragment of southern Brazil Atlantic Forest invest more in lipids, carbohydrates or proteins?** 36 p. Dissertation (M.Sc. in Biological Sciences – Study area: Biodiversity and Conservation of Fragmented Habitats) – State University of Londrina, Londrina PR Brazil, 2015.

Abstract

The Mata dos Godoy State Park has 42 described species of bats, among which 21 are frugivorous and represented by Phyllostomidae family. To understand food needs of bats are important analyzes of the value of carbohydrates, lipids and proteins contained in fruits that fit the chiropterocory syndrome. The study aimed to verify the concentration of these nutrients in fruits consumed by *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium*, to understand their different food needs. Sampling was carried out from April / 2013 to March / 2014. Captured animals were identified in the field and allocated in cotton bags for 30 minutes to defecate. The diet was inferred from faecal samples analyzed in the laboratory and nutrient determinations were performed by chemical composition. To verify the importance of nutrients was performed for each species of bat, the Kruskal Wallis test followed by Dunn's multiple comparison method. *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* invest in a combination of foods that provide them more energy in the form of carbohydrates. *Artibeus lituratus* demand more energy than the other two species also investing in lipids. The three species consume proteins smaller amounts than the other two classes of nutrients.

Keywords: Chiroptera; Food; Food need.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Quantidade média em porcentagem de carboidratos, lipídeos e proteínas contidos nos frutos das espécies vegetais consumidas por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Pr, Brasil16

TABELA 2 - Número de espécies vegetais consumidas utilizadas como réplica para a análise de variância Kruskal Wallis, medianas, valores de H e p-valor resultantes do teste e resultados do teste de comparações por Método de Dunn17

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Localização e mapa do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, norte do estado do Paraná, sul do Brasil12
- FIGURA 2** - Frequência de ocorrência dos frutos ingeridos por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Pr, Brasil15
- FIGURA 3** - Porcentagem de carboidratos, lipídeos e proteínas dos frutos ingeridos encontrados para três espécies de morcegos Phyllostomida no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Pr, Brasil18

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE I - Tabela 3- Resultados da composição centesimal realizada em duplicata para cada espécie vegetal consumida por <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Carollia perspicillata</i> e <i>Sturnira lilium</i> , no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do Paraná, Brasil	28
APÊNDICE II - Fotos das espécies de morcegos estudadas: Figura 4 (<i>Carollia perspicillata</i>), 5 (<i>Artibeus lituratus</i>) e 6 (<i>Sturnira lilium</i>)	31
APÊNDICE III - Autorização para atividades com finalidade científica	33

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Metodologia detalhada de Composição Centesimal seguindo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005)	34
---	-----------

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERÊNCIAS	04
Morcegos Phyllostomidae em um fragmento de Mata Atlântica, sul do Brasil, investem mais em lipídeos, carboidratos ou proteínas?	07
RESUMO	08
ABSTRACT	09
INTRODUÇÃO	10
MATERIAIS E MÉTODOS	11
Área de estudo	11
Captura de quirópteros	12
Análises fecais e coletas de frutos	13
Análises das quantidades de lipídeos, carboidratos e proteínas	13
Análise dos dados	14
RESULTADOS	14
DISCUSSÃO	19
REFERÊNCIAS	23

INTRODUÇÃO GERAL

Todos os animais são estritamente dependentes dos nutrientes para o crescimento e a reprodução, pois são eles que fornecem a energia necessária ao metabolismo (White, 1993), que é um conjunto de processos que converte a energia constante a partir de fontes provenientes de alimentação para as células do corpo, as quais podem utilizar a energia de imediato para realizar atividades ou armazená-la em tecidos na forma de reserva energética para utilizá-la em períodos de jejum (Bentley, 1998; Genuth, 1998).

A energia possui duas propriedades que influenciam a ecologia alimentar dos organismos: quantidade e qualidade; que tem relação direta com a eficiência de assimilação de energia (a razão da energia assimilada para a energia ingerida) (Odum, 2004). As principais fontes de obtenção de energia são a partir de compostos de carboidratos, lipídeos e proteínas, que diferem quanto as quantidades de calorias que fornecem ao organismo sendo que, quando oxidados, lipídeos fornecem maiores quantidades de energia do que carboidratos e proteínas somados (Gleeson, 2005).

A maior parte dos carboidratos animais originam-se de plantas - outra parte é sintetizada a partir de lipídeos e proteínas - e constituem a principal fonte de energia dos mamíferos, por serem metabolizados mais rápido e então possuírem as maiores taxas de produção de ATP (Harper, 1971). Apresentam significado fisiológico essencial para o organismo, tendo como principal função o depósito temporário de glicose (o principal combustível dos tecidos), além de ser um componente do tecido conjuntivo e do revestimento celular (Lehninger, 1986).

Os lipídeos representam uma fonte eficiente de energia tanto direta quanto quando armazenada no tecido adiposo, que serve como um isolante térmico no tecido subcutâneo e ao redor de certos órgãos. São constituintes importantes da dieta não só pelo valor energético, mas também pelas vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais contidos na gordura dos alimentos naturais (Harper, 1971).

As proteínas desempenham uma variedade de funções essenciais em organismos de mamíferos diferente da obtenção de energia: São carreadoras de vitaminas, oxigênio e dióxido de carbono; atuam no

controle metabólico; fornecem matriz para os ossos e tecido conjuntivo, dando estrutura e forma ao corpo (Devlin, 1998).

De acordo com Schaefer *et al.* (2003), umas das alternativas que guia a remoção dos frutos é a recompensa nutricional, que molda diferentes estratégias alimentares entre os animais frugívoros para que eles possam atender suas necessidades nutricionais (Herrera *et al.* 2002).

Dentro da ordem Chiroptera, táxon de mamíferos mais diverso da região neotropical depois de Rodentia (Simmons, 2005), representado no Brasil por 178 espécies (Nogueira *et al.* 2014), encontram-se três espécies frugívoras da família Phyllostomidae que são comuns no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do Paraná, Brasil, e que diferem quanto ao seu tamanho e peso corpóreo: *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), de tamanho médio (peso aproximado em 17 g), dispersor de sementes, prefere habitats florestados, no entanto pode adaptar-se a reflorestamentos e ambientes degradados, abriga-se em ocos de árvores, fendas de rochas, cavernas e folhagens (Sekizawa *et al.* 2013); *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), morcego grande (peso 65 a 82 g), generalista, adaptado a áreas degradadas, importante dispersor de sementes, abriga-se em folhagens e pode voar longas distâncias em uma única noite; e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810), levemente maior que *C. perspicillata* (pesa entre 15 a 25 g), dispersor de plantas principalmente pioneiras, utiliza preferencialmente estratos medianos e baixos da floresta, pode abrigar-se em folhagens, ocos de árvores e cavernas (Reis *et al.* 2013).

Morcegos frugívoros são atraídos por frutos carnosos e suculentos, parte comestível macia, coloração discreta e exposição da parte externa da planta para facilitar a captura do alimento com o animal em voo (Fleming, 1988). Algumas das famílias de plantas mais utilizadas são: Urticaceae, Moraceae, Solanaceae, Piperaceae e Arecaceae (Munin *et al.* 2011). As espécies *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, exibem preferências alimentares respectivamente pelos gêneros *Ficus*, *Cecropia*, *Terminalia* e *Syagrus*; *Piper*; e *Solanum* (Fleming & Heithaus, 1986; Fleming, 1986, 1988; Muller & Reis, 1992; Passos *et al.* 2003; Mello *et al.* 2004, 2005, 2008, 2011; Sette, 2012). Apesar de

diversos trabalhos discutirem a preferência alimentar de certas espécies de morcegos por estas plantas (Fleming & Heithaus, 1986; Muller & Reis, 1992; Sette, 2012), pouco é discutido a respeito da quantidade de cada nutriente que há no fruto de escolha preferencial do morcego e o que ele está ganhando em termos nutricionais para atender às suas necessidades, ao se alimentar e promover a dispersão.

Em 1987, Fleming já discutia sobre os fatores que influenciam a escolha de alimentos por morcegos frugívoros e chegou à conclusão de que *Carollia perspicillata* prefere frutos ricos em proteínas e carboidratos como *Piper* e evitam frutos fibrosos como *Ficus*; quase dez anos depois, Conklin & Wrangham, (1994), analisaram nutricionalmente espécies do gênero *Ficus* frequentemente consumidas e encontraram um resultado de que nenhum componente isolado de *Ficus* explica porque eles são ingeridos por muitos frugívoros e sugerem que os frutos deste gênero têm baixos valores de energia metabolizável; Dumont *et al.* (2004), analisou quimicamente frutos de *Ficus pungens*, frequentemente utilizados por morcegos frugívoros do velho mundo e seus resultados mostraram que esses morcegos preferem frutos mais doces e com baixo teor de carboidratos; Saldaña-Vázquez & Schondube, (2013), ao invés de investigarem a composição nutricional dos frutos ingeridos, testaram a capacidade digestiva de *Sturnira ludovici* (Anthony, 1924) e *Artibeus jamaicensis* (Leach, 1821), para verificar qual nutriente essas espécies precisam ingerir em maiores quantidades e chegaram à conclusão de que *S. ludovici* precisa ingerir mais açúcares do que *A. jamaicensis*.

Deste modo, partindo da hipótese de que as preferências alimentares refletem, entre outros fatores, a quantidade energética dos frutos que possam atender à demanda de energia das três espécies de morcegos frugívoros comuns no Parque Estadual Mata dos Godoy, o objetivo do presente estudo foi verificar a concentração de carboidratos, lipídeos e proteínas nos frutos consumidos por *C. perspicillata*, *A. lituratus* e *S. lilium* no Parque Estadual Mata dos Godoy, a fim de descobrir neste momento e local, o que cada espécie está ingerindo em termos nutricionais para entender suas necessidades alimentares diferenciadas.

REFERÊNCIAS

BENTLEY, P. J. 1998. Hormones and nutrition. In: P. J., Bentley (ed.). Comparative vertebrate endocrinology, pp. 223-268. University Press, UK.

CONKLIN, N. L. and WRANGHAM, R. W. 1994. The value of figs to a hind-gut fermenting frugivore: A nutritional analysis. *Biochem. Syst. Ecol.* 22: 137-151.

DEVLIN, T.M. 1998. Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas, 1007 pp. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo.

DUMONT, E. R.; WEIBLEN, G.D.; WINKELMANN, J.R. 2004. Preferences of fig wasps and fruit bats for figs of functionally dioecious *Ficus pungens*. *J. Trop. Ecol.* 20: 1–6.

FLEMING, T.H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: A, Estrada; T. H., Fleming (Eds.). *Frugivores and seed dispersal*, pp. 105-118. Dr. W. Junk Publishers.

FLEMING, T.H. 1987. Fruit Bats: Prime Movers of Tropical Seeds. *Bats Mag.* 5: 3-8.

FLEMING, T.H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*, 365 pp. University of Chicago Press, Chicago.

FLEMING, T.H. and HEITHAUS, E.R. 1986. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. *J. of Mamm. Lawrence*, 67: 660-671.

GENUTH, S. 1998. For aggressive preventive management of type 2 Diabetes. What is the evidence and is it enough? *The J. of fami. Pract.* 47: 23-26.

GLEESON, M. 2005. Basic metabolismo I: Fat. The medicine publishing company Ltd. 3: 83-88.

HARPER, H.A. 1971. Manual de Química Fisiológica, 545 pp. Atheneu Editora S.A., São Paulo.

HERRERA, L. G.; GUTIERREZ, E.; HOBSON, K. A.; ALTUBE, B.; DÍAS, W. G.; SÁNCHEZ-CORDERO, V. 2002. Sources of assimilated protein in five species of New World frugivorous bat. *Oecologia* 133: 280-287.

LEHNINGER, A.L. 1986. *Princípios de Bioquímica*, 725 pp. Savier Editora de Livros Médicos Ltda, São Paulo.

MELLO, M.A.R.; SCHITTINI, G.M.; SELIG, P.; BERGALLO, H.G. 2004. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Mammalia*. 68: 49-55.

MELLO, M.A.R.; LEINER, N.O.; GUIMARÃES, P.R.JR.; JORDANO, P. 2005. Size-based fruit selection of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) by bats of the genus *Artibeus* (Phyllostomidae) in a restinga area, southeastern Brazil. *Acta Chiropt.* 7: 179- 182.

MELLO, M.A.R.; KALKO, E.K.V.; SILVA, W.R. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *J. of Mamm.* 89: 485-492.

MELLO, M.A.R.; MARQUITTI, F.M.D; GUIMARÃES JR., P.R.; KALKO, E.K.V.; JORDANO P.; AGUIAR, M.A.M. 2011. The Missing Part of Seed Dispersal Networks: Structure and Robustness of Bat-Fruit Interactions. *PLoS ONE*. 6: e17395.

MULLER, M.F. and REIS, N.R. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). *Rev. Bras. Zool. Curitiba*. 9: 345-355.

MUNIN, R.L.; COSTA, P.C.; FISCHER, E. 2011. Differential ingestion of fig seeds by a Neotropical bat, *Platyrrhinus lineatus*. *Mamm. Biol. Z Saug*. 76: 2010-2012.

NOGUEIRA, M.R.; LIMA, E.P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V.C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A.L. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *CheckList* 10: 808–821.

- ODUM, E. P. 2004. Fundamentos de Ecologia, 820 pp. Fundação Calouste Gulbenkian, São Paulo.
- PASSOS, F.C.; SILVA, W.R.; PEDRO, W.A.; BONIN, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. Rev. Bras. Zool. 20: 511-517.
- REIS, N.R.; SARTORE, E.R.; PERACCHI, A.L.; FREGONEZI, M.N. 2013. Subfamília Stenodermatinae. In: N. .R, Reis; M. N., Fregonezi; A. L., Peracchi; O. A., Shibatta (Orgs.). Morcegos do Brasil: Guia de campo, pp. 117-150. Technical Books, Rio de Janeiro.
- SALDANA-VAZQUEZ, R.A.; SCHONDUBE, J.E. 2013. Food intake changes in relation to food quality in the Neotropical frugivorous bat *Sturnira ludovici*. Acta Chirop. 15: 69-75.
- SCHAEFER, H.M.; SCHIMIDIT, V.; WINKLER, H. 2003. “Testing the defence trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal”. Oikos. 102: 318-328.
- SEKIAMA, M.L.; ROCHA, V.J.; PERACCHI, A.L. 2013. Subfamília Carollinae. In : : N. .R, Reis; M. N., Fregonezi; A. L., Peracchi; O. A., Shibatta (Orgs.). Morcegos do Brasil: Guia de campo, pp. 109-113. Technical Books, Rio de Janeiro.
- SETTE, I.M.S. 2012. Interação morcego-fruto: Estado da arte no Brasil e um estudo da chuva de sementes por aves e morcegos em uma área do Cerrado em Brasília. 84f. Dissertação (Mestrado em ecologia) – Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- SIMMONS, N.B. 2005. Order Chiroptera. In: D. E., Wilson; D. M., Reeder (Eds.). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference, pp. 312-529. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- WHITE, R. C. T. 1993. The inadequate environment. Nitrogen and the abundance of animals. Berlin Heidelberg New York, Springer.

Morcegos Phyllostomidae em um fragmento de Mata Atlântica, sul do Brasil, investem mais em lipídeos, carboidratos ou proteínas?

BATISTA, C.B.^{1*}; REIS, N.R.¹; REZENDE, M.I.².

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Laboratório de Mastoecologia, CEP 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil.

²Departamento de Bioquímica e Biotecnologia, Universidade Estadual de Londrina, CEP 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil.

*e-mail para correspondência: blefaricarol@gmail.com

Artigo nas normas para ser submetido à revista científica Biotropica.

BATISTA, Carolina Blefari. **Morcegos Phyllostomidae em um fragmento de Mata Atlântica, sul do Brasil, investem mais em lipídeos, carboidratos ou proteínas?** 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

O Parque Estadual Mata dos Godoy possui 42 espécies descritas de morcegos, dentre as quais 21 são frugívoras e representadas pela família Phyllostomidae. Para o entendimento da necessidade alimentar dos morcegos são importantes análises dos valores de carboidratos, lipídeos e proteínas contidos nos frutos quiropterocóricos. O objetivo foi verificar qual a concentração destes nutrientes nos frutos consumidos por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, e *Sturnira lilium* para entender suas necessidades alimentares diferenciadas. A amostragem se deu de abril/2013 a março/2014. Os animais capturados foram identificados em campo e alocados em sacos de algodão por 30 minutos para defecarem. A dieta foi inferida a partir de amostras fecais analisadas em laboratório e as determinações dos nutrientes foram realizadas por composição centesimal. Para verificar a importância dos nutrientes foi realizado, para cada espécie de morcego, o teste de Kruskal Wallis seguido do método de comparações múltiplas de Dunn. *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* investem numa combinação de alimentos que lhes forneçam mais energia na forma de carboidratos. *Artibeus lituratus* demanda mais energia que as outras duas espécies investindo também em lipídeos. As três espécies consomem proteínas em menores quantidades que as outras duas classes de nutrientes.

Palavras-chaves: Chiroptera; Dieta; Necessidade alimentar.

BATISTA, Carolina Blefari. **Do Phyllostomidae bats in a fragment of southern Brazil Atlantic Forest invest more in lipids, carbohydrates or proteins?** 36 p. Dissertation (M.Sc. in Biological Sciences – Study area: Biodiversity and Conservation of Fragmented Habitats) – State University of Londrina, Londrina PR Brazil, 2015.

Abstract

The Mata dos Godoy State Park has 42 described species of bats, among which 21 are frugivorous and represented by Phyllostomidae family. To understand food needs of bats are important analyzes of the value of carbohydrates, lipids and proteins contained in fruits that fit the chiropterocory syndrome. The study aimed to verify the concentration of these nutrients in fruits consumed by *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium*, to understand their different food needs. Sampling was carried out from April / 2013 to March / 2014. Captured animals were identified in the field and allocated in cotton bags for 30 minutes to defecate. The diet was inferred from faecal samples analyzed in the laboratory and nutrient determinations were performed by chemical composition. To verify the importance of nutrients was performed for each species of bat, the Kruskal Wallis test followed by Dunn's multiple comparison method. *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* invest in a combination of foods that provide them more energy in the form of carbohydrates. *Artibeus lituratus* demand more energy than the other two species also investing in lipids. The three species consume proteins smaller amounts than the other two classes of nutrients.

Keywords: Chiroptera; Diet; Food need.

INTRODUÇÃO

Todo organismo exige nutrientes e energia para permanecer vivo e manter os processos físicos como contração muscular, mecanismos celulares e metabólicos, crescimento e reprodução (Ricklefs, 2010). Essa energia contida em compostos orgânicos é proveniente diretamente dos vegetais (Schmidt-Nielsen, 2011) cujo valor energético para seus consumidores depende da quantidade e qualidade da energia, ou seja, a quantidade de energia que pode ser assimilada a partir do alimento ingerido (Neuweiler, 2000).

A principal parte da matéria orgânica utilizada como alimento pelos animais consiste de proteínas, carboidratos e lipídeos que, quando oxidados produzem quase toda a energia química necessária para realizarem o metabolismo, reações que liberam energia (Schmidt-Nielsen, 2011). A taxa metabólica basal (TMB), quantidade mínima de energia necessária para realizar as atividades do organismo, varia nos indivíduos e é um fator que pode moldar diferentes estratégias alimentares a fim de satisfazer necessidades nutricionais distintas (Odum, 2004; Bozinovic *et al.*, 2007).

Em vista deste cenário, análises nutricionais focando principalmente a quantidade de carboidratos, lipídeos e proteínas contidas nos frutos zoocóricos são importantes para a avaliação do conteúdo da dieta e o entendimento da necessidade de cada espécie. Estudos relacionados à seleção de frutos por algumas espécies de morcegos relatam que elas diferem quanto às suas preferências por alguns gêneros de plantas: *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) e *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Reis *et al.* 2012), são três espécies de morcegos phyllostomídeos frequentes dentre as 21 existentes desta família no Parque Estadual Mata dos Godoy. É conhecido em vários locais que *Artibeus lituratus* busca preferencialmente frutos dos gêneros *Ficus*, *Cecropia*, *Syagrus* e *Terminalia* (Muller & Reis, 1992; Passos & Passamani, 2003; Mello *et al.* 2011); *Carollia perspicillata*, principalmente, por *Piper*, mas também por *Solanum* (Passos *et al.* 2003; Aguiar & Marinho Filho, 2007); e *Sturnira lilium* por *Solanum* (Muller & Reis, 1992; Mello *et al.* 2008). No entanto são poucos os estudos que quantificaram como estes animais utilizam recursos para satisfazerem as suas necessidades nutricionais.

Wendeln *et al.* (2000) avaliaram o valor nutritivo de 14 espécies de *Ficus* e concluíram que somente com uma combinação de diferentes espécies este gênero poderia fornecer energia e nitrogênio suficientes ao seu consumidor. Lima & Reis (2004) determinaram a composição nutricional de cinco espécies de *Piper*

consumidas por *Carollia perspicillata*, encontrando maiores valores de carboidratos em relação a lipídeos e proteínas; o mesmo foi encontrado por Oliveira *et al.* (2012), que determinou o valor da dieta, incluindo água, açúcares e proteínas de sete gêneros e nove espécies de frutos consumidos por morcegos do Pantanal mato-grossense.

Deste modo, partindo da hipótese de que as preferências alimentares refletem, entre outros fatores, a quantidade energética dos frutos que possam atender à demanda de energia das três espécies de morcegos frugívoros comuns no Parque Estadual Mata dos Godoy, o objetivo do presente estudo foi verificar a concentração de carboidratos, lipídeos e proteínas nos frutos consumidos por *C. perspicillata*, *A. lituratus* e *S. liliium* no Parque Estadual Mata dos Godoy, a fim de descobrir neste momento e local, o que cada espécie está ingerindo em termos nutricionais para entender suas necessidades alimentares diferenciadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23°26'53"S; 51°15'21"W) (Figura 1), constituído por 680 ha de fragmento de floresta Atlântica primária, circundado por matriz agrícola e conectado a outros fragmentos, formando um mosaico com cerca de 2.800-ha (Vicente, 2006). A vegetação do PEMG é classificada como floresta estacional semidecidual submontana; As famílias Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae e Meliaceae, apresentam maior riqueza (Silveira, 2006). No sub-bosque, observa-se abundância de Piperaceae, Moraceae, Urticaceae e Solanaceae, e de Arecaceae no dossel, que são utilizadas com frequência por animais frugívoros, inclusive morcegos (Rosseto & Vieira, 2013).

O clima, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é subtropical úmido mesotérmico, do tipo Cfa. A temperatura média anual é em torno de 21°C, o índice pluviométrico anual é de 1.450mm, e a umidade relativa do ar está em torno de 75% (Vicente, 2006).

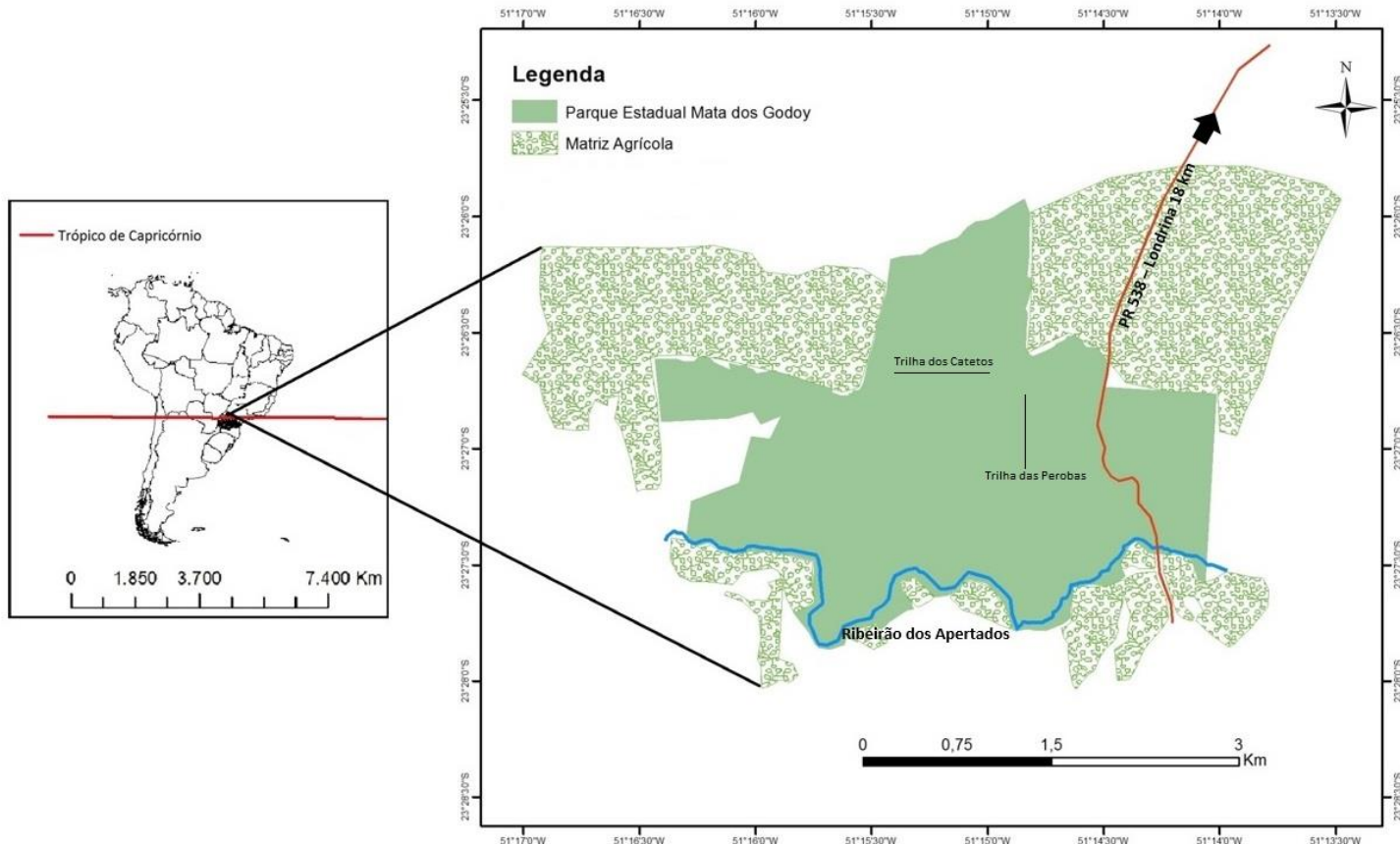


FIGURA 1- Localização e mapa do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, norte do estado do Paraná, sul do Brasil. Fonte: Software Quantum Gis

Captura de quirópteros

A metodologia da captura foi mediante o uso de redes de neblina “Mist-net” (9m de comprimento x 3m de altura), armadas quatro vezes ao mês, de abril de 2013 a março de 2014, distribuídas aleatoriamente por duas trilhas no PEMG, abertas ao crepúsculo e fechadas 12 horas depois, perfazendo um esforço amostral de 62.208 m².h, adaptado segundo a metodologia de Straube & Bianconi (2002).

Os animais capturados foram identificados em campo com o auxílio de chaves de identificação (Vizotto & Taddei, 1973; Reis *et al.* 1993; Gardner, 2008) e guia de campo (Reis *et al.* 2013). Indivíduos

pertencentes as espécies *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. liliium*, ficaram alocados em sacos de algodão por 30 minutos para defecarem, sendo em seguida soltos no local.

Análises fecais e coleta dos frutos

A dieta foi inferida a partir de amostras de fezes coletadas, acondicionadas em potes de plástico e etiquetadas, analisadas em laboratório com o auxílio de lupa (microscópio estereoscópio). As sementes encontradas foram lavadas e identificadas até o nível de espécie por meio de comparação com um banco de dados pré-estabelecido, montado a partir de frutos coletados na área de estudo, e com o banco de dados do Herbário da Universidade Estadual de Londrina. Os vegetais foram selecionados de acordo com os encontrados nas fezes, 40 g de frutos maduros selecionados a partir de mais de um indivíduo vegetal por espécie foram colhidos manualmente na área de estudo. Para *Artibeus lituratus*, análises nutricionais de *Syagrus romanzoffiana*, *Terminalia catappa*, *Cecropia glaziovii* e *Cecropia pachystachya*, frequentemente consumidas de acordo com dados bibliográficos (Muller & Reis, 1992; Passos & Passamani, 2003; Mello *et al.* 2011) e que ocorrem no PEMG, foram utilizadas para complementar sua dieta, por ser conhecidamente uma espécie de morcego muito bem adaptada, com alimentação diversificada, e ter tido poucas amostras fecais coletadas.

Análises da quantidade de lipídeos, carboidratos e proteínas

As determinações de carboidratos, lipídeos e proteínas foram realizadas em duplicata de amostras, cada qual pesando 20 gramas de frutos *in natura* para a obtenção da média, por método de Composição Centesimal seguindo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). As análises foram realizadas nos Departamentos de Bioquímica, e Biotecnologia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

Análise dos dados

As quantidades de carboidratos, lipídeos e proteínas dos frutos foram submetidas ao teste de Kruskal Wallis, seguido do teste *a posteriori* de Dunn, de forma que as espécies vegetais consumidas por cada animal representaram as réplicas de cada um dos três nutrientes. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software Bioestat 5.0 (Ayres *et al.* 2007) e tiveram nível de significância de 0,0169 após a Correção de Bonferroni, por se tratar de múltiplas análises.

RESULTADOS

Foram capturados 270 indivíduos, dos quais 151 foram identificados como *C. perspicillata* (55.9%), 64 como *A. lituratus* (23,7%) e 55 como *S. liliium* (20.4%), e obtidas 71, 6 e 21 amostras fecais respectivamente.

Dez espécies vegetais foram utilizadas como recurso: *Piper aduncum*, *Piper crassinervium*, *Piper glabratum*, *Piper gaudichaudianum*, *Piper umbellatum*, *Ficus insipida*, *Ficus sp*, *Solanum caavurana*, *Solanum granulosoleprosum* e *Solanum sisymbriifolium*. *Artibeus lituratus* foi encontrado consumindo apenas o gênero *Ficus*, sendo *Ficus insipida* presente em 67% de suas amostras fecais. *Carollia perspicillata* ingeriu frutos de *Piper* e *Solanum*, sendo *Piper aduncum* o mais consumido (59%). *Sturnira*

lilium consumiu *Piper*, *Solanum* e *Ficus*, sendo *Solanum granulosoleprosum* o mais ingerido (38%) (Figura 2).

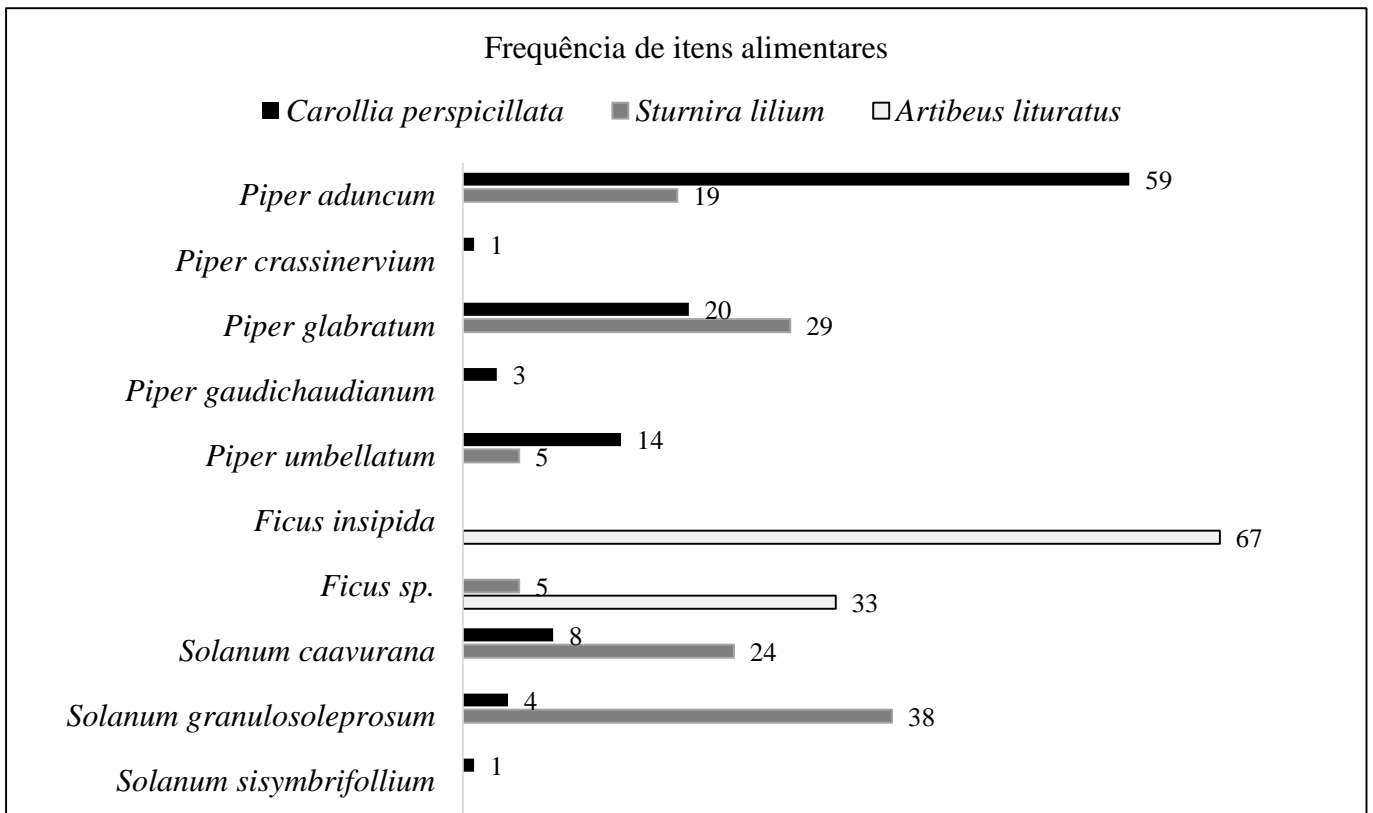


FIGURA 2- Frequência de ocorrência dos frutos ingeridos por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do PR, Brasil. Os dados tomados da literatura para *A. lituratus* não foram incluídos na figura.

A análise de composição centesimal mostrou que frutos dos gêneros *Piper* (com exceção de *Piper glabratum*), *Terminalia*, *Solanum* (com exceção de *Solanum sisymbriifolium*) e *Syagrus* possuem carboidratos em maiores quantidades, enquanto que os do gênero *Cecropia*, *Ficus*, e as espécies *Piper glabratum* e *Solanum sisymbriifolium* apresentaram maiores teores de lipídeos. As proteínas foram encontradas em menores quantidades para todas as espécies (Tabela 1).

O teste de Kruskal Wallis e o Método de Dunn demonstraram que *A. lituratus* investiu significativamente mais em carboidratos e lipídeos, quando incluídos os frutos frequentemente consumidos citados pela literatura, enquanto *C. perspicillata* e *S. lilium* investiram, principalmente, nos carboidratos. As três espécies comeram proteínas de maneira moderada e constante (Tabela 2; Figura 3).

TABELA 1- Quantidade média (n = 2) em porcentagem de carboidratos, lipídeos e proteínas contidos nos frutos das espécies vegetais consumidas por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, no Parque Estadual Mata dos Godoy, note do PR, Brasil. *Análises realizadas em frutos frequentemente consumidos por *A. lituratus* de acordo com a literatura.

Espécies vegetais	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
<i>Piper aduncum</i> L.	7,83	11,27	58,42
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	3,82	1,43	63,69
<i>Piper glabratum</i> Kunth	5,71	38,41	27,53
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	3,6	1,45	47
<i>Piper umbellatum</i> L.	4,47	1,68	57,06
* <i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	4,85	43,97	19,36
* <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	8,41	34,525	24,96
* <i>Terminalia catappa</i> L.	1,51	30,33	53,21
<i>Ficus insipida</i> Willd.	1,4	45,78	29,44
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	4,25	1,55	56,69
<i>Solanum granuloseprosum</i> Dunal	3,55	1,64	56,57
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	5,06	37,24	26,43
* <i>Syagrus romanzoffiana</i> Cham.	1,49	7,95	65,86

TABELA 2 - Número de espécies vegetais consumidas utilizadas como réplica para a análise de variância Kruskal Wallis, medianas, valores de H e p-valor resultantes do teste e resultados do teste de comparações por Método de Dunn. C – Carboidratos; L - Lipídeos; P – Proteínas; ns – não significativo. Nível de significância com Correção de Bonferroni 0,0169 para o teste de Kruskal Wallis.

	Amostras	Nº de espécies vegetais consumidas	Mediana	Kruskal Wallis (p-valor)	Comparações Método de Dunn
<i>Artibeus lituratus</i>	Proteínas	5	1,51	H=8.6600 (0,0132)	C e L – ns
	Carboidratos	5	29,44		C e P - p<0,05
	Lipídeos	5	34,52		L e P - p<0,05
<i>Carollia perspicillata</i>	Proteínas	8	4,36	H=13.6800 (0,0011)	C e L - p<0,05
	Carboidratos	8	56,63		C e P - p<0,05
	Lipídeos	8	1,65		L e P – ns
<i>Sturnira lilium</i>	Proteínas	5	4,47	H=8.7200 (0,0128)	C e L - p<0,05
	Carboidratos	5	56,69		C e P - p<0,05
	Lipídeos	5	1,67		L e P – ns

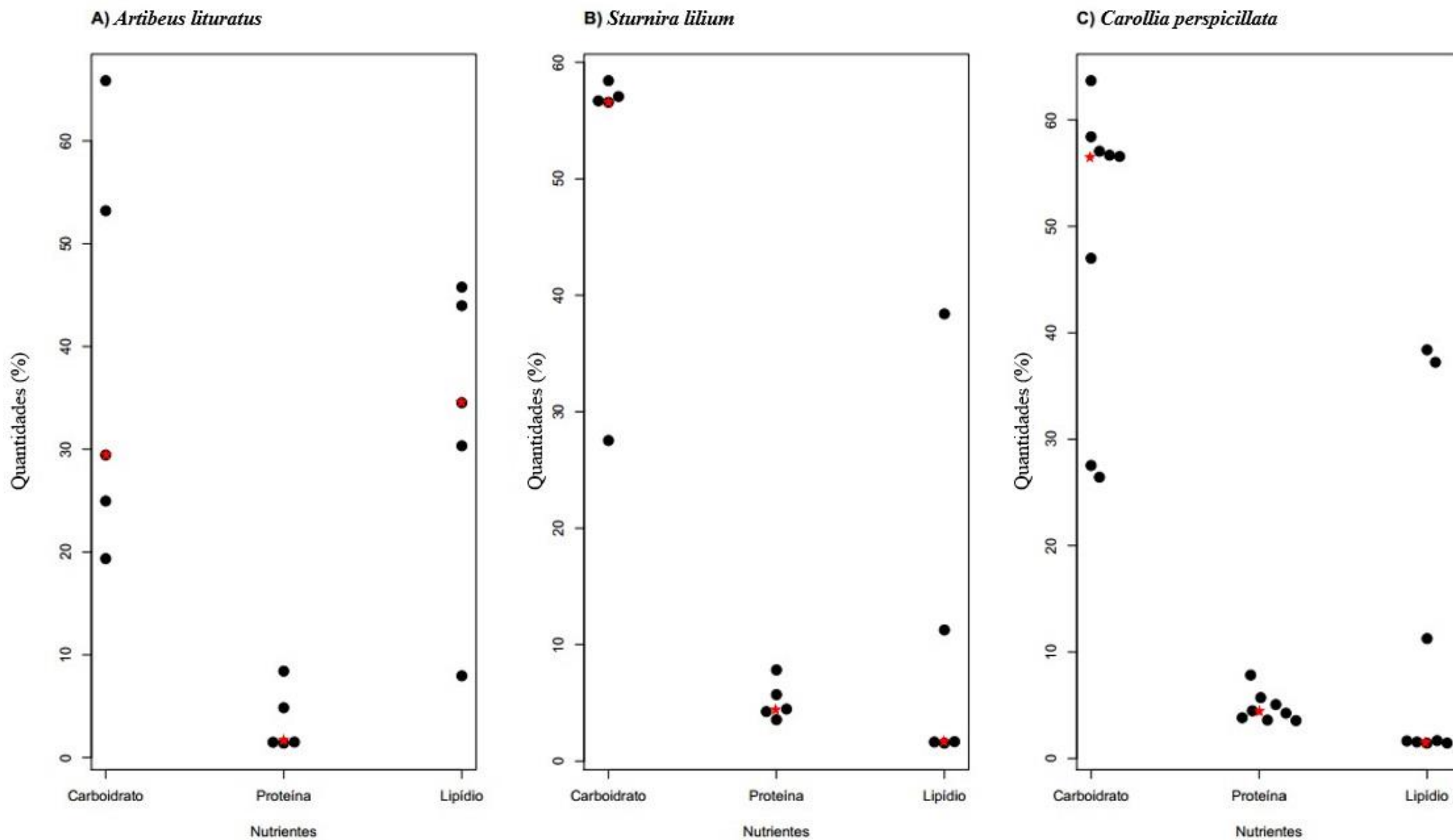


FIGURA 3- Porcentagem de carboidratos, lipídeos e proteínas dos frutos ingeridos encontrados para três espécies de morcegos Phyllostomidae no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do PR, Brasil. A estrela indica a mediana.

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos os morcegos frugívoros *C. perspicillata*, *S. lilium* e *A. lituratus* podem ser divididos neste estudo em dois grupos de acordo com suas escolhas de forrageio: (1) os que se alimentam de uma combinação de frutos que lhes fornecem mais carboidratos (Md \cong 56,7) e menos lipídeos (Md \cong 1,65), como *C. perspicillata* e *S. lilium*; e (2) *A. lituratus*, que se alimenta de uma combinação de frutos que lhe fornece não só maiores quantidades de carboidratos (Md \cong 30), como também de lipídeos (Md \cong 34,5), e ambos os grupos com porções moderadas de proteínas (Md \cong 4,5 e Md \cong 1,5, respectivamente). Apesar do p-valor próximo ao nível de significância (0,0169) para *A. lituratus* (0,0132) e *C. perspicillata* (0,0128), a correção de Bonferroni é conservadora, portanto o resultado é confiável.

Isto mostra que as necessidades de cada espécie dependem das suas características fisiológicas e morfológicas que moldam diferentes capacidades para utilizar os frutos como um recurso alimentar (Dumont 2003). Além disso, aqueles com necessidades semelhantes (*C. perspicillata* e *S. lilium*), se alimentam em frequências diferentes de *Piper* e *Solanum*, demonstrando potencial adaptativo para evitar o gasto energético diminuindo a competição pelos mesmos itens (Figura 2), corroborando Muller & Reis, (1992); Conklin & Wrangham, (1994); Passos *et al.* (2003); Mello *et al.* (2011).

Na borda das trilhas da floresta do PEMG, os alimentos destas espécies são abundantes. Em ambientes assim, os indivíduos podem ser mais seletivos e limitarem sua dieta para o alimento mais conveniente (Delorme & Thomas, 1999), que seria o item mais calórico ou aquele que fornece mais energia, seja na forma de carboidratos ou lipídeos e proteína necessária (Pianka, 1982). Estes três nutrientes liberam energia quando oxidados, entretanto, a quantidade por grama de caloria varia. A oxidação de gordura libera 37 Kj/g, em comparação com apenas 16 Kj/g de carboidratos e 18 Kj/g de proteínas (Gleeson, 2005). Todavia, como os carboidratos são metabolizados mais rápido (Smith *et al.* 1988), esses nutrientes representam a principal fonte de energia para os animais (Dierenfeld & Seyjaget, 2000), e no presente caso, para *C. perspicillata* e *S. lilium*.

Carollia perspicillata (10-23g) e *S. liliium* (15-25g) são morcegos visivelmente menores quando comparados a *A. lituratus* (65-82g) (Reis *et al.* 2013). Para as duas primeiras espécies, a ingestão de alimentos que forneçam mais energia na forma de carboidratos poderia compensar o esforço pela procura dos mesmos, pois uma vez que estes morcegos são menores, apresentariam maior taxa metabólica basal (TMB) segundo a hipótese de que a TMB varia inversamente com a massa corpórea (Odum, 2004), precisando de mais energia imediata, e são os carboidratos que atendem prontamente a demanda energética. No entanto esta hipótese não corrobora com McNab, (1992) e Bozinovic *et al* (2007) que defendem que as diferenças na massa corporal por si só não explicam toda a variação da TMB, e nem com Cruz-Neto *et al* (2001) que mediu a TMB de *C. perspicillata*, *S. liliium* e *A. lituratus*, e encontrou que as duas espécies de tamanho corpóreo menor de morcegos possuem TMB menor do que a espécie de morcego maior.

Carollia perspicillata e *S. liliium* alimentam-se de plantas arbustivas (*Piper* e *Solanum*), cuja estratégia de frutificação disponibiliza poucos itens alimentares por planta na mesma noite (Wendeln *et al.* 2000; Del-Claro & Torezan-Silingardi, 2012), mas cujas plantas são muito abundantes na área de estudo e ricas em carboidratos que possuem taxas máximas de produção de ATP (moeda energética) maiores do que lipídeos e proteínas (Weber, 2001), podendo fornecer recursos em quantidades satisfatórias. Selecionar frutos apenas com altos teores de carboidratos poderia ser mais compensatório para estas duas espécies que voam mais baixo e forrageiam no sub-bosque (Zortéa *et al.*, 2010), necessitando de menos força, e podendo evitar evolutivamente a competição entre elas e com *A. lituratus*.

Embora os carboidratos constituam a maior fonte de energia e substrato para muitas vias de síntese, atendam prontamente a demanda energética ou possam ser armazenados no fígado e nos músculos em forma de glicogênio para a manutenção de glicose quando animais são submetidos a curtos períodos de jejum (12 a 48 horas; Pinheiro *et al.* 2006), *A. lituratus* necessita além deste nutriente, uma dieta que lhe forneça calorias em maiores quantidades também na forma de lipídeos.

Uma vez que esta espécie é visivelmente maior ela deve investir não somente em carboidratos, mas alimentar-se de frutos que lhe forneça quantidades maiores também de lipídeos, pois por ser mais forte

dentre as três estudadas, precisa comer mais e geralmente voa mais alto para alimentar-se de frutos onde não são encontradas as duas espécies menores de morcegos (Muller & Reis, 1992). Além disso, de acordo com os resultados de Cruz-Neto *et al.* (2001), *A. lituratus* tem um alta TMB quando comparado as outras duas espécies de morcegos estudadas, e uma possível hipótese é de que o aumento da TMB ajuda o animal a não acumular massa gordurosa, já que ele faz um alto investimento em frutos com altas quantidades de lipídeos (Francischi *et al.*, 2000)

Assim, *A. lituratus* tiraria vantagem ao investir não apenas em carboidratos, mas também em lipídeos, considerados mais eficientes no armazenamento de energia que os carboidratos - isto, devido ao fato das células adiposas conterem pouca água quando comparada a quantidade de água necessária para armazenar hidrato de carbono (Gleeson, 2005). As reservas lipídicas exercem um importante papel na contribuição da demanda energética do voo e frente a escassez alimentar, ou durante o dia, período em que os morcegos não forrageiam. Isto porque a gordura é o único combustível que ao ser armazenado garante grandes reservas de energia para suprir as necessidades do corpo durante longos períodos de fome (Ortêncio-Filho *et al.* 2010). Por isso, *A. lituratus* por ser maior e mais forte demanda mais deste nutriente, enquanto para as duas espécies menores, *C. perspicillata* e *S. lilium*, uma menor ingestão de lipídeos pode ser o suficiente. Dessa forma, as três espécies de morcegos selecionam frutos que lhes fornecem o maior benefício calórico em relação ao menor gasto energético, minimizando encontros desnecessários entre si.

Apesar de não serem os nutrientes mais eficientes para obtenção de energia, pois não existe qualquer reserva de proteínas que possa ser discriminada sem uma perda de capacidade funcional (Gleeson, 2005), toda proteína existe para executar funções vitais no organismo dos animais, tais como transporte de outras substâncias, atuação nas reações metabólicas, contração muscular, estruturação e reparação de tecidos (Emery, 2012). Observa-se nos frutos analisados que as proteínas são nutrientes encontrados em quantidades pequenas, podendo isso significar que *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. lilium* investem somente o necessário neste nutriente, entretanto, de forma constante e em quantidades que poderiam ser suficientes para a manutenção do corpo. Isto em decorrência dos filostomídeos apresentarem uma vantagem

adaptativa: não requerem grandes quantidades de proteínas e parecem ter evoluído para consumir apenas a quantidade precisa para estruturarem o corpo, uma vez que são eficientes em reter o nitrogênio (Korine *et al.* 1996; Delorme & Thomas, 1999).

Considerando-se que o teor de nutrientes é fundamental para a remoção do fruto, espera-se que estes animais prefiram frutos mais gratificantes (que forneçam mais energia), que segundo Schaefer *et al.* (2013) é o que caracteriza as interações animais plantas, ou que se tornem especializados em alimentar-se de uma ampla quantidade de frutos por noite, de uma ou mais espécies que, somados, poderiam lhes fornecer a qualidade calórica e estrutural necessária (Lobova *et al.* 2003). A circulação de energia nos morcegos frugívoros é muito mais rápida que em outros morcegos ou outros mamíferos de tamanhos semelhantes, tais como roedores (Neuweiler, 2000). Os morcegos abastecem suas altas demandas de energia através desta capacidade que desenvolveram em efetuar uma rápida combustão de nutrientes exógenos recém ingeridos, pois são forçados a queimar nutrientes da dieta instantaneamente para sustentar a energia imediata e de altos requisitos para voar. Além disso, se beneficiam de suas reservas lipídicas quando as condições ambientais são adversas, por exemplo, em longos períodos de carência de alimentos (Voigt *et al.* 2010).

Desta forma, a remoção dos frutos por filostomídeos no PEMG, baseada apenas na composição nutricional, pode indicar que (1) *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* investem em uma combinação de alimentos que lhes forneçam energia, principalmente, na forma de carboidratos; e (2) *A. lituratus*, por ser mais forte, demanda mais energia que as outras duas espécies, investindo não apenas em carboidratos, mas também em lipídeos, nutriente mais eficiente na retenção calórica. As três espécies consomem proteínas em menores quantidades que as duas outras classes de nutrientes. Além disso, apesar das necessidades semelhantes entre *C. perspicillata* e *S. lilium*, essas duas espécies se alimentam de quantidades diferentes de frutos de arbustos (respectivamente, *Piper* e *Solanum*) e evoluíram para, possivelmente, evitar a competição não apenas entre elas, como também com *A. lituratus*. Devido ao fato de *A. lituratus* ser maior

e forragear principalmente em estrato florestal arbóreo, as duas espécies menores a evitam e conseguem se alimentar mais facilmente, diminuindo seus gastos energéticos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L.M.S. and MARINHO-FILHO, J. 2007. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. *Acta Chiropt.* 9: 251–260.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A. 2007. *Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Ong mamiraua. Belém, PA.

BOZINOVIC, F.; MUÑOZ, J. L. P.; CRUZ-NETO, A. P. 2007. Intraspecific Variability in the Basal Metabolic Rate: Testing the Food Habits Hypothesis. *Phys. and Bioc. Zool.* 80:452–460.

CONKLIN, N. L. and WRANGHAM, R. W. 1994. The value of figs to a hind-gut fermenting frugivore: A nutritional analysis. *Biochem. Syst. Ecol.* 22: 137-151.

CRUZ-NETO, A. P.; GARLAND JR, T; ABE, A. S. 2001. Diet, phylogeny, and basal metabolic rate in phyllostomid bats. *Zool.* 104: 49–58.

DEL-CLARO, K. and TOREZAN-SILINGARDI, H.M. 2012. *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva*, pp. 336. Technical Books, Rio de Janeiro.

DELORME, M. and THOMAS, D.W. 1999. Comparative analysis of the digestive efficiency and nitrogen and energy requirements of the phyllostomid fruit-bat (*Artibeus jamaicensis*) and the pteropodid fruit-bat (*Rousettus aegyptiacus*). *J. Comp. Physiol. Biochem. Syst. Environ. Physiol.*, Heidelberg, 169: 123-132.

DIERENFELD, E. S. and SEYJAGET, J. 2000. Intake and diet digestibility in three species of captive pteropodid bats. In: J., Nijboer; J. M., Hatt; W., Kaumanns; A., Beijnen; W., Gansloßer (Eds.). Zoo animal nutrition Filander Verlag, pp. 73-89. Furth, Germany.

DUMONT, E. 2003. Bats and fruit: an ecomorphological approach. In: T. H., KUNZ; M. B., FENTON (Eds.). Bat ecology, pp. 398-429. University of Chicago Press, Chicago.

EMERY, P. W. 2012. Basic metabolismo: Protein. Surgery- Oxford International Edition. 30: 209-213.

FRANCISCHI, R. P. P.; PEREIRA, L. O.; FREITAS, C. S.; KLOPFER, M.; SANTOS, R. C.; VIEIRA, P.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H. 2000. Obesidade: Atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. Rev. Nutr. 13: 17-28.

GARDNER, A. L. (Ed.). 2008. Mammals of South America: Volume I. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats Chicago: University of Chicago Press.

GLEESON, M. 2005. Basic metabolismo I: Fat. The medicine publishing company Ltd. 3: 83-88.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2005. Normas analíticas: métodos químicos e físicos de composição de alimentos, 60 pp. São Paulo.

KOPPEN, W. 1948. Climatologia, con un estudio de los climas de la terra. Fondo de Cultura Económica, México.

KORINE, C. A.; ARAD, Z.; ARIELI, A.; AMICHAÏ, Z.A. 1996. Nitrogen and energy balance of the fruit bat *Rousettus aegyptiacus* on natural fruit diets. Physiol. Zool. 69: 618-634.

LIMA, I.P. and REIS, N.R. 2004. The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil. Rev. Bras. Zool. 21: 371-377.

- LOBOVA, T.A.; MORI, S.A.; BLANCHARD, F.; PECKHAM, H.; CHARLES-DOMINIQUE, P. 2003. *Cecropia* as a food resource for bats in french guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *Am. J. Bot.* 90: 388–403.
- McNab, B. K. 1992. Energy expenditure: a short history. Pp. 1–15 in T.E. Tomasi and T.H. Horton, eds. *Mammalian Energetics: Interdisciplinary Views of Metabolism and Reproduction*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- MELLO, M.A.R.; KALKO, E.K.V.; SILVA, W.R. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *J. Mamm.* 89: 485-492.
- MELLO, M.A.R.; MARQUITTI, F.M.D; GUIMARÃES JR., P.R.; KALKO, E.K.V.; JORDANO P.; AGUIAR, M.A.M. 2011. The Missing Part of Seed Dispersal Networks: Structure and Robustness of Bat-Fruit Interactions. *PLoS ONE* 6: e17395.
- MULLER, M.F. and REIS, N.R. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). *Rev. Bras. Zool.* 9: 345-355.
- NEUWEILER, G. 2000. *Biology of bats*, 310 pp. Oxford University Press, New York.
- ODUM, E. P. 2004. *Fundamentos de Ecologia*, 820 pp. Fundação Calouste Gulbenkian, São Paulo.
- OLIVEIRA, A.MR.; MARQUES, M.R.; FISHER, E.A. 2012. Determinação do teor nutricional de frutos da dieta de morcegos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Visão Acadêmica.* 13: 16-30.
- ORTÊNCIO-FILHO, H.; REIS, N.R.; MINT-VERA, C.V. 2010. Time and seasonal patterns of activity of phyllostomid in fragments of a stationnal semidecidual forest from the Upper Paraná River, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 4: 937-945.
- PASSOS, F.C.; SILVA, W.R.; PEDRO, W.A.; BONIN, M.R. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervalles, sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Zool.* 20: 511-517.

PASSOS, J.G. and PASSAMANI, M. 2003. *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): Biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa (ES). *Natureza online* I: I-6.

PIANKA, E.R. 1982. *Ecologia evolutiva*, 365 pp. Omega, Barcelona.

PINHEIRO, E.C.; TADDEI, V.A.; MIGLIORINI, R.H.; KETTELHUT, I.C. 2006. Effect of fasting on carbohydrate metabolism in frugivorous bats (*Artibeus lituratus* and *Artibeus jamaicensis*). *Comp. Biochem. Physiol. Part B.* 143: 279–284.

REIS, N.R.; MULLER, M.F.; SOARES, E.S.; PERACCHI, A.L. 1993. Lista e chave de quirópteros do Parque Estadual Mata dos Godoy e arredores. Londrina. *Pr. Semina: Ci. Biol./Saúde.* 14: 120-126.

REIS, N.R.; GALLO, P.H.; PERACCHI, A.L.; LIMA, I.P.; FREGONEZI, M.N. 2012. Sensitivity of populations of bats (Mammalia: Chiroptera) in relation to human development in northern Paraná, southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 72: 511-518.

REIS, N.R.; FREGONEZI, M.N.; PERACCHI, A.L.; SHIBATTA, O.A. (Org.). 2013. *Morcegos do Brasil: Guia de campo*, 225 pp. Technical Books, Rio de Janeiro.

RICKLEFS, R.E. 2010. *A economia da natureza*, 570 pp. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

ROSSETO, E. F. S.; VIEIRA, A. O. S. 2013. Vascular flora of the Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. *Check List* 9: 1020–1034.

SCHAEFER, H.M.; SCHIMIDT, V.; WINKLER, H. 2003. “Testing the defence trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal”. *Oikos.* 102: 318-328.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 2011. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*, 611 pp. Santos, São Paulo.

SILVEIRA, M. 2006. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. In: J. M. D., Torezan. Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy, pp. 19-27. Itedes, Londrina.

SMITH, E.L.; HILL, R.L.; HANDLER, P.; WHITE, A. 1988. Bioquímica de Mamíferos, 620 pp. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.

STRAUBE, F.C. and BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiropt Neotrop. 8: p 150-152.

VICENTE, R. F. 2006. O Parque Estadual Mata dos Godoy. In: J. M. D., Torezan. Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy, pp. 13-18. Itedes, Londrina.

VIZOTTO, L.D. and TADDEI, V.A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. São José do Rio Preto: Bol. Ci. Fac. Fil., C. Let. S. José do Rio Preto. 1: 1-73.

VOIGT, C.C.; SÖRGEL, K.; DECHMANN, D.K.N. 2010. Refueling while flying: Foraging bats combust food rapidly and directly to power flight. Ecology, 91: 2908–2917.

WEBER, J. M. 2001. Energy Cycle in Vertebrates. In Encyclopedia of Life Sciences. London: Nature Publishing Group.

WENDELN, M.C.; RUNKLE, J.R.; KALKO, E.K.V. 2000. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. Biotropica 32: 489–501.

ZORTÉA, M.; MELO, F. R.; CARVALHO, J. C.; ROCHA, Z. D. 2010. Morcegos da Bacia do rio Corumbá, Goiás. Chir. Neot. 16: 610 – 616.

APÊNDICES

Apêndice I

Tabela 3- Resultados da composição centesimal realizada em duplicata para cada espécie vegetal consumida por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do Paraná, Brasil. *Análises realizadas em frutos consumidos por *A. lituratus* segundo dados bibliográficos.

	Umidade (%)		Total (média)	Cinzas (%)		Total (média)
	Amostra 1	Amostra 2	%	Amostra 1	Amostra 2	%
<i>Piper aduncum</i>	19,93	20,93	20,43	2,071	2,02	2,0455
<i>Piper crassinervium</i>	29,91	29,91	29,91	1,15	1,15	1,15
<i>Piper glabratum</i>	28,87	23,72	26,295	2,03	2,09	2,06
<i>Piper gaudichaudianum</i>	38,54	38,54	38,54	11,26	7,58	9,42
<i>Piper umbellatum</i>	36,22	33,64	34,93	1,76	1,98	1,87
* <i>Cecropia glaziovi</i>	30,35	30,35	30,35	1,47	1,47	1,47
* <i>Cecropia pachystachya</i>	30,23	30,1	30,165	1,41	2,46	1,935
* <i>Terminalia catappa</i>	14,99	14,32	14,655	0,54	0,049	0,2945
<i>Ficus insipida</i>	23,69	21	22,345	1,22	0,89	1,055
<i>Solanum caavurana</i>	26,36	27,53	26,945	6,98	8,19	7,585
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	28,27	27,15	27,71	11,48	9,59	10,535
<i>Solanum sysimbrifolium</i>	30,34	30,34	30,34	0,94	0,94	0,94
* <i>Syagrus romanzoffiana</i>	26,72	21,07	23,895	0,83	0,77	0,8

Continuação da Tabela 3- Resultados da composição centesimal realizada em duplicata para cada espécie vegetal consumida por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do Paraná, Brasil. *Análises realizadas em frutos consumidos por *A. lituratus* segundo dados bibliográficos.

	Proteínas (%)		Total (média)	Lipídeos (%)		Total (média)
	Amostra 1	Amostra 2	%	Amostra 1	Amostra 2	%
<i>Piper aduncum</i>	7,74	7,92	7,83	5,47	17,06	11,265
<i>Piper crassinervium</i>	3,67	3,97	3,82	2,07	0,8	1,43
<i>Piper glabratum</i>	5,70	5,72	5,71	27,78	49,03	38,405
<i>Piper gaudichaudianum</i>	3,36	3,84	3,60	1,59	1,3	1,445
<i>Piper umbellatum</i>	4,45	4,48	4,47	2,1	1,25	1,675
<i>Cecropia glaziovii</i>	5,32	4,38	4,85	39,92	48,02	43,97
<i>Cecropia pachystachya</i>	8,46	8,36	8,41	44,68	24,37	34,525
<i>Terminalia catappa</i>	1,48	1,54	1,51	26,9	33,76	30,33
<i>Ficus insipida</i>	1,19	1,61	1,40	31,58	59,97	45,775
<i>Solanum caavurana</i>	3,70	4,80	4,25	1,57	1,52	1,545
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	3,49	3,60	3,55	1,98	1,3	1,64
<i>Solanum sysimbrifolium</i>	4,62	5,49	5,06	38,42	36,05	37,235
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1,46	1,52	1,49	0,54	15,36	7,95

Continuação da Tabela 3- Resultados da composição centesimal realizada em duplicata para cada espécie vegetal consumida por *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, no Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do Paraná, Brasil. *Análises realizadas em frutos consumidos por *A. lituratus* segundo dados bibliográficos.

	Carboidratos
	Total (média %)
<i>Piper aduncum</i>	58,42
<i>Piper crassinervium</i>	63,69
<i>Piper glabratum</i>	27,53
<i>Piper gaudichaudianum</i>	47
<i>Piper umbellatum</i>	57,06
<i>Cecropia glaziovii</i>	19,36
<i>Cecropia pachystachya</i>	24,96
<i>Terminalia catappa</i>	53,21%
<i>Ficus insipida</i>	29,44
<i>Solanum caavurana</i>	56,69
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	56,57
<i>Solanum sysimbrifolium</i>	26,43
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	65,86

Apêndice II

Fotos das espécies de morcegos estudadas.



Figura 4. *Carollia perspicillata*. Foto: Carolina Blefari Batista



Figura 5. *Artibeus lituratus*. Foto: Carolina Blefari Batista

Fotos das espécies de morcegos estudadas (continuação).



Figura 6. *Sturnira lilium*. Foto: Carolina Blefari Batista.

Apêndice III

Autorização para atividades com finalidade científica.

 IAP INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ	 PARANÁ GOVERNO DO ESTADO	 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ
AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ		
Número: 480.13		Data de Emissão: 03.04.2013
Dados do Pesquisador e da Pesquisa		
Nome: Carolina Blefari Batista		
RG: 40.523.097-7	CPF: 369.462.458-90	
Título do Projeto: Quantidade de carboidratos, lipídios e proteínas nos alimentos preferidos de quatro espécies frugívoras de morcegos de um fragmento de Mata Atlântica na região de Londrina, Sul do Brasil.		
Palavras-Chave: Dieta; ecologia; morcegos.		
Metodologia: Quatro amostragens mensais, com duração de noite completa, para captura de morcegos através de rede de neblina em trilhas e na mata.		
Material Biológico Coletado: Morcegos.		
Cronograma de Coletas:		
Unidade de Conservação: P.E. Mata dos Godoy	Datas: Abr/13 a Abr/14	
Equipe de Trabalho:		
Reginaldo Leal Blanc	RG: 8.293.377-8	
Gabriela Regina de Oliveira	RG: 9.410.894-2	
Observações:		
1. Não é permitida a coleta de espécies ameaçadas ou em risco de extinção;		
2. As gerências da(s) UC(s) devem ser comunicadas com antecedência sobre os trabalhos em campo a serem realizados na Unidade;		
3. Esta autorização tem validade até 03.04.2014 podendo ser renovada no final do período.		
 Guilherme de Camargo Vasconcellos Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas – DIBAP Curitiba, 03 de Abril de 2013		

ANEXO

Metodologia detalhada de Composição Centesimal seguindo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005)

A quantidade de carboidratos, proteínas e lipídeos foi determinada pelo método “Composição Centesimal do Substrato”, o qual serve para conhecimento do substrato a ser utilizado, refere-se aos teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos presentes na matéria-prima a ser estudada. São os componentes presentes em g/100g de cada fruto analisado.

A metodologia seguiu a proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2005) e teve a colaboração dos Laboratórios de Pesquisa do Departamento de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual de Londrina.

Umidade

O método utilizado foi o gravimétrico, onde pesou-se 2 – 5 g da amostra em papel de filtro, previamente pesado. Aqueceu-se a amostra em estufa a 105° C por 24 horas. Resfriou-a no dessecador e pesou-a novamente. A operação foi repetida até peso constante. Após, fez-se o seguinte cálculo:

$$\text{Perda de peso} = \text{peso da amostra úmida} - \text{peso da amostra seca}$$

Cinzas

A incineração em mufla a 550° C foi realizada até obtenção de cinzas brancas ou acinzentadas. A esta temperatura ocorre a calcinação de todos os minerais, e não permite a volatilização de cloretos, que ocorre a 600° C.

A metodologia consistiu em pesar 2 – 5 g de amostra em cadinho previamente tarado, que em seguida foi carbonizada em bico de gás, depois levada a mufla a 550 °C por 24 horas, após, a mufla foi resfriada a 80 °C por mais 24 horas. Depois a amostra foi retirada, resfriada a temperatura ambiente e pesada.

Proteínas

A determinação da proteína em uma amostra é baseada na determinação de nitrogênio. Foi realizada pelo processo de digestão Kjeldahl. Este método determina o teor de nitrogênio orgânico, ou seja, o nitrogênio proveniente de outras fontes além da proteína, tais como: ácidos nucleicos, alcaloides, lipídeos e carboidratos nitrogenados. Como estes outros componentes geralmente estão presentes em quantidades menores, o método Kjeldahl é um método químico útil na determinação de proteína.

A metodologia consistiu em duas fases. Primeira fase, de digestão, colocou-se no balão de kejdahl 0,1 – 1 g de amostra, adicionou-se \pm 1 g de mistura digestora e 3 – 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Adaptou-se o balão de haste longa e aqueceu-o na capela até obtenção de um líquido límpido. A mistura digestora foi feita contendo 8 g de sulfato de cobre (CuSO_4), 8 g de selenito de sódio (Na_2SeO_3) e 80 g de sulfato de sódio (Na_2SO_4), misturados bem em gral.

A segunda fase consistiu em transferir qualitativamente, com auxílio de água destilada o produto da digestão para um balão volumétrico de 100 mL. Completou-se o volume com água destilada. Pipetou-se 5 mL de solução receptora (20 g de ácido bórico, 6 mL de solução alcoólica de vermelho de metila a 0,1%, 15 mL de solução alcoólica de verde de bromocresol a 0,1%, completados para 1 litro de solução) e a amostra foi transferida para um Erlenmeyer de 125 mL. Adaptou-se o Erlenmeyer ao refrigerador do aparelho de Kjeldahl de maneira que sua extremidade ficou mergulhada no líquido. Foram pipetados 5 mL da amostra que foi transferida para o funil do aparelho e em seguida escoou para seu interior. Adicionou-se, aproximadamente 40 mL de solução de NaOH a 50% ao funil alimentador. A amostra foi aquecida e destilou-se aproximadamente um volume de 50 mL. O destilado foi titulado com solução de H_2SO_4 0,02 N em microbureta até coloração rosa, anotou-se a quantidade de solução utilizada na titulação para o cálculo da quantidade de proteínas.

Em geral 100 g de proteína tem em média 16 g de nitrogênio. Assim calculou-se o teor de proteína multiplicando-o pelo fator.

Cálculo do percentual de proteínas totais:

$$\% \text{ Proteína (g/100g)} = V \times N (0,02) \times f_c \times 0,014 \times 100 / P.a$$

Sendo:

V = volume de H₂SO₄ 0,02 N gasto na titulação

N = Normalidade da solução titulante

F_c = fator de correção da solução titulante

P.a = peso da amostra

Lipídeos

A extração com solvente a quente está baseada em três etapas: extração da gordura da amostra com solvente; eliminação do solvente por evaporação e a quantificação da gordura por pesagem.

A metodologia consistiu em pesar 2 - 5 g de substrato que foi colocado no aparelho extrator de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente. O balão receptor do Soxhlet foi previamente tarado. Extraíu-se por 6 horas, depois o éter foi evaporado em um rotaevaporador.

Por último pesou-se o balão e subtraiu-se o resultado do peso do balão previamente tarado, assim, a diferença é a quantidade de lipídeos em gramas.

Carboidratos

O método teve por base a análise por diferença (NIFEXT). Todos os componentes (carboidratos + proteína + umidade + cinzas + lipídeos) somam 100% da amostra. De forma que o cálculo: Carboidrato total = 100 - (proteína + umidade + cinzas + gordura) resultou na quantidade de carboidratos da amostra