



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

REGINALDO LEAL BLANC

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE, TEMPERATURA E
UMIDADE EM CAPTURAS DE TRÊS ESPÉCIES DE
MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA,
PHYLLOSTOMIDAE) EM UM REMANESCENTE DE MATA
ATLÂNTICA DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL**

Londrina
2015

REGINALDO LEAL BLANC

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE, TEMPERATURA E
UMIDADE EM CAPTURAS DE TRÊS ESPÉCIES DE
MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA,
PHYLLOSTOMIDAE) EM UM REMANESCENTE DE MATA
ATLÂNTICA DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL**

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. Nélio Roberto dos Reis

Londrina
2015

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B638i Blanc, Reginaldo Leal.

Influência da luminosidade, temperatura e umidade em capturas de três espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em um remanescente de Mata Atlântica do norte do Paraná, Brasil / Reginaldo Leal Blanc. – Londrina, 2015. 45 p. : il.

Orientador: Nélio 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. Animais frugívoros – Teses. 3. Florestas – Influência – Teses. 4. Ecologia animal – Teses. I. Reis, Nélio Roberto dos. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 599.4(816.1)

REGINALDO LEAL BLANC

**INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE
EM CAPTURAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS FRUGÍVOROS
(CHIROPTERA, PHYLLOSTOMIDAE) EM UM REMANESCENTE DE
MATA ATLÂNTICA DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL**

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

Prof. Dr. Nélio Roberto dos Reis (Orientador)

Prof^ª. Dr^ª. Evanilde Benedito (Titular)

Prof. Dr. Luiz dos Anjos (Titular)

Prof. Dr. Carolina Carvalho Cheida (Suplente)

Prof. Dr. Gustavo Monteiro Teixeira (Suplente)

Londrina, 24 de fevereiro de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família, amigos e todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais José e Dulce, por me fornecerem condições para que eu pudesse alcançar mais um objetivo.

À minha companheira Delair e aos demais familiares pelas considerações, apoio emocional e por acreditarem no meu potencial em todos os momentos.

Ao meu orientador prof. Nélio por aceitar me orientar, pelos ensinamentos, paciência e incentivos.

Ao prof. Marcos Robalinho pelas sugestões, aprimoramento estrutural e aplicação estatística na dissertação.

A todos os professores desde o colegial à pós-graduação, que participaram de minha formação pessoal e educacional.

Aos parceiros de mestrado Carolina, Gabriela, Gisele e Guilherme, que apesar das dificuldades, foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

A todos os demais amigos que participaram direta ou indiretamente desta etapa de formação.

Aos funcionários do Parque Estadual Mata dos Godoy pela recepção, apoio, auxílio e informações prestadas.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação do Mestrado e funcionários da UEL, em especial às secretárias Rosana e Nazária pela atenção e instrução.

Ao IAP (Instituto Ambiental do Paraná) e ao MMA/ICMBio (Ministério do Meio Ambiente / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) pela autorização das coletas.

À CAPES e Fundação Araucária pelo auxílio financeiro.

BLANC, Reginaldo Leal. **Influência da luminosidade, temperatura e umidade em capturas de três espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em um remanescente de Mata Atlântica do Norte do Paraná, Brasil.** 2014. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

Estrutura física do habitat e variáveis ambientais são fatores que interferem direta ou indiretamente no comportamento dos animais. Registros de captura podem determinar o padrão de atividade das espécies. Desta forma, a proposta desse trabalho foi verificar se existe relação da atividade de voo de *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* com luminosidade, temperatura e umidade. O estudo foi realizado em um remanescente de Mata Atlântica de 690 hectares, Norte do Paraná, entre abril de 2013 e março de 2014. Foram quatro coletas mensais, sendo duas em noites claras ($\geq 75\%$ da face iluminada da lua) e duas em noites escuras ($\leq 25\%$ da face iluminada). Informações de temperatura e umidade foram obtidas a cada hora com auxílio de aparelho digital. Foram usadas alternadamente, a cada mês, duas trilhas com características físicas distintas. Utilizou-se quatro redes de neblina (9x3m), abertas do crepúsculo à aurora, inspecionadas a cada 20 minutos. Totalizaram 48 noites e 576 horas de amostragem. Foram capturados 327 indivíduos. *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* apresentaram atividade significativamente maior em noites escuras e na trilha que possui vegetação mais aberta. Para *S. lilium*, houve também relação negativa para a variável umidade. *Artibeus lituratus* apresentou relação positiva entre o número de capturas com temperatura e umidade. A compactação da vegetação e a distribuição de recursos alimentares interferem no uso do espaço pelos morcegos. Além disso, é possível que espécies menores sejam mais afetadas pela luminosidade lunar, enquanto que espécies maiores sejam mais influenciadas pela temperatura e umidade.

Palavras-chave: Variáveis ambientais. Quirópteros. Atividade das espécies. Floresta estacional semidecidual.

BLANC, Reginaldo Leal. **Influence of luminosity, temperature and humidity in capture three species of frugivorous bats (Chiroptera, Phyllostomidae) in Atlantic Forest remaining Northern Paraná, Brazil.** 2014. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação de Hábitats Fragmentados) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

Physical structure of habitat and environmental variables are factors that interfere directly or indirectly the behavior of animals. Capture records can determine the pattern of activity of the species. Thus, the purpose of this study was to verify if there is the relationship of flight activity of *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* with moonlight, temperature and humidity. The study was conducted in Atlantic Forest fragment of 690 hectares, northern Paraná, between april 2013 and march 2014. Were four monthly sampling, two in clear nights ($\geq 75\%$ of the illuminated side of the moon) and two in dark nights ($\leq 25\%$ of the illuminated face). Information of the temperature and humidity were obtained every hour the aid of digital device. Were used alternately, each month, two trails with different physical characteristics. Was used four mist nets (9x3m), open from dusk to dawn, inspected every 20 minutes. Totaled 48 nights and 576 hours of sampling. We captured 327 individuals. *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* presented significantly greater activity in dark nights and in trail with more open vegetation. *S. lilium* also occurred negative relationship for humidity variable. *Artibeus lituratus* showed positive relationship between the number of captures with temperature and humidity. The compaction of vegetation and the distribution of food resources interfere with the use of space by bats. In addition, it is possible that smaller species are more affected by moonlight, whereas larges species are more influenced by temperature and humidity.

Keywords: Environment variables. Chiroptera. Activity of the species. Seasonal semideciduous forest.

TABELA

Tabela 1: Modelos parcimoniosos que predizem a influência de cinco variáveis ambientais na atividade de morcegos filostomídeos em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.	25
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Pontos de coleta, localização e característica paisagística do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG).....	21
Figura 2:	Número de morcegos capturados em duas trilhas em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.	25
Figura 3:	Número de capturas de <i>Carollia perspicillata</i> , <i>Sturnira lilium</i> e <i>Artibeus lituratus</i> em diferentes condições de luminosidade lunar em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.....	1026
Figura 4:	Distribuição horária das capturas de <i>Carollia perspicillata</i> , <i>Sturnira lilium</i> e <i>Artibeus lituratus</i> em noites escuras (A) e noites claras (B) em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.....	27
Figura 5:	Frequência de capturas de <i>C. perspicillata</i> , <i>Sturnira lilium</i> e <i>Artibeus lituratus</i> em cada grupamento de temperaturas em coletas em um fragmento de Mata Atlântica, Norte do Paraná, ente abril de 2013 a março de 2014.	27
Figura 6:	Frequência de capturas de <i>C. perspicillata</i> , <i>Sturnira lilium</i> e <i>Artibeus lituratus</i> em cada grupamento de umidade em coletas em um fragmento de Mata Atlântica, Norte do Paraná, ente abril de 2013 a março de 2014.	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
REFERÊNCIAS	13
ARTIGO	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	20
Área de estudo	20
Coleta de dados	21
Análise dos dados	23
RESULTADOS	24
DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	38
Anexo A - Fotos das espécies estudadas	39
Anexo B - Fotos das trilhas utilizadas	40
Anexo C - Autorização para atividade científica concedida pelo IAP	41
Anexo D - Autorização para atividade científica concedida pelo MMA e ICMBio	42

INTRODUÇÃO GERAL

As variações das condições bióticas e abióticas são responsáveis por determinar a distribuição das espécies, além de interferir direta ou indiretamente em suas atividades (Terborgh, 1971). Considerando as restrições ecológicas e fisiológicas, cada espécie ou grupo é influenciado de maneira distinta, respeitando seus limites de tolerância (Hofer et al., 2000). Existem organismos que são capazes de suportar uma ampla variação de temperatura ambiental (euritérmicos), enquanto outros possuem pequena resistência a este mesmo fator (estenotérmicos) (Schmidt-Nielsen, 2002; Tomanek, 2008). Há também diferença de mecanismos termorreguladores. Em animais ectotérmicos, a temperatura do corpo acompanha as variações da temperatura do meio externo. Já para endotérmicos, a temperatura interna é mantida relativamente constante, mesmo que ocorram variações na temperatura ambiental (Pough, 1980). Além das variáveis ambientais temperatura, umidade e luminosidade, as características físicas do ambiente também são determinantes nesse processo interativo. Isso porque a existência de condições abióticas favoráveis, não garante o uso do espaço pelos animais, já que pode ocorrer ausência de atrativos alimentares específicos, diminuindo as chances da permanência de determinada espécie (Odum; Barrett, 2008). Animais diurnos e noturnos também são influenciados de maneira distinta em relação a alguns fatores. Tratando-se de luminosidade, há espécies que necessitam de elevada intensidade de luz, como as borboletas, por exemplo. Em oposição, outros preferem evitá-la, como minhocas e lesmas. Entre as espécies de hábito noturno, a intensidade de luminosidade pode ser um fator determinante para o comportamento (Singaravelan; Marimuthu, 2002; Barghini, 2010).

Existe efeito da luminosidade lunar sobre vários animais que possuem atividade noturna (Julien-Laferrière, 1997; Kramer; Birney, 2001; Lang et al., 2006). Em grande parte dos casos, é uma reação ao aumento da luz, seja pelo suposto aumento do sucesso da ação de predadores ou pela necessidade de diminuição da exposição por parte das presas (Price et al., 1984; Bowers, 1988). Há também mudanças menos óbvias, como realização da cópula em noites de lua cheia, registrado para algumas espécies de anfíbios (Grant et al., 2009). Como forma de ampliar o sucesso de captura, predadores como focas (*Arctocephalus galapagoensis*) mergulham em maiores profundidades em noites de lua cheia (Horning; Trillmich, 1999). Algumas espécies de aves, como corujas

e bacurauas, são observadas com maior frequência forrageando em noites com maior luminosidade (Sick, 1997). Em contraste, algumas espécies de mamíferos (Julien-Laferrèri, 1997) podem reduzir suas atividades em noites mais brilhantes, possivelmente com objetivo de diminuir as chances de serem capturados por predadores orientados visualmente (Kramer; Birney, 2001).

Em relação à temperatura, possivelmente seja uma das variáveis mais importantes para a maioria dos organismos (Becego et al., 2007). As condições térmicas adequadas à vida concentram-se entre 0 e 40°C, mas a maioria das espécies toleram estreitos intervalos de temperatura (limites de tolerância) (Macieira; Proni, 2004). Abaixo ou acima desses limites as funções vitais podem ser comprometidas. Algumas espécies são capazes de resistir a grandes variações, enquanto outras possuem intervalos de tolerância reduzidos (Prosser, 1973). Como estratégias preventivas, em condições adversas, seres que possuem alta capacidade de deslocamento, como algumas espécies de aves, podem migrar para regiões mais favoráveis. Em contrapartida, espécies com potencial de deslocamento mais restrito, como répteis, limitam-se ao ambiente onde vivem, porém, entram em estado de latência, com a diminuição da taxa metabólica (Santiago-Moreno et al., 2005), como forma de contornar as amplitudes térmicas.

Outra variável ambiental com reflexo na distribuição e comportamento das espécies é a umidade relativa do ar. Esta diz respeito à quantidade de vapor de água presente na atmosfera, o que caracteriza se o ar encontra-se seco ou úmido. Seu valor é obtido em percentual, podendo variar de 0 a 100%. Como os animais são extremamente dependentes de água e vivem em constante interação entre seu consumo e perda para o ambiente, seus valores influenciam diretamente na manutenção do equilíbrio, evitando a desidratação. Em alguns casos, como em anfíbios, por exemplo, pode ser considerado um fator mais importante que a temperatura (Salthe; Mechan, 1974).

É possível que cada espécie tenha uma faixa favorável de umidade. Em estudo numa área de cerrado, Bueno (2003) revelou que a abundância de roedores apresentou correlação negativa e significativa com a umidade relativa do ar. Já Cotton (1963) concluiu que a umidade relativa do ar ótima para uma espécie de inseto (*Sitophilus oryzae*) é de 14%, já que essa condição teria proporcionado maior número de descendentes, independentemente da temperatura. Outros invertebrados como aracnídeos, miriápodes e oligoquetas, são dependentes de ambientes com alta umidade (Swift et al., 1979).

Especificamente em morcegos, há evidências de que estes respondam a essas variáveis ambientais através da diminuição da atividade de voo em condições de maior luminosidade (Lang et al., 2006; Saldaña-Vasques; Munguía-Rosas, 2013), menor temperatura (O'Farrell; Bradley, 1970; Hayes, 1997) e menor umidade do ar (Lacki, 1984; Adam et al., 1994).

As espécies frugívoras se destacam por apresentar um padrão de atividade sazonal mais regular, devido a seus recursos alimentares estarem disponíveis em diferentes épocas do ano. Os integrantes da família Phyllostomidae, em sua maioria, alimentam-se de espécies com frutificação assincrônica ou sequencial (Morelato; Leitao-Filho, 1992), como *Piper* spp., *Solanum* spp. e *Ficus* spp. Esta característica possibilita aos morcegos que permaneçam no mesmo ambiente, em qualquer período, sem a necessidade de grande deslocamento a procura de comida (Charles-Dominique, 1991; Bizerril; Raw, 1997). Além disso, por serem presas de animais visualmente orientados, como aves, répteis e mamíferos (Vernier, 1994; Esbérard; Vrcibradic, 2007; Breviglieri; Pedro, 2010) é possível verificar possíveis diferenças de atividade de voo, em detrimento do risco de predação, em noites com condições de luminosidade distintas. Por estes motivos, filostomídeos frugívoros tornam-se importantes objetos de estudo.

Dentre as várias espécies encontradas na região de Londrina (Reis et al., 2012), foram selecionadas apenas três, por serem mais frequentes em capturas durante estudos científicos e em virtude de suas dietas serem compostas por frutos abundantes (Pedro; Taddei, 1997; Medellín et al., 2000). Pertencente à subfamília Carollinae, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Anexo A-1) é um morcego de tamanho médio (10 a 23 g), com comprimento do corpo de 48 a 65 mm. *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) (Anexo A-2) é representante da subfamília Stenodermatinae, com médio porte (15 a 25 g) e de comprimento do corpo que pode variar entre 51 a 71 mm. Por fim, membro dessa mesma subfamília, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Anexo A-3), uma das espécies mais comuns no Brasil, com destaque pela presença em centros urbanos, apresenta grande porte (65 a 82 g), com comprimento do corpo entre 93 e 113 mm. Todas as espécies possuem ampla distribuição, com ocorrência em todo território brasileiro (Reis et al., 2013).

Como perspectivas, levando em consideração o tamanho das espécies, esperou-se encontrar respostas mais similares entre *C. perspicillata* e *S. lilium*, e mais diferenciadas para *A. lituratus*, já que as duas primeiras apresentam tamanho

relativamente similar entre elas. Outra informação que distingue *A. lituratus* das demais é a maior força física, além de ser mais generalista em sua dieta. Essas características podem fornecer vantagens tanto para escapar de predadores, quanto para a busca por recursos alimentares. Em suma, presume-se que os limites de tolerância, assim como as atividades em relação às variáveis ambientais sejam distintas, possibilitando a análise da interação desses fatores e o grau de interferência sobre diferentes espécies.

REFERÊNCIAS

- ADAM, M. D., LACKI, M. J., SHOEMAKER, L. G. 1994. Influence of Environmental Conditions on Flight Activity of *Plecotus townsendii virginianus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Brimleyana*, 21: 77-85.
- BARGHINI, A. 2010. Antes que os vaga-lumes desapareçam ou influência da iluminação artificial sobre o ambiente. São Paulo, Editora Annablume, FAPESP, 192 pp.
- BICEGO, K. C., BARROS, R. C. H., BRANCO, L. G. S. 2007. Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology*, part A, 147: 616-639.
- BIZERRIL, M. X. A., RAW, A. 1997. Feeding specialization of two species of bats and the fruit quality of *Piper arboreum* in a central Brazilian gallery forest. *Revista de Biologia Tropical*, 45: 913-918.
- BOWERS, M. 1988. Seed removal experiments on desert rodents: the microhabitat by moonlight effect. *J. Mamm.* 691: 201-204.
- BREVIGLIERI, C. P. B., PEDRO, W. A. 2010. Predação de morcegos (Phyllostomidae) pela cúca d'água *Chironectes minutus* (Zimmermann, 1780) (Didelphimorphia, Didelphidae) e uma breve revisão de predação em Chiroptera. *Chiroptera Neotropical* 16: 732-739.
- BUENO, A. A. 2003. Vulnerabilidade de pequenos mamíferos de áreas abertas a vertebrados predadores na Estação Ecológica de Itirapina, SP. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. 99 pp.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 7: 243-256.
- COTTON, R. T. 1963. Pests of Stored Grain and Grain Products. Burgess Publication Co., London. 318 pp.

- ESBÉRARD, C. E. L., VRCIBRADIC, D. 2007. Snakes preying on bats: new record from Brazil and a review of recorded cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 848-853.
- GRANT, R. A.; CHADWICK, E. A., HALLIDAY, T. 2009. The lunar cycle: a cue for amphibian reproductive phenology? *Animal Behaviour*, 78: 349-357.
- HAYES, J. P. 1997. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 2: 514-524.
- HOFER, U.; BERSIER, L.F., BORCARD, D. 2000. Ecotones and gradient as determinants of herpetofaunal community structure in the primary forest of Mount Kupe, Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 16: 517-533.
- HORNING, M.; TRILLMICH, F. 1999. Lunar cycles in diel prey migrations exert stronger effect on diving of juveniles than adult Galápagos fur seals. *Proceedings: Biological Sciences*, 266: 1127-1132.
- JULIEN-LAFERRIÈRE, D. 1997. The influence of moonlight on activity of woolly opossums (*Caluromys philander*). *Journal of Mammalogy*, 78: 251-255.
- KRAMER, K. M., BIRNEY, E. C. 2001. Effect of light intensity on activity patterns of Patagonian leaf-eared mice, *Phyllotis xanthopygus*. *Journal of Mammalogy*, 82: 535-544.
- LACKI, M. J. 1984. Temperature and Humidity-Induced Shifts in the Flight Activity of Little Brown Bats. *The Ohio Journal of Science*, 84: 264-266.
- LANG, A. B.; KALKO, E. K. V.; ROMER, H., BOCKHOLDT, C., DECHMANN, D. K. N. 2006. Activity levels of bats and katydids in relation to the lunar cycle. *Oecologia*, 146: 659-666.
- MACIEIRA, O. J. D., PRONI, E. A. 2004. Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 893-896.
- MEDELLÍN, R. A., EQUIHUA, M., ALMIM, M. A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology*. Stanford, 14: 1666-1675.
- MORELATTO, L. P., LEITAO FILHO, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi, pp.112-140. *in* História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L.P. MORELATIO Eds.). Campinas, UNICAMP/FAPESP, 321 pp.
- ODUM, E. P., BARRETT, G. W. 2008. Fundamentos de Ecologia. 5ª ed. Norte americana. São Paulo: Cengage Learning, 612 pp.
- O'FARRELL, M. J., BRADLEY, W. G. 1970. Activity patterns of bats over a desert spring. *Journal of Mammalogy*, 51: 18-26.
- PEDRO, W. A., TADDEI, V. A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the

Phyllostomidae (Chiroptera). Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Nova Série, Santa Tereza, 6: 3-21.

POUGH, H. 1980. The advantages of ectothermy for tetrapods. *The American Naturalist*, 115: 92-112.

PRICE, M. V., WASE, N. M., BASS, T. A. 1984. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents. *J. Mamm.* 65: 352-356.

PROSSER, C. L. 1973. *Comparative animal physiology*. London, W.B. Saunders Co., vol. 1, 3 ed., 966 pp.

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. 2013. *Morcegos do Brasil – Guia de Campo*. 1 ed. Technical Books, Rio de Janeiro, Brasil, 252 pp.

SALDAÑA-VASQUES, R. A., MUNGUÍA-ROSAS, M. A. 2013. Lunar phobia in bats and its ecological correlates: A meta-analysis. *Mammalian Biology*, 78: 216-219.

SALTHER, S. N., MECHAN, J. S. 1974. Reproductive and courtship patterns. *in* Lofts, B. (Eds.). *Physiology of the Amphibia*. New York. Academic Press, 309-521.

SANTIAGO-MORENO, J., GOMEZ-BRUNET, A., GONZALEZ-BULNES, A., TOLEDANO-DYAZ, A., MALPAUX, B., LOPEZ-SEBASTIAN, A. 2005. Differences in reproductive pattern between wild and domestic rams are not associated with interspecific annual variations in plasma prolactin and melatonin concentrations. *Domestic Animal Endocrinology*, 28: 416-429.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 2002. *Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente*. 5.ed. editora Santos, São Paulo, 611 pp.

SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira. 912pp.

SINGARAVELAN, N., MARIMUTHU, G. 2002. Moonlight inhibits and lunar eclipse enhances the foraging activity of fruit bats in an orchard. *Current Science*. 82: 1020-1022.

SWIFT, M. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Berkeley, University of California Press, 372 pp.

TERBORGH, J. 1971. Distribution on environmental gradients: theory and a preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. *Ecology*, 52: 23-40.

TOMANEK, L. 2008. The importance of physiological limits in determining biogeographical range shifts due to global climate change: the heat shock response. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81: 709–717.

VERNIER, E. 1994. Predazione di chirolteri da parte del barbagianni (*Tyto alba*) in Italia. *Hystrix*, 5: 105-107.

ARTIGO

INFLUÊNCIA DA LUMINOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE EM CAPTURAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA, PHYLLOSTOMIDAE) EM UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL

Artigo a ser submetido à revista Acta Chiropterologica (ISSN 1508-1109)

BLANC, R. L.^{1*}; REIS, N. R.²; LIMA, M. R.¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas. Caixa postal 6001 - CEP 86051-990 – Londrina, PR

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

² Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal - Laboratório de Mastoecologia, CEP 86051-990, Paraná, Brasil.

RESUMO

Estrutura física do habitat e variáveis ambientais são fatores que interferem direta ou indiretamente no comportamento dos animais. Registros de captura podem determinar o padrão de atividade das espécies. Desta forma, a proposta desse trabalho foi verificar se existe relação da atividade de voo de *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* com luminosidade, temperatura e umidade. O estudo foi realizado em um remanescente de Mata Atlântica de 690 hectares, Norte do Paraná, entre abril de 2013 e março de 2014. Foram quatro coletas mensais, sendo duas em noites claras ($\geq 75\%$ da face iluminada da lua) e duas em noites escuras ($\leq 25\%$ da face iluminada). Informações de temperatura e umidade foram obtidas a cada hora com auxílio de aparelho digital. Foram usadas alternadamente, a cada mês, duas trilhas com características físicas

distintas. Utilizou-se quatro redes de neblina (9x3m), abertas do crepúsculo à aurora, inspecionadas a cada 20 minutos. Totalizaram 48 noites e 576 horas de amostragem. Foram capturados 327 indivíduos, sendo *C. perspicillata* (60,9%) a espécie com maior número de registros, seguida por *S. lilium* e *A. lituratus* (19,6% cada). *Carollia perspicillata* e *S. lilium* apresentaram atividade significativamente maior em noites escuras e na trilha que possui vegetação mais aberta. Para *S. lilium*, houve também relação negativa para a variável umidade. *Artibeus lituratus* apresentou relação positiva entre o número de capturas com temperatura e umidade. A compactação da vegetação e a distribuição de recursos alimentares interferem no uso do espaço pelos morcegos. Além disso, é possível que espécies menores sejam mais afetadas pela luminosidade lunar, enquanto que espécies maiores sejam mais influenciadas pela temperatura e umidade.

Palavras-chave: Variáveis ambientais, Quirópteros, Atividade das espécies, Floresta Estacional Semidecidual.

Influence of luminosity, temperature and humidity in capture three species of frugivorous bats (Chiroptera, Phyllostomidae) in Atlantic Forest remaining Northern Paraná, Brazil.

ABSTRACT

Physical structure of habitat and environmental variables are factors that interfere directly or indirectly the behavior of animals. Capture records can determine the pattern of activity of the species. Thus, the purpose of this study was to verify if there is the relationship of flight activity of *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* with moonlight, temperature and humidity. The study was conducted in Atlantic Forest fragment of 690 hectares, northern Paraná, between april 2013 and march 2014. Were four monthly sampling, two in clear nights ($\geq 75\%$ of the illuminated side of the moon) and two in dark nights ($\leq 25\%$ of the illuminated face). Information of the temperature and humidity were obtained every hour the aid of digital device. Were used alternately, each month, two trails with different physical characteristics. Was used four mist nets (9x3m), open from dusk to dawn, inspected every 20 minutes. Totaled 48 nights and 576 hours of sampling. We captured 327 individuals, being *C. perspicillata* (60,9%) the specie with the greatest number of records, followed by *S. lilium* and *A. lituratus* (19,6% each). *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* presented significantly greater activity in dark nights and in trail with more open vegetation. *S. lilium* also occurred negative relationship for humidity variable. *Artibeus lituratus* showed positive relationship between the number of captures with temperature and humidity. The compaction of vegetation and the distribution of food resources interfere with the use of space by bats. In addition, it is possible that smaller species are more affected by moonlight, whereas larges species are more influenced by temperature and humidity.

Palavras-chave: Environment variables, Chiroptera, Activity of the species, Seasonal Semideciduous Forest.

INTRODUÇÃO

As características físicas e químicas do ambiente são determinantes na distribuição dos organismos (Recklefs, 2003). Além disso, podem ocorrer variações temporais no padrão de atividade dos animais em resposta a uma série de fatores ambientais. Entre eles a luminosidade lunar (Usman et al., 1980; Adam et al., 1994), temperatura (Anthony et al., 1981; Ruedi, 1993) e umidade do ar (Lacki, 1984; Adam et al., 1994) são variáveis que podem provocar direta ou indiretamente alterações comportamentais. De acordo com mecanismos fisiológicos de controle ou resistência a uma determinada variável, as espécies são influenciadas distintamente. A partir do intervalo de tolerância, os animais podem responder com mudanças de suas atividades (Pick; Blocktein, 2002; Lang et al., 2006). No caso de espécies voadoras, essas alterações podem ser percebidas através da diminuição ou restrição do voo. Grupos com permanência em um mesmo habitat por longos períodos e que apresentam respostas a um grande número de fatores ambientais, dentro de um curto intervalo de variação, são importantes alvos de estudo. Neste contexto, morcegos podem ser bons indicadores, já que apresentam tais características.

Animais pertencentes à ordem Chiroptera possuem grande representatividade em vários níveis de cadeias tróficas. Desempenham papel crucial na dinâmica florestal, atuando na manutenção de processos ecológicos, como polinização e dispersão de sementes, além do controle natural das populações de espécies de insetos (Reis et al., 2013). Especificamente em relação aos frugívoros, estes apresentam atividade sazonal constante devido à disponibilidade de recursos alimentares ao longo do ano. Além disso, é possível verificar influências das variações de luminosidade, temperatura e umidade em suas atividades de voo.

A luminosidade tem sido observada como um dos fatores limitantes na atividade dos morcegos (Morrison, 1978; Singaravelan; Marimuthu, 2002; Esbérard, 2007). Algumas espécies evitam forragear em condições com maior intensidade de luz ou restringem suas atividades a períodos mais escuros (Elangovan; Marimuthu, 2001; Lang et al., 2006; Esbérard, 2007). De acordo com Erkert (1982), esse comportamento seria uma possível estratégia para diminuição do risco de predação por potenciais predadores, orientados visualmente.

Com interferência no equilíbrio térmico e nos custos energéticos para a manutenção da temperatura corporal (Burles et al., 2009), é possível que a temperatura

do ambiente possua relação com a atividade de algumas espécies (Hayes, 1997). Há evidências de que o voo desses animais tende a aumentar de acordo com a elevação da temperatura do ambiente (Anthony et al., 1981). Se em noites frias há maior gasto energético para a manutenção da temperatura do corpo, em contrapartida, as noites quentes, poderia potencializar a taxa de desidratação, causada pelo aumento da frequência de voo (Studier, 1970). Tais fatos reforçam a possibilidade de existência de uma faixa tolerável de temperatura para esses animais.

A ocorrência de respostas a alterações da umidade relativa do ar é outra condição já documentada (Lacki, 1984; Adam et al., 1994). Como as asas dos quirópteros possuem grande superfície, a desidratação seria mais rápida que em outros animais com o mesmo peso (Neuweiller, 2000); porém informações a esse respeito são escassas. Estudos em ambientes controlados indicam a ocorrência de maior perda de água por evaporação em atividades de voo (Studier, 1970). Há evidências que sugerem que ambientes com umidade elevada resultam na diminuição da perda de água corporal por evaporação (Studier, 1970; Proctor; Studier, 1970). Assim, os morcegos poderiam reduzir suas atividades em noites com baixa umidade.

Neste contexto, a partir de informações de capturas é possível obter um padrão de atividade para os animais. Através da periodicidade diária de registros, o presente trabalho possui como principais objetivos, investigar a influência da luminosidade lunar, temperatura e umidade, na atividade de voo de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) e *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), em um remanescente de Mata Atlântica, do Norte do Paraná. A hipótese testada foi de que essas três variáveis ambientais interferem de maneira distinta na atividade dos filostomídeos estudados. Esperou-se que a luminosidade e temperatura interfeririam mais na atividade das espécies menores, já que estas poderiam ser mais susceptíveis aos riscos predatórios, além de maior instabilidade no equilíbrio térmico corporal em temperaturas reduzidas. Já a umidade do ar afetaria de maneira mais intensa *A. lituratus* e *C. perspicillata*, por apresentarem maior superfície corporal, haja visto o maior porte em *A. lituratus* e a presença de membrana interfemural (uropatágio) em *C. perspicillata*.

MATERIAL E MÉTODOS

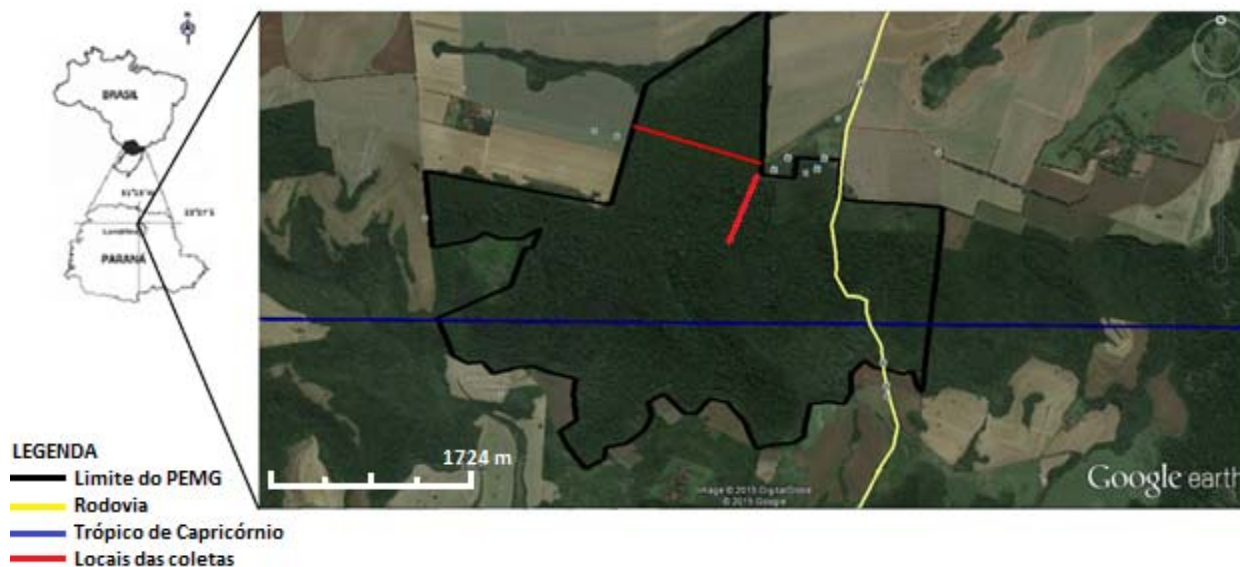
Área de estudo

A Mata Atlântica, uma das áreas com maior biodiversidade do mundo, é responsável por abrigar mais de 20 mil espécies de plantas, com uma taxa de endemismo de aproximadamente 40%. Em relação à fauna de vertebrados, levantamentos indicam a existência de 936 espécies de aves, 306 de répteis, 483 de anfíbios e 298 de mamíferos. Destas, cerca de 30% são endêmicas (Mittermeier et al., 2004). No Paraná, um dos remanescentes mais bem conservados desta vegetação em termos florísticos e faunísticos, é o Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG). Além do Parque Nacional do Iguaçu (185.262 ha) e o Parque Estadual do Rio Guarani (2.235 ha), possivelmente está entre as três áreas mais importantes dessa formação florestal no território paranaense (IAP, 2014).

Situado nas coordenadas 23°27'S e 51°15'W, a uma distância de 18 km do centro da cidade de Londrina (IAP, 2014) (Figura 1), o PEMG é uma área de extrema importância biológica para a conservação da biodiversidade. Constituído por 690 ha, conectado a outros fragmentos florestais, abriga espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção como jacarandá (*Machaerium paraguariense* Hassl), peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.), anta (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758) e gato maracajá (*Leopardus wiedii* Schinz, 1821) (SEMA/GTZ, 1995; Machado et al., 2008). Voltado para fins conservativos e de pesquisa científica, é aberto ao público para lazer e educação ambiental (IAP, 2014).

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, do tipo Cfa. A temperatura média anual fica em torno de 21°C. Apesar de haver registro de 0°C, o inverno normalmente é caracterizado por temperatura média com variação entre 16,5 a 19,5°C. Responde por apenas 15% do total anual de chuva. Já o verão é quente e apresenta temperaturas em torno de 31°C, mas pode chegar a 40°C. Nesta época as chuvas são abundantes, apresentando cerca de 40% do total anual. A média de precipitação é de 1450 mm e umidade relativa do ar é de 75% (Vicente, 2006).

Figura 1: Pontos de coleta, localização e característica paisagística do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG).



Coleta de dados

Foram realizadas quatro amostragens mensais, entre abril de 2013 a março de 2014, com um total de 48 noites e 576 horas de esforço amostral. Utilizaram-se quatro redes de neblina (9x3m), abertas do crepúsculo à aurora, posicionadas ao nível do solo, distribuídas em duas trilhas, em locais mais apropriados para a armação. Foi respeitada uma distância mínima de 20 metros entre elas, sendo inspecionadas a cada 20 minutos para o controle do horário de cada captura, assim como para protegê-las de danos e garantia de integridade aos animais.

A escolha das espécies foi determinada pelo fato de serem comuns na região, sendo mais frequentes nas capturas. *Carollia perspicillata* apresenta tamanho médio (10 a 23 g), com comprimento do corpo de 48 a 65 mm. Apresenta orelhas menores que a cabeça e folha nasal curta e triangular. Sua calda é curta totalmente contida na membrana interfemural (uropatágio). *Sturnira lilium* também é de médio porte (15 a 25 g), com comprimento do corpo que pode variar entre 51 a 71 mm. Seu uropatágio é praticamente inexistente. *Artibeus lituratus* apresenta grande porte (65 a 82 g), com comprimento do corpo entre 93 e 113 mm. Todas as espécies possuem ampla distribuição com ocorrência em todo território brasileiro (Reis et al., 2013).

A seleção das trilhas foi baseada nas distinções das características físicas entre elas. A “Trilha dos Catetos” (Anexo B-1) possui, aproximadamente, 1100 m de comprimento e 1,5 m de largura, sendo caracterizada por ser mais aberta e possuir maior luminosidade. Em alguns pontos, as copas das árvores que a margeiam não se tocam. Apresenta maior abundância de *Piper* spp. e *Solanum* spp., preferencialmente consumidos por *C. perspicillata* e *S. liliium* (Fleming, 1986), além de alguns indivíduos de *Ficus* spp. Já a “Trilha das Perobas” (Anexo B-2) possui um caminho muito estreito, cerca de 900 m de comprimento. Por ser uma trilha mais fechada, apresenta menor luminosidade. Diferentemente da primeira, sua vegetação apresenta poucos exemplares de *Piper* spp. e *Solanum* spp. e vários indivíduos de *Ficus* spp. de grande porte, que se destacam sobre o dossel da mata. Como características comuns, há distribuição mais homogênea de espécies do gênero *Piper* e *Solanum*, geralmente em locais mais abertos e iluminados, enquanto os indivíduos de *Ficus* spp., encontram-se distribuídos aleatoriamente. Com o propósito de verificar possíveis diferenças de atividade dos morcegos entre os dois ambientes, as trilhas foram usadas alternadamente a cada mês.

Para verificar a relação da luminosidade lunar com as capturas, foram realizadas mensalmente duas coletas em noites mais claras ($\geq 75\%$ da face iluminada da lua) e duas em noites mais escuras ($\leq 25\%$ da face iluminada). Os percentuais de luminosidade da lua foram obtidos com o uso do programa Moonphase 3.3, tendo em conta a data em que foi realizada cada uma das viagens a campo. Com isso, foram estabelecidas 50% de esforço amostral para cada condição de luminosidade. As informações de temperatura e umidade foram obtidas a cada hora durante todas as coletas através de um termohigrômetro digital (modelo ITHT 2210), nos locais de exposição das redes. Além disso, foi anotado o horário de captura de cada espécime.

Os animais foram capturados sob autorização do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), licença nº 38352-1 (Anexo C) e do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) (Anexo D), licença nº 481.13. Para a identificação em campo, utilizaram-se critérios de literaturas especializadas (Gardner, 2007; Reis et al., 2013). Foram anotados os horários de captura de cada espécime.

Análise dos dados

O esforço amostral total foi de 62.208 m².h., calculado através da multiplicação entre a área da rede, tempo de exposição, número de repetições e total de redes usadas, segundo a metodologia de Straube e Bianconi (2002). Isso permite comparações entre estudos que utilizam diferentes tamanhos e números de redes de neblina em capturas.

Com o propósito de simplificar a descrição da atividade horária, o período noturno foi dividido em doze classes de uma hora cada, correspondendo o intervalo entre 18h01min e 19h00min à primeira hora após o anoitecer, 19h01min e 20h00min à segunda hora, e assim por diante. Esses horários eram ajustados de acordo com as alterações do momento do ocaso ocorridos no decorrer do ano. Para testar a influência da luminosidade lunar, foi realizado o teste de Mann-Whitney entre noites claras e escuras.

Para testar se a luminosidade da lua, temperatura, umidade e vegetação afetavam o número de captura das três espécies de morcegos, foram utilizados modelos zero inflados (MZI). MZI é um método de modelagem estatística que consiste de duas partes: a primeira um modelo binomial utilizado para modelar o excesso de zeros, e a segunda um modelo para modelar o processo de contagem que inclui também a chance das obtenção de zero verdadeiros obtidos pela primeira parte do modelo MZI. MZI são excelentes ferramentas para dados que possuem excessos de zero, como no caso do presente estudo. O excesso de zeros pode ocorrer por dois motivos: a) os morcegos estavam presentes, mas não foram capturados; b) os morcegos não estavam ativos naquelas condições ambientais (luminosidade, temperatura e umidade).

Assim, foi utilizado um modelo GLM com distribuição binomial para modelar a presença da espécie do morcego (primeira parte do modelo). Nesse caso, foi utilizada a hora como variável para explicar a ausência de morcegos, uma vez que a sua presença também pode ser explicada temporalmente e não era a variável de interesse para esse estudo.

Para a segunda parte do modelo, foi utilizado um GLM com distribuição de erros binomial negativa para as espécies *C. perspicillata* e *S. lilium*, já que a sobreposição (variação) no processo de contagem foi excessiva para essas duas espécies (Teste de razão de verossimilhança: $\chi^2 = 11,16$, gl = 1, $P < 0,001$ e $\chi^2 = 22,33$, gl = 1 $P < 0,001$; respectivamente). Para a espécie *A. lituratus* foi utilizado um GLM de

distribuição Poisson, já que nesse caso não houve excesso de variação no processo de contagem (Teste de razão de verossimilhança: $\chi^2 = 0,001$, $gl = 1$, $P = 0,99$).

Temperatura, umidade, luminosidade da lua e trilha foram incluídas na segunda parte do modelo como variáveis explicativas do número de captura. Os modelos mais parcimoniosos foram obtidos usando a remoção de variáveis por passos. Para isso, modelos aninhados foram comparados usando testes de razão de verossimilhança, onde a diferença de desviância era comparada com aproximação de Chi-quadrado. Quando a remoção da variável não causava mudanças significativas de desviância ($P < 0,05$), o modelo simplificado era escolhido. Assim, chega-se ao modelo mais parcimonioso quando este contém apenas variáveis significativas (Zuur et al., 2009). Este procedimento de seleção foi aplicado tanto para a parte binomial (retirando hora) como para o processo de contagem.

Para melhor visualização do número de registros por umidade e temperatura, as capturas foram agrupadas a cada 4°C para temperatura e a cada 7% para umidade. Esta distribuição baseou-se nos critérios de que as classes, em geral, possuíam mesma amplitude (com exceção da última classe de umidade) e sem sobreposição dos intervalos. Sendo assim, as capturas foram distribuídas em seis grupos de temperatura e sete grupamentos de umidade relativa do ar. A frequência de captura foi obtida através do cálculo de divisão entre o número de horas e o número de registros, ambas correspondentes a cada grupamento.

RESULTADOS

Foram realizadas 327 capturas, sendo *C. perspicillata* (199 indivíduos, 60,9%) a espécie com maior número de indivíduos, seguida por *S. lilium* e *A. lituratus* (64 indivíduos, 19,6% cada). *Carollia perspicillata* e *S. lilium* tiveram maior atividade em noites escuras e na trilha que possui uma vegetação mais aberta (trilha dos Catetos). Para *S. lilium* também houve relação negativa entre o número de capturas com umidade. Já *A. lituratus* apresentou uma relação positiva entre o número de capturas com temperatura e umidade (Tabela 1).

Considerando apenas as características físicas da vegetação, houve superioridade de registro para as três espécies na “Trilha dos Catetos”, sendo que não houve nenhum registro de *A. lituratus* na “Trilha das Perobas” (Figura 2).

Em geral, a maior frequência de registros (60,9%) ocorreu em noites com baixa luminosidade. Entre as espécies, esse número foi significativamente maior ($> 0,05$) para *C. perspicillata* (64,9%) e *S. lilium* (68,8%) em noites escuras. Enquanto a captura de *A. lituratus* em noites claras e escuras foi similar (Figura 3).

Tabela 1: Modelos parcimoniosos que predizem a influência de cinco variáveis ambientais na atividade de morcegos filostomídeos em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.

Espécie	Variáveis do modelo	Estimativa (β)	EP	Valor de z	Valor de p
<i>Carollia perspicillata</i>	Modelo Binomial Negativo				
	Intercepto	-1,069	0,164	-6,501	< 0,0001
	Lua Nova	0,585	0,203	2,887	0,0039
	Temperatura	0,018	0,201	2,874	0,5721
	Trilha Peroba	-1,142	0,248	-4,610	< 0,0001
	Modelo Zero Inflado				
	Intercepto	8,22	61,593	0,133	0,8940
	Hora	-9,16	61,560	-0,149	0,8820
<i>Sturnira lilium</i>	Modelo Binomial Negativo				
	Intercepto	-2,271	0,262	-8,652	< 0,0001
	Lua Nova	0,807	0,323	2,501	0,0124
	Umidade	-0,03	0,01	-2,423	0,0158
	Trilha Peroba	-1,811	0,498	-3,637	0,0003
	Modelo Zero Inflado				
	Intercepto	11,81	205,21	0,058	0,954
	Hora	-11,80	205,20	-0,058	0,954
<i>Artibeus lituratus</i>	Modelo Poisson				
	Intercepto	-22,045	3,948	-5,584	< 0,0001
	Temperatura	0,571	0,104	5,409	< 0,0001
	Umidade	0,123	0,027	4,620	< 0,0001
	Modelo Zero Inflado				
	Intercepto	1,43	0,232	6,167	< 0,0001

* Intercepto se refere a noites de lua cheia e número de capturas na Trilha dos Catetos,

comexção de *Artibeus lituratus*.

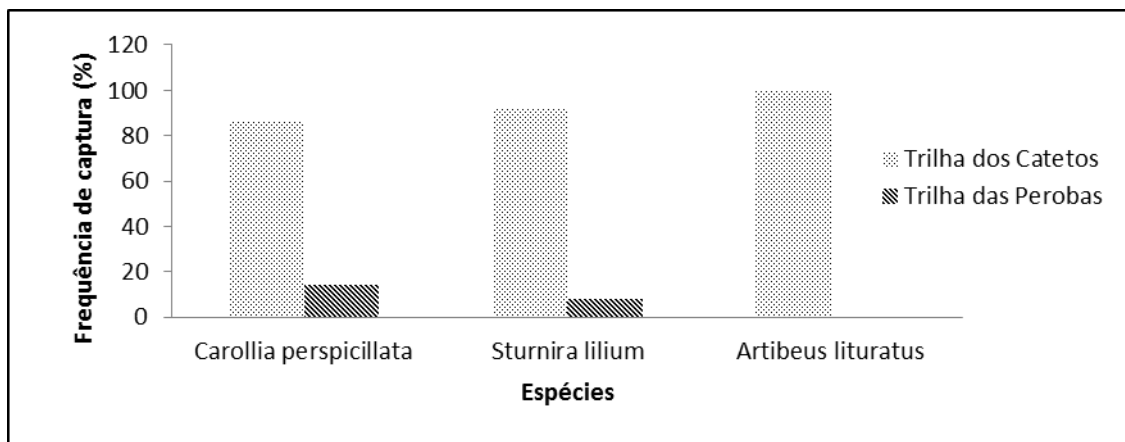


Figura 2: Número de morcegos capturados em duas trilhas em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.

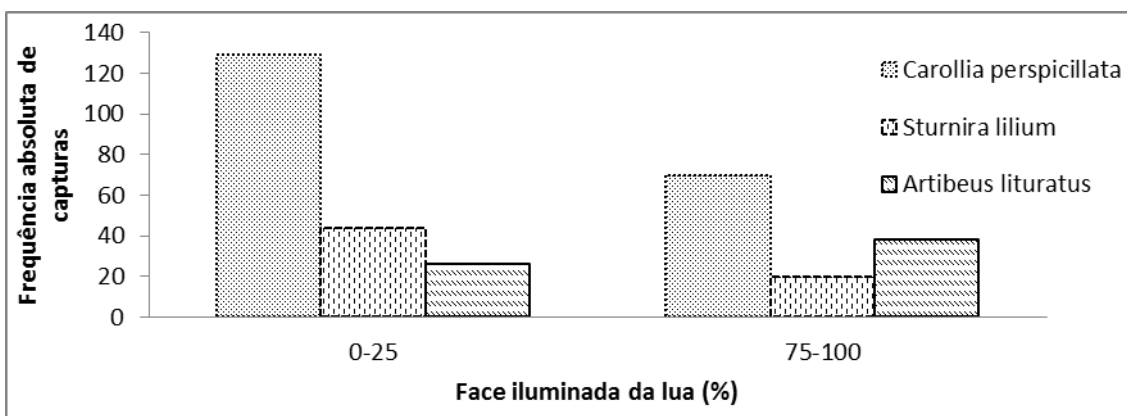


Figura 3: Número de capturas de *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* em diferentes condições de luminosidade lunar em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.

Nas noites escuras, *C. perspicillata* foi capturada em maior número (27,1%) entre a quarta e quinta hora, e um pico na nona hora (10%) após o anoitecer. *S. lilium* obteve pico de captura na segunda (29,5%) e outro discreto na sétima hora (11,3%). *Artibeus lituratus* foi co em proporções similares em diferentes momentos da noite (Figura 4A).

Em noites claras, *C. perspicillata* (27,1%) e *S. lilium* (30%) foram capturados em maior número na terceira hora de coleta, com diminuição e pequenas oscilações ao longo da noite. Em noites escuras, *A. lituratus* apresentou pequena variação no número de registros (Figura 4B).

Em relação ao local de captura, para todas as espécies houve maior número de registros na “Trilha dos Catetos”, uma área de vegetação mais aberta quando comparadas as trilhas. Nesta área houve 171 capturas de *C. perspicillata* (86%), 59 de *S. lilium* (92%) e 64 de *A. lituratus* (100%).

Entre todas as coletas, as temperaturas variaram entre 4 e 28°C, porém *C. perspicillata* foi capturado entre 10,9 e 27°C, *S. lilium* entre 14,5 e 27°C e *A. lituratus* entre 18,9 e 24,9°C. Considerando o agrupamento das temperaturas em classes com intervalos de 4°C, o número de registros de *C. perspicillata* aumentou de acordo com a elevação das temperaturas. Para *S. lilium* houve registro a partir da terceira classe, com posterior estabilidade a partir da quarta classe (acima de 16°C). *Artibeus lituratus* foi capturado em maior número (90,6%) em condições entre 20 e 23,9°C (Figura 5).

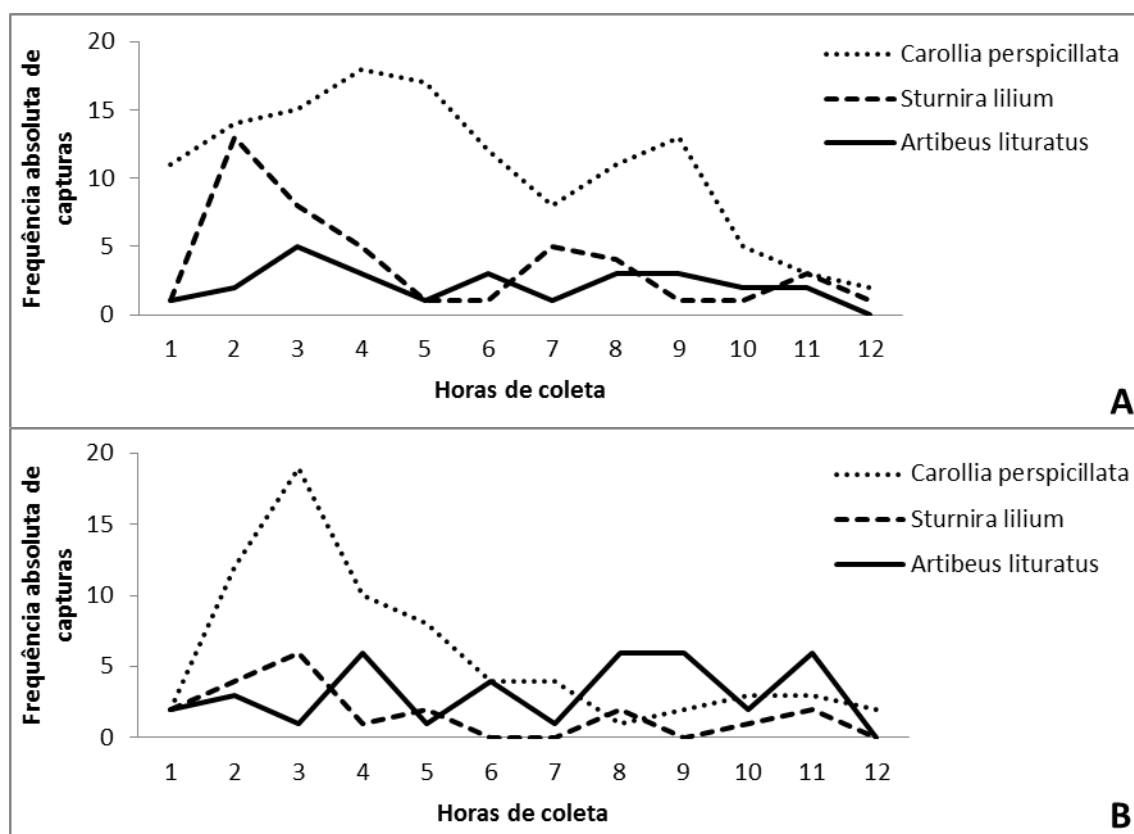


Figura 4: Distribuição horária das capturas de *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* em noites escuras (A) e noites claras (B) em um remanescente de Mata Atlântica, Norte do Paraná, Brasil, de abril de 2013 a março de 2014.

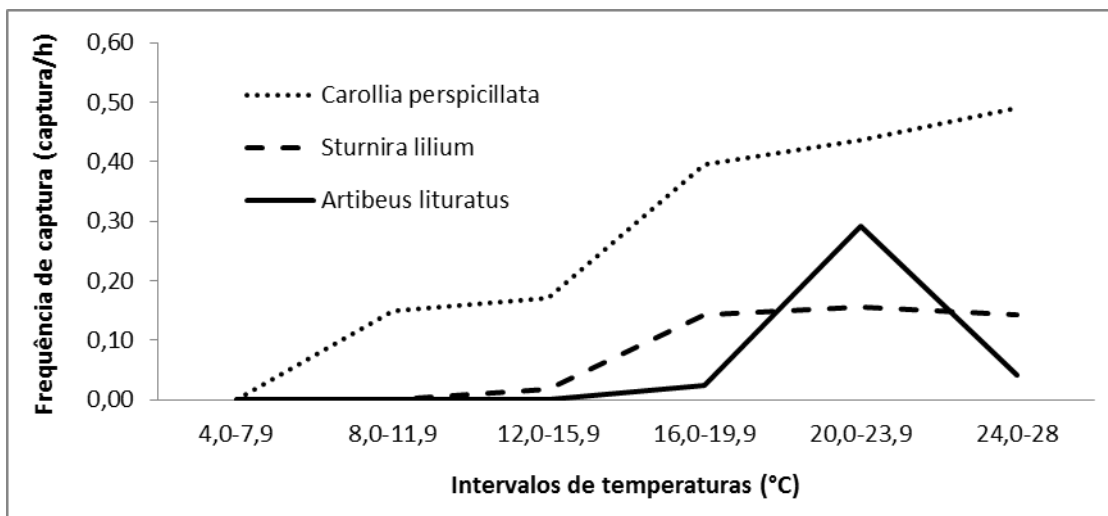


Figura 5: Frequência de capturas de *C. perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* em cada grupamento de temperaturas em coletas em um fragmento de Mata Atlântica, Norte do Paraná, ente abril de 2013 a março de 2014.

A umidade relativa do ar variou entre 40 e 96% e as capturas ocorreram entre 43 e 95%. Agrupando-se os dados em classes com variação a cada 7%, a única espécie coletada em todas as classes foi *C. perspicillata*. Sua maior frequência de captura ocorreu entre 64 e 87% de umidade, porém com pouca variação. Para *S. lilium* não houve registro em umidades mais baixas (40-47%) e apenas duas capturas ocorreram em condições mais úmidas (88-96%). O maior sucesso de captura concentrou-se entre 48 e 63%. *Artibeus lituratus* foi capturado em maior proporção entre 80 e 87% de umidade, com ausência entre 40 e 55% e quantidade reduzida entre 88 e 96% (Figura 6).

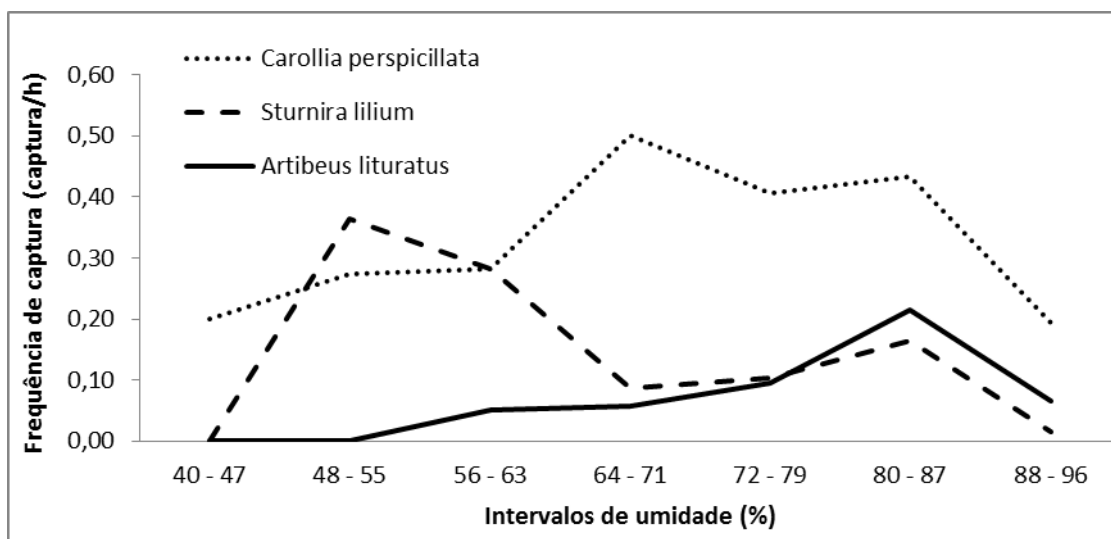


Figura 6: Frequência de capturas de *C. perspicillata*, *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* em cada grupamento de umidade em coletas em um fragmento de Mata Atlântica, Norte do Paraná, ente abril de 2013 a março de 2014.

DISCUSSÃO

Vários morcegos filostomideos reduzem suas atividades quase que completamente em noites de lua cheia (Crespo et al., 1972; Morrison, 1980; Lang et al., 2006). Contudo, acredita-se que nem todas as espécies respondam da mesma forma a luminosidade (Crespo et al., 1972; Morrison, 1980; Esbérard, 2007), sendo a fobia lunar característica de morcegos que voam abaixo da copa das árvores, que vivem em locais com maior abundância de predadores ou que apresentam capacidade de voo (manobra e velocidade) reduzida (Saldaña-Vasques; Munguía-Rosas, 2013). Possivelmente, maior porte e força física também são características que podem contribuir para a diminuição do risco de serem predados.

Os resultados sugerem existir uma restrição de *C. perspicillata* e *S. liliium* em condições de maior luminosidade lunar, a medida que foram capturados em menor número nas noites com maior porção da face iluminada da lua. A captura dessas espécies em noites claras ficaram restritas as horas iniciais da noite, possivelmente por estarem em um longo período diurno (12 horas) sem alimentação. De maneira distinta, em noites escuras, destacaram-se por exibir maior exposição, através da ocorrência de dois momentos com elevados números de registros (Fig. 3A). A ocorrência de maior pico de atividade nas horas iniciais da noite pode estar relacionada ao fato de que *C. perspicillata* e *S. liliium* são espécies com dieta mais especializada. Como consomem preferencialmente plantas do gênero *Piper* e *Solanum* (Fleming, 1986), as primeiras horas da noite seriam fundamentais para obtenção de maior sucesso alimentar.

Levando em consideração o risco predatório, embora estudos sobre animais que alimentam-se de quirópteros sejam escassos, uma grande variedade de vertebrados, como répteis (Esbérard; Vrcibradic, 2007), mamíferos (Fellers, 2000) e aves (Vernier, 1994) são capazes de predação morcegos. Predadores como corujas (*Tyto furcata*, Temminck, 1827), gambás (*Didelphis albiventris*, Lund, 1840), gatos (*Leopardus wiedii*, Schinz, 1821), morcegos (*Chrotopterus auritus*, Peters, 1856), podem ser encontrados no PEMG (IAP, 2014) muitos deles visualizados durante as coletas desse estudo. Como *C. perspicillata* e *S. liliium* são morcegos de tamanho médio (18,5 e 21g), é possível que apresentem maior susceptibilidade a predação e se exponham com menor

frequência em noites mais iluminadas. Diferente de *A. lituratus* que apresenta maior porte corporal e força física.

Sobre o padrão de atividade de voo, Fenton et al. (1977) caracterizou como unimodal um único pico de atividade e bimodal para dois picos no decorrer da noite. Partindo do pressuposto da ocorrência de maior visibilidade de predadores em noites claras, o padrão unimodal (que sugere menor exposição) seria o mais apropriado nestas condições. *Carollia perspicillata* e *S. liliium* tiveram resultados muito próximo disso, com ocorrência de um elevado pico na terceira hora de coleta nas noites mais brilhantes. Situação esta não ocorrida nas noites escuras, que além de apresentar maior número de registros também tiveram dois picos de maior atividade de voo. Este fato sugere a ideia de restrição de atividade em noites mais claras e que podem alternar o padrão de voo em detrimento às condições de luminosidade, reforçando existência de fobia lunar para estas duas espécies.

Em contraste ao observado por alguns autores (Erkert, 1974; Esbérard, 2007), com pouca diferença entre o número de registros, *A. lituratus* mostrou-se indiferentemente ativo em ambas as situações, evidenciando um padrão similar de voo entre noites claras e noites escuras. Desta forma, é possível sugerir maior tolerância de luminosidade para a espécie no local de estudo, provavelmente devido as suas características morfológicas. Diferentemente das outras espécies, *A. lituratus* é um morcego de grande porte (aproximadamente 75 g), provido de mandíbula potente, com maior força, agressividade e capacidade de voos rápidos (Zortéa, 2007), o que pode proporcionar-lhe maior eficiência, tanto na defesa quanto na fuga, diante de ataques de predadores existentes na região. Santos Moreno et al. (2010), também encontraram ausência de correlação entre luminosidade e atividade da espécie.

De acordo com Ober e Hayes (2008), o padrão de atividade pode variar entre diferentes regiões, visto que cada ambiente apresenta suas particularidades e variações distintas, como altura e cobertura do dossel. Tais características podem determinar a intensidade de luminosidade local e interferir no comportamento habitual da espécie. A proximidade da fonte de alimento aos locais de abrigo diurno também podem influenciar os ritmos de atividade de uma espécie (Fenton; Kunz, 1977).

Considerando as características físicas dos locais de amostragens, as particularidades de cada área foram determinantes para o sucesso de captura. Como previsto, a “trilha dos Catetos” além de ser um ambiente mais equilibrado em relação à disponibilidade de recursos alimentares, por se tratar de uma área sem grandes

obstáculos ao voo, fornece uma opção de rota durante os deslocamentos. Em contrapartida, a “Trilha das Perobas”, composta por uma vegetação mais fechada, pode representar um espaço mais limitante, sendo mais comum seu uso por espécies que possuem um sistema de ecolocalização muito eficiente. Obrist et al. (2011) argumentam sobre a maior facilidade de navegação em locais com vegetação mais esparsa, mesmo para espécies com maior manobrabilidade. Outra característica importante nessa trilha é a predominância de grandes figueiras, o que poderia restringir o voo das espécies a alturas mais elevadas, dificultando assim, suas capturas, principalmente de *A. lituratus*, que possui preferência alimentar por *Ficus* spp. e potencial de voo mais alto.

Em relação à temperatura, assim como já observado (Hayes, 1997; Anthony et al., 1981), esta variável apresentou-se de maneira determinante na captura. Em condições mais frias (<10,9°C), foi um fator limitante, já que não houve nenhum registro. Considerando que enfrentam maiores gastos energéticos em períodos mais frios (McNab, 2002), para ajustar o equilíbrio térmico corporal é possível que entrem em estado de preservação de energia, com redução da taxa metabólica (Heideman, 2000), e conseqüentemente diminuição das atividades de voo. De acordo com Audet e Thomas (1997), a maioria dos filostomídeos seriam capazes de reduzir sua temperatura corporal significativamente diante de condições que limitam o forrageamento, assim diminuindo o custo de termorregulação.

Artibeus lituratus foi observado como a espécie mais sensível às variações da temperatura, já que o maior número de capturas concentrou-se em condições entre 20 e 23,9°C. O baixo sucesso de captura nas primeiras e na última classe (Fig. 4) sugere que a espécie possua um intervalo de temperatura ótima menor que as outras. Partindo do pressuposto de que possui maior capacidade de suportar longos períodos de jejum, devido ao armazenamento de grande quantidade de gordura abdominal (Pinheiro, 1995), é possível deduzir que podem optar em permanecer refugiados num período mais longo que espécies menores. A superioridade em tamanho explicaria a menor atividade em noites mais frias, haja vista a necessidade de maiores demandas energéticas nestas condições (McNab, 2002).

Outra condição que poderia explicar a inferioridade de captura nas classes iniciais e final de temperatura é o fato da existência de registro em apenas quatro dos doze meses de coleta. A ausência de dados em aproximadamente 66% dos meses pode ter sido determinante para os resultados obtidos, já que na maioria desses meses (75%) as temperaturas atingiram no mínimo 20°C. Além disso, os registros de *A. lituratus*

ocorreram nos meses dezembro a abril, justamente em períodos em que foram registradas as maiores médias de temperaturas durante as coletas. Apesar de não ter sido alvo do estudo, a distribuição mais heterogênea de indivíduos do gênero *Ficus*, preferencialmente consumidos por *A. lituratus* (Fleming, 1986), poderia sugerir uma explicação razoável a respeito da inexistência de registros na maioria dos meses. Figueiras em frutificação localizadas em pontos distantes dos locais de amostragem impossibilitariam a captura dos morcegos.

Por ser registrada em condições mínimas de até 10,9°C, *C. perspicillata* mostrou-se menos vulnerável ao frio, com associação positiva entre o número de registros e o aumento da temperatura. Diferentemente de Audet e Thomas (1997), que caracterizam a espécie como heterotérmica, Arata e Jones (1967), afirmaram que seu mecanismo corporal mantém a temperatura estável. Para Studier e Wilson (1970), a espécie apresenta uma relação mais variável da temperatura corporal, com ocorrência de homeotermia apenas em fêmea lactante, característica comum em morcegos de zonas temperadas (Stones; Wiebers, 1967).

Apesar de esses resultados não corroborarem ao ponto de explicar o padrão de atividade baseado apenas no mecanismo de termorregulação, levando em conta a capacidade da espécie ou pelo menos, de indivíduos lactantes, em manter a temperatura corpórea constante mesmo em noites mais frias, é possível imaginar maior resistência de *C. perspicillata* a temperaturas inferiores, com resposta comportamental através de permanência de atividade de voo nessas condições. Para Studier e Wilson (1970) a capacidade de termorregulação ocorrida em alguns indivíduos de *C. perspicillata* seria uma característica individual não adaptável, evoluído de seus ancestrais. Considerando ainda a estabilidade no equilíbrio térmico corporal, é possível sugerir a ocorrência de uma relação negativa entre o gasto energético e a variação da temperatura do ar. Fato este que poderia explicar o crescente número de capturas ocorridas em detrimento da elevação da temperatura ambiente.

Sturnira lilium também demonstrou vulnerabilidade ao frio, porém sendo capturada em temperaturas pouco mais elevadas (>14,4°C). A hipotermia facultativa (Audet; Thomas, 1997) ou o deslocamento para outro ambiente (Mello et al., 2008) são comportamentos descritos por outros autores e que poderiam ser utilizados para enfrentar tais condições adversas. A inexistência de registros no PEMG nestas circunstâncias não garante que a espécie tenha tomado uma das estratégias citadas anteriormente, entretanto, sugere aparentemente restrição de atividade de voo em baixas

temperaturas. Também houve relação positiva entre o número de registro e a alta temperatura, porém, diferentemente de *C. perspicillata*, esse aumento não ocorreu de forma crescente. Para *S. liliium*, a partir de 16°C o sucesso de captura manteve-se praticamente constante, sugerindo que a atividade de voo não seja influenciada.

Em relação à umidade relativa do ar, estudos que envolvem filostomídeos frugívoros são escassos. Entretanto, corroborando com dados da literatura para espécies de outras famílias (Proctor; Studier, 1970; Lacki, 1984; Adam et al., 1994), *S. liliium* e *A. lituratus* foram influenciadas pela variação da umidade relativa do ar. *Carollia perspicillata* apresentou maior regularidade entre as variações, sendo coletada inclusive nas condições mínimas, com uma leve tendência a ser mais ativa em noites mais úmidas. Capturada em temperaturas mais baixas, que geralmente estão relacionadas à estação seca e baixas umidades, talvez justifique o fato de ser influenciada moderadamente por esta variável. A maior abundância de itens alimentares consumidos preferencialmente nestes períodos poderia explicar os resultados obtidos.

Artibeus lituratus apresentou associação positiva entre o número de registro e as variações de umidade. Assim como proposto por Studier (1970), sendo o voo um comportamento que amplia a perda de água, os resultados possibilitam deduzir a existência de uma resposta estratégica através da redução desta atividade. Por apresentar maior porte e superfície corporal poderia ser mais afetado, conseqüentemente apresentar maior vulnerabilidade e menor exposição em condições de baixas umidades do ar.

De maneira oposta, *S. liliium* apresentou associação negativa com a umidade. Proporcionalmente do mesmo tamanho que *C. perspicillata* e superfície corporal relativamente maior, devido à presença de uropatágio, teoricamente deveriam ficar menos exposto em condições de menor umidade. A ausência de registro em junho, período caracterizado por apresentar as maiores médias dessa variável (~92%), pode ter sido fundamental para os resultados. Condição esta que pode ter sido influenciada pela disponibilidade e distribuição dos frutos preferencialmente consumidos pela espécie. Independente disso, sugere-se apresentar alta atividade de voo, mesmo em condições de baixa umidade.

CONCLUSÃO

É possível verificar diferenças na influência das variáveis para cada espécie. Levando em consideração que os animais limitam suas atividades através de um balanço entre os custos da termoregulação, eficiência no forrageio e o risco de predação, *C. perspicillata* e *S. lilium* foram influenciadas de maneira mais intensa por riscos de predação. Em contrapartida, é possível que *A. lituratus* tenha sido mais comprometido em detrimento dos custos de termoregulação. Já em relação às características físicas do ambiente, a compactação da vegetação e a distribuição de alimento, possivelmente interfiram no uso do espaço pelos morcegos.

Em um contexto mais amplo, sugere-se que para a luminosidade lunar, espécies maiores teriam maior possibilidade de se defenderem de possíveis predadores, a ponto de não limitarem-se a atividade em determinadas condições. Para temperatura, espécies maiores poderiam contar com o armazenamento de gordura como garantia de menor exposição em noites mais frias, visto que, nestas condições, o custo benefício entre ganho e perda de energia, na maioria das vezes, não resultam em respostas satisfatórias para as espécies. Por último, umidade relativa do ar foi a variável de maior contraste entre as espécies. Talvez por esse motivo, não consiga responder de maneira contundente sua relação com a atividade de voo dos filostomídeos estudados, ou ainda possa estar influenciando indiretamente.

REFERÊNCIAS

- ADAM, M. D., LACKI, M. J., SHOEMAKER, L. G. 1994. Influence of Environmental Conditions on Flight Activity of *Plecotus townsendii virginianus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Brimleyana*, 21: 77-85.
- ANTHONY, E. L. P., STACK, M. H., KUNZ, T. H. 1981. Night roosting and the nocturnal time budget of the little brown bat, *Myotis lucifugus*: Effects of reproductive status, prey density, and environmental conditions. *Oecologia*, 51: 151-156.
- ARATA, A. A., JONES, C. 1967. Homeothermy in *Carollia* (Phyllostomidae: Chiroptera) and the adaptation of poikilothermy in insectivorous northern bats. *Lozania Acta Zoology Columbian*. 14: 1-10.
- AUDET, D., THOMAS, D. W. 1997. Facultative hypothermia as a thermoregulatory strategy in the phyllostomid bats, *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium*. *Journal of Comparative Physiology*, 167: 146-52.

- BURLES, D. W., BRIGHAM, R. M., RING, R. A., REIMCHEN, T. E. 2009. Influence of weather on two insectivorous bats in a temperate Pacific Northwest rainforest. *Canadian Journal Zoology*, 87: 132–138.
- CRESPO, R. F., LINHART, R. B., BURNS, R. J., MITCHELL, G. C. 1972. Foraging behavior of the common Vampire bat related to moonlight. *Journal of Mammalogy* 53: 366-368.
- ELANGOVAN, V., MARIMUTHU, G. 2001. Effect of moonlight on the foraging behaviour of a megachiropteran bat *Cynopterus sphinx*. *Journal of Zoology*, 253: 347-350.
- ERKERT, H. G. 1974. The effect of moonlight on the activity of nocturnal mammals. *Oecologia*, 14: 269–287.
- ERKERT, H. G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms, Pp. 201-242, *in* *Ecology of Bats* (KUNZ, T. H. eds.). New York and London, Plenum, 425 pp.
- ESBÉRARD, C. E. L. 2007. Influência do ciclo lunar na captura de morcegos Phyllostomiade. *Iheringia, Sér. Zool, Porto Alegre*, 97: 81-85.
- ESBÉRARD, C. E. L., VRCIBRADIC, D. 2007. Snakes preying on bats: new record from Brazil and a review of recorded cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24: 848-853.
- FELLERS, G. M. 2000. Predation on *Corynorhinus townsendii* by *Rattus rattus*. *The Southwestern Naturalist* vol. 45.
- FENTON, M. B., BOYLE, N. G. H., HARRISON, T. M., OXLEY, D. J. 1977. Activity Patterns, Habitat Use, and Prey Selection by Some African Insectivorous Bats. *Biotropica*, 9: 73-85.
- FENTON, M. B., KUNZ, T. H. 1977. Movements and Behavior. *Biology of Bats of the New World Family. Phyllostomidae Part. II. Special Publications Museum Texas Tech University*, 13: 351-364.
- FLEMING, T. H. 1986. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. *Journal of Mammalogy, Lawrence*, 67: 660-671.
- GARDNER, A. L. 2007. *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews and bats*. The University of Chicago Press, Chicago. Vol. 1, 690 pp.
- HAYES, J. P. 1997. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 2: 514-524.
- HEIDEMAN, P. D. 2000. Environmental Regulation of Reproduction. Pp. 469 – 499, *in* *Reproductive Biology of Bats* (Crichton, E. G.; Krutzsch, P. H. eds.), Academic Press, London, 522 pp.
- IAP. 2014. Instituto Ambiental do Paraná. Unidades de Conservação do Paraná. Mata dos Godoy. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/>
- LACKI, M. J. 1984. Temperature and Humidity-Induced Shifts in the Flight Activity of Little Brown Bats. *The Ohio Journal of Science*, 84: 264-266.

- LANG, A. B., KALKO, E. K. V., ROMER, H., BOCKHOLDT, C., DECHMANN, D. K. N. 2006. Activity levels of bats and katydids in relation to the lunar cycle. *Oecologia*, 146: 659-666.
- MACHADO, A. B. M., DRUMMOND, G. M., PAGLIA, A. P. 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, volume I, Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG, Fundação Biodiversitas, 1420 pp.
- McNAB, B. K. 2002. The Physiological ecology of vertebrates: a view from energetics. Cornell University Press, Ithaca, 576 pp.
- MELLO, M. A. R., KALKO E. K. V., SILVA, W. 2008. Diet an abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 89: 485-492.
- MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C. G., LAMOREUX, J., FONSECA, G. A. B. 2004. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX & Agrupacion Sierra Madre, Cidade do México, 392 pp.
- MORRISON, D. W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology*, 59: 716-723.
- MORRISON, D. W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia*, 45: 270-273.
- NEUWEILER, G. 2000. The biology of bats. New York: Oxford University Press. 310 pp.
- OBBER, H. K., HAYES, J. P. 2008. Influence of Vegetation on Bat Use of Riparian Areas at Multiple Spatial Scales. *Journal of Wildlife Management*, 72: 396-404.
- OBRIST, M. K., RATHEY, E., BONTADINA, F., MARTINOLI, A., CONEDERA, M., CHRISTE, P., MORETTI, M. 2011. Response of bat species to sylvo-pastoral abandonment. *For. Ecol. Manage*, 261: 789–798.
- PICK; R. A., BLOCHTEIN, B. 2002. Atividade de voo de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) durante o período de postura da rainha e em diapausa. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 827-839.
- PINHEIRO, E. C. 1995. Metabolismo intermediário de morcegos frugívoros. Ph. D. dissertation, University of São Paulo, São Paulo, Brasil.
- PROCTOR, J. W., STUDIER, E. H. 1970. Effects of ambient temperature and water vapor pressure on evaporative water loss in *Myotis lucifugus*. *J. Mammal.* 51: 799-804.
- REIS, N. R., FREGONEZI, M. N., PERACCHI, A. L., SHIBATTA, O. A. 2013. Morcegos do Brasil – Guia de Campo. 1 ed. Technical Books, Rio de Janeiro, Brasil, 352 pp.
- RICKLEFS, R. E. 2003. A Economia da Natureza. 5ª ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 542 pp.

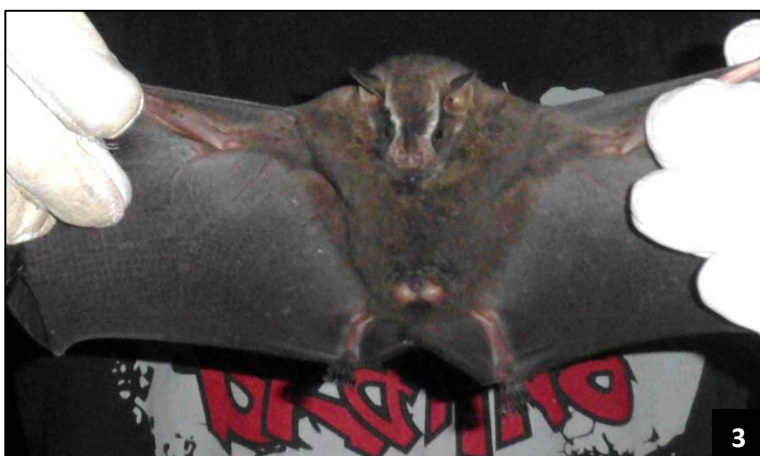
- RUEDI, M. 1993. Variations de la fréquentation de gîtes nocturnes par *Myotis daubentonii* pendant la période de reproduction. Rôle des précipitations et de la température. *Mammalia*, 57: 307-315.
- SALDAÑA-VASQUES, R. A., MUNGUÍA-ROSAS, M. A. 2013. Lunar phobia in bats and its ecological correlates: A meta-analysis. *Mammalian Biology*, 78: 216-219.
- SANTOS-MORENO, A., VELÁSQUEZ, E. R., MARTÍNEZ, A. S. 2010. Effect of the intensity of the moonlight and wind speed in the activity of phyllostomid bats of Mena Nizanda, Oaxaca, Mexico. *Rev. Mex. Biodiv.* 81: 839-845.
- SEMA/GTZ – 1995. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA/GTZ). Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná, Curitiba. 139 pp.
- SINGARAVELAN, N., MARIMUTHU, G. 2002. Moonlight inhibits and lunar eclipse enhances foraging activity of fruit bats in an orchard. *Current Science*, 82: 1020-1022.
- STONES R. C., WIEBERS J. E. 1967. Temperature regulation in the little brown bat, *Myotis lucifugus*. Pp. 97-109 in *Mammalian Hibernation* (FISHER, K. C., DAWE A. R., LYMAN C. P., SCHONBAUM, E., SOUTH F. E. JR. eds.). Vol. III, Oliver & Boyd and American Elsevier, London, 535 pp.
- STRAUBE, F. C., BIANCONI, G. V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiropt Neotrop.* 8: 150-152.
- STUDIER, E. H. 1970. Evaporative water loss in bats. *Comp. Biochem. Physiol.* 35: 935-943.
- STUDIER, E. H., WILSON, D. E. 1970. Thermoregulation in some Neotropical bats. *Comp Biochem Physiol.* 44: 467-471.
- USMAN, K., HABERSETZER, J., SUBBARAJ, R., GOPALKRISHNASWAMY, G., PARAMANANDAM, K. 1980. Behavior of bats during a lunar eclipse *Animal Behavior*, 7: 79-81.
- VERNIER, E. 1994. Predazione di chirolteri da parte del barbagianni (*Tyto alba*) in italia. *Hystrix (n.s.)* 5: 105-107.
- VICENTE, R. F. 2006. O parque estadual Mata dos Godoy. Pp. 13-18, in *Ecologia do parque estadual Mata dos Godoy* (TOREZAN, J. M. D. eds.), Londrina: Itedes, 169 pp.
- ZORTÉA, M. 2007. Subfamília Stenodermatinae. Pp. 107-128, in *Morcegos do Brasil* (REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., LIMA, I. P. eds.). Londrina, 253 pp.
- ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N. J., SAVELIEV, A. A., SMITH, G. M. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Ed. Springer, New York, 578 pp.

ANEXOS

Anexo A
Especies estudiadas

1 - *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), 2 - *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810), 3 -
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)

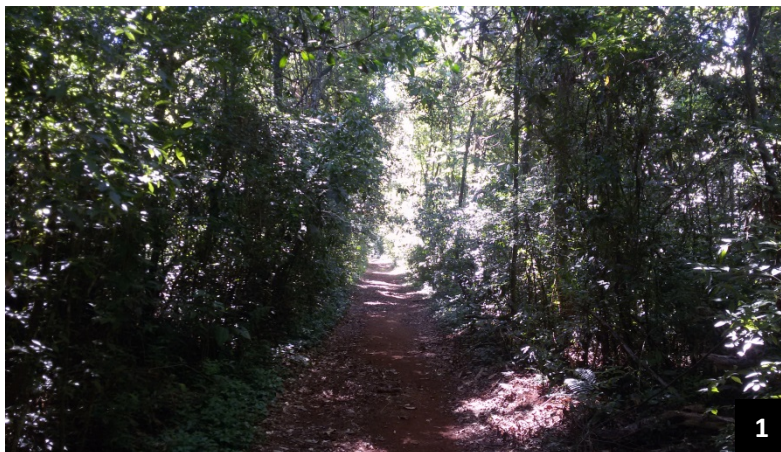
Fotos: Reginaldo Leal Blanc




Anexo B
Fotos das trilhas utilizadas

1 – Trilha dos Catetos, 2 – Trilha das Perobas

Fotos: Reginaldo Leal Blanc



Anexo C
 Autorização para atividade científica concedida pelo IAP

	IAP INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ		PARANÁ GOVERNO DO ESTADO		UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ
AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ					
Número: 481.13			Data de Emissão: 03.04.2013		
Dados do Pesquisador e da Pesquisa					
Nome: Reginaldo Leal Blanc					
RG: 8.293.377-8			CPF: 039.319.139-70		
Título do Projeto: Periodicidade diária e mensal de captura e influencia da luminosidade lunar na coleta de morcegos no Parque Estadual da Mata dos Godoy, Londrina-PR.					
Palavras-Chave: padrão de atividade; fenologia; 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:					
Gabriela Regina de Oliveira			RG: 9.410.894-2		
Carolina Biefari Batista			RG: 40.523.097-7		
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 D

Autorização para atividades científica concedida pelo MMA e ICMBio

Número: 38352-1	Data da Emissão: 01/04/2013 14:26	Data para Revalidação*: 01/05/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Reginaldo Leal Blanc	CPF: 039.319.139-70
Título do Projeto: Periodicidade diária e mensal de captura e influência da luminosidade lunar na coleta de morcegos no Parque Estadual Mata do Godoy, Londrina-PR	
Nome da Instituição : Universidade Estadual de Londrina	CNPJ: 78.640.489/0001-53

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta e captura de animais ("Piloto"); e preparação e organização do material para coleta	03/2013	03/2013
2	Coleta, captura e identificação dos animais e levantamento do estágio de frutificação das plantas	04/2013	03/2014
3	Levantamento bibliográfico	05/2013	03/2014
4	Tabulação, análise e interpretação dos dados	04/2014	06/2014
5	Fundamentação do projeto	06/2014	01/2015

Observações e ressalvas

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

Outras ressalvas

1	As redes de neblinas deverão ser verificadas no mínimo de 30 em 30 minutos. Não está autorizada a coleta, transporte de fêmeas grávidas ou em processo de amamentação.
---	---

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Gabriela Regina de Oliveira	Coleta e identificação	047.619.419-95	9.410.894-95 SSP-PR	Brasileira
2	carolina blefari batista	Coleta e identificação	369.462.458-90	405230977 SSP-SP	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 11753469





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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 38352-1	Data da Emissão: 01/04/2013 14:26	Data para Revalidação*: 01/05/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Reginaldo Leal Blanc	CPF: 039.319.139-70
Título do Projeto: Periodicidade diária e mensal de captura e influência da luminosidade lunar na coleta de morcegos no Parque Estadual Mata do Godoy, Londrina-PR	
Nome da Instituição : Universidade Estadual de Londrina	CNPJ: 78.640.489/0001-53

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	LONDRINA	PR	Parque Estadual Mata dos Godoy	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Chiroptera
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Chiroptera (*Qtde: 2)
3	Marcação de animais silvestres in situ	Chiroptera

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Outros mamíferos)	Rede de neblina
2	Método de marcação (Outros mamíferos)	Anel

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Universidade Estadual de Londrina	

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

Código de autenticação: 11753469



Página 4/4



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

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 38352-1	Data da Emissão: 01/04/2013 14:26	Data para Revalidação*: 01/05/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Reginaldo Leal Blanc	CPF: 039.319.139-70
Título do Projeto: Periodicidade diária e mensal de captura e influência da luminosidade lunar na coleta de morcegos no Parque Estadual Mata do Godoy, Londrina-PR	
Nome da Instituição : Universidade Estadual de Londrina	CNPJ: 78.640.489/0001-53

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

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

Código de autenticação: 11753469



Página 4/4



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 38352-1	Data da Emissão: 01/04/2013 14:26	Data para Revalidação*: 01/05/2014
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Reginaldo Leal Blanc	CPF: 039.319.139-70
Título do Projeto: Periodicidade diária e mensal de captura e influência da luminosidade lunar na coleta de morcegos no Parque Estadual Mata do Godoy, Londrina-PR	
Nome da Instituição : Universidade Estadual de Londrina	CNPJ: 78.640.489/0001-53

Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

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

Código de autenticação: 11753469



Página 4/4