



Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia



SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOZOOLOGIA
WWW.SBMZ.ORG

Presidente: Cibele Rodrigues Bonvicino
Vice-Presidente: Alexandre Reis Percequillo
1º Secretária: Ana Lazar Gomes e Souza
2º Secretária: Fabiana Pellegrini Caramaschi
3º Secretário: Marcos Figueiredo
1º Tesoureiro: Diogo Loretto Medeiros
2º Tesoureiro: Natalie Olifiers

PRESIDENTES DA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOZOOLOGIA

1985-1991 Rui Cerqueira Silva
1991-1994 Maria Dalva Mello
1994-1998 Ives José Sbalqueiro
1998-2005 Thales Renato Ochotorena de Freitas
2005-2008 João Alves de Oliveira
2008-2012 Paulo Sergio D'Andrea
2012-2014 Cibele Rodrigues Bonvicino

Os artigos assinados não refletem necessariamente a opinião da SBMz.

**As Normas de Publicação encontram-se disponíveis em
versão atualizada no site da SBMz: www.sbmz.org.**

Ficha Catalográfica de acordo com o Código de Catalogação Anglo-Americano (AACR2).
Elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Sociedade Brasileira de Mastozoologia.
Boletim.
Rio de Janeiro, RJ.
Quadrimestral.

Continuação de: Boletim Informativo. SBMz, n.28-39; 1994-2004;
Boletim Informativo. Sociedade Brasileira de Mastozoologia,
n.1-27; 1985-94.

Continua como:
Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia, n.40,
2005- .

ISSN 1808-0413

1. Mastozoologia. 2. Vertebrados. I. Título

“Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004”.

Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia

PUBLICAÇÃO QUADRIMESTRAL

Rio de Janeiro, número 77, dezembro de 2016

EDITORES CONVIDADOS

Júlia Lins Luz (UFRJ)

Luciana de Moraes Costa (UERJ)

EDITORES

Erika Hingst-Zaher (Instituto Butantan)

Lena Geise (UERJ)

EDITOR EMÉRITO

Rui Cerqueira Silva (UFRJ)

EDITORES ASSOCIADOS

Alexandra M. R. Bezerra	Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG), Belém, PA, Brasil.
Amelia Chemisquy	Centro Regional de Investigaciones Científicas y de Transferencia Tecnológica de La Rioja (CRILAR), Anillaco, Argentina
Mauricio E. Graipel	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Renato Gregorin	Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil
Hugo Mantilla-Meluk	Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia
Fabiano Rodrigues de Melo	Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil

REVISORES

Os editores agradecem a colaboração dos revisores anônimos, cuja participação garantiu a qualidade da publicação.

O **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia** (ISSN 1808-0413) é uma publicação quadrimestral da **Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz)**, distribuído gratuitamente aos associados. Indivíduos e instituições que desejem informações sobre a inscrição na **SMBz** e recebimento do Boletim devem entrar em contato com sbmz.diretoria@gmail.com.

O desenho gráfico foi realizado por Airton de Almeida Cruz e a capa por Ana Lazar.

Mais informações disponíveis em: www.sbmz.org.

Capa: *Nyctinomops aurispinosus*, *Artibeus planirostris*, *Furipterus horrens*, *Noctilio albiventris*, *Pteronotus parnelli*, *Lasiurus blossevillii*, *Thyroptera tricolor*, *Saccopteryx leptura*. Imagem: Roberto L. M. Novaes (Secretaria Especial da SBEQ 2015-2017, Divulgação Científica).

Sobre a SBMz

A **Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz)** é uma sociedade científica, sem fins lucrativos, criada em 1985, com a missão de congregar, organizar e amparar profissionais, cientistas e cidadãos que atuam ou estão preocupados com as temáticas ligadas à pesquisa e conservação de mamíferos.

A **SBMz** tem como objetivo incentivar o estudo e pesquisa dos mamíferos, além de difundir e incentivar a divulgação do conhecimento científico desenvolvido no Brasil sobre os mamíferos. A **SBMz** também atua frente a órgãos governamentais, Conselhos Regionais e Federal de Biologia, e instituições privadas, representando e defendendo os interesses dos sócios, e atendendo a consultas em questões ligadas a mamíferos. Nossa Sociedade oferece e incentiva cursos de Mastozoologia em níveis de graduação e pós-graduação, além de conceder bolsas de auxílio financeiro para simpósios e congressos nacionais e internacionais. Além disso, ajudamos a estabelecer e zelar por padrões éticos e científicos próprios da Mastozoologia brasileira.

A **SBMz** foi fundada durante o “XII Congresso Brasileiro de Zoologia”, realizado em Campinas, em fevereiro de 1985. Desde então, a **SBMz** cresceu em número de sócios, e agora conta com congressos próprios bienais realizados nas diversas regiões do país, além do apoio e promoção de eventos regionais. Nossa sociedade conta com uma publicação própria intitulada **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, com 3 números anuais, classificada como B3 pela CAPES na área de Biodiversidade. Além disso, nossa sociedade atualmente mantém conta com parceria com a SAREM (Sociedade Argentina para o Estudio de los Mamíferos), fornecendo aos sócios a revista Mastozoologia Neotropical. A **SBMz** financia a publicação de livros acerca de mamíferos brasileiros para ser distribuído gratuitamente aos sócios.

Fazemos parte da Rede Latino-Americana de Mastozoologia (RELAM), o que abre portas para cooperação com pesquisadores de 12 países latino-americanos que fazem parte da rede. Integramos o Fórum da International Federation of Mammalogists (IFM), e também temos cooperação com a Sociedade Brasileira de Zoologia e Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros, facilitando a participação em congressos destas sociedades e promovendo o intercâmbio de informação entre seus associados.

Fruto da criação e organização proporcionadas pela **SBMz** ao longo desses anos, atualmente o Brasil apresenta uma comunidade científica mastozoológica madura e conectada, que congrega profissionais trabalhando em organizações e instituições públicas e privadas por todo país.

Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia Uma publicação da SBMz

INSTRUÇÕES GERAIS PARA AUTORES

O **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia** é um periódico publicado pela **SBMz** para os sócios quites, com propósito de funcionar como um meio de comunicação para a comunidade de mastozoólogos. O **Boletim da SBMz** publica artigos, notas e ensaios originais, revisados por pares, sobre temas relacionados à biologia de mamíferos.

Os manuscritos devem ser enviados por e-mail para bolsbmz@gmail.com, aos cuidados de Erika Hingst-Zaher e Lena Geise. A mensagem de e-mail enviada deverá conter uma declaração de que se trata de trabalho inédito, não submetido a outro periódico. Deverá especificar ainda se a contribuição se trata de uma nota, ensaio, artigo ou resumo. Os autores deverão indicar até cinco sugestões de revisores, com seus nomes e endereço eletrônico.

Os manuscritos enviados serão considerados para publicação, sob a forma de notas, artigos ou ensaios, seguindo o pressuposto de que os autores estão de acordo com os princípios éticos do **Boletim da SBMz** (ver os princípios no site da **SBMz**). O primeiro autor (ou o autor para correspondência) deverá, ao submeter o manuscrito, enviar o e-mail com cópia para todos os demais autores. Desta forma, será oficializada a concordância de todos os autores quanto à submissão/publicação do manuscrito no **Boletim da SBMz**. Neste mesmo e-mail deverá vir explicitado que o manuscrito é original, não tendo sido publicado e/ou submetido a outro periódico. No caso de resumos, é suficiente o envio do arquivo anexado à mensagem, já que este tipo de contribuição não passa pelo processo de revisão.

Os critérios para publicação dos artigos, notas e ensaios são a qualidade e relevância do trabalho, clareza do texto, qualidade das figuras e formato de acordo com as regras de publicação. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as regras aqui definidas, ou ainda se nenhum dos autores estiver com o pagamento da **SBMz** em dia, serão devolvidos sem passar pelo processo de revisão.

As submissões são direcionadas pelas Editoras aos Editores de Área, que os enviarão para pelo menos dois pares para revisão. Os Editores de Área retornam as revisões e recomendações para os Editores para a decisão final. Toda a comunicação será registrada por meio eletrônico entre os Editores e o autor correspondente.

Os trabalhos devem seguir o **Código Internacional de Nomenclatura Zoológica**, e espécimes relevantes mencionados devem ser propriamente depositados em uma coleção científica reconhecida. Amostras relacionadas aos exemplares-testemunho (tecidos, ecto e endoparasitas, células em suspensão, etc.) devem ser relacionadas a seus respectivos exemplares. Os números de acesso às sequências depositadas no **Genbank** ou **EMBL** são obrigatórios para publicação. Localidades citadas e exemplares estudados devem vir listadas de forma completa, no texto ou em anexo, dependendo do número de registros. É fundamental a inclusão, no texto, do número da Licença de Coleta e a concordância do Comitê de Ética da Instituição onde foram desenvolvidos os trabalhos, quando aplicável. Todos os textos, antes do envio aos editores de área ou revisores serão analisados quanto a sua originalidade, com o uso de programas para verificação de plágio.

Números Especiais: Também poderão ser publicadas monografias e estudos de revisão de até 350 (trezentas e cinquenta) páginas, individualmente. Como apenas um número limitado poderá ser publicado, autores devem entrar em contato com os Editores previamente à submissão. Números Especiais seguem as mesmas regras de submissão e revisão dos artigos, notas e ensaios. Considerando as despesas de impressão e envio, autores serão solicitados a contribuir com R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada.



Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros: dez anos de pesquisa, ensino, conservação e divulgação sobre morcegos no Brasil

CRIAÇÃO

No fim da década de 1970 o número de pesquisadores e estudantes interessados nas diferentes vertentes do estudo de morcegos no Brasil começou a aumentar, tendo crescido expressivamente ao longo das décadas seguintes, com diferentes grupos de pesquisa se consolidando em diferentes regiões do país (Peracchi, 2017). Reunidos por um interesse em comum e almejando uma maior organização, aproximadamente 50 pesquisadores assinaram a ata de criação da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (SBEQ) em 7 de outubro de 2006, durante I Congresso Sul-Americano de Mastozoologia, realizado em Gramado, RS. Susi Missel Pacheco foi a primeira presidente, tendo permanecido à frente da SBEQ por duas gestões consecutivas (2006-2010), seguida por Ricardo Moratelli (2010-2013), Marco Aurélio Ribeiro de Mello (2013-2015) e novamente por R. Moratelli (2015-2017). Em setembro de 2017 uma nova diretoria será eleita pela Assembléia Geral da Sociedade.

Ao longo desses dez anos, a SBEQ regularizou sua situação jurídica; organizou congressos; criou comitês e grupos de trabalho que trouxeram avanços significativos à quiropterologia no Brasil; promoveu cursos de capacitação; e financiou simpósios, atividades de divulgação científica e a participação de alunos em eventos. Segue abaixo uma síntese dessas atividades e conquistas da SBEQ ao longo desses dez anos. Essa síntese é inquestionavelmente incompleta por representar os limitados conhecimento e memória do autor sobre a Sociedade.

COMITÊS E GRUPOS DE TRABALHO

Em 2010 foram criados comitês (de caráter permanente) e grupos de trabalho (de caráter interino) para atuar sobre questões identificadas pela comunidade científica como estruturantes para o avanço da quiropterologia brasileira. Dentre os comitês, destacam-se o Comitê da Lista de Morcegos do Brasil, criado para preparar a lista de espécies com ocorrência no país e mantê-la atualizada; e o Comitê de Educação, criado para promover e organizar cursos de capacitação em diferentes regiões do país. Outros comitês propostos acabaram não se consolidando, como os de Ética e de Conservação.

O Comitê da Lista de Morcegos do Brasil preparou a mais recente lista das espécies para o território nacional, além de discutir registros duvidosos e corrigir nomes de espécies e autores. Esses resultados foram publicados na revista *CheckList* (Nogueira *et al.*, 2014) e a relevância desse Comitê para a comunidade científica brasileira pode ser medida pelas 70 citações que o artigo recebeu desde sua publicação (Fonte: Google Acadêmico, 20/07/2017). Esse Comitê continua ativo e desde sua criação é coordenado por Marcelo Rodrigues Nogueira.

Através do Comitê de Educação, a SBEQ organizou e coordenou os seguintes cursos de capacitação para alunos de Graduação e Pós-Graduação e profissionais:

Sistemática e taxonomia de morcegos (2011): ministrado por Valéria da Cunha Tavares. Curso teórico-prático, co-organizado com o Laboratório de Mastozoologia do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA); realizado no Campus Fazendinha do IEPA, Macapá, AP.

Taxidermia de quirópteros (2012): ministrado por Carlos Rodrigues de Moraes Neto. Curso teórico-prático, co-organizado com o Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; realizado em Seropédica, RJ.

Captura e identificação de quirópteros (2013): ministrado por Itiberê Piaia Bernardi e Fernando de Camargo Passos. Curso teórico-prático, co-organizado com o Laboratório de Mastozoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR); com aulas teóricas na UFPR e aulas práticas na Floresta Estadual Metropolitana, Curitiba, PR.

Bioacoustics applied to bat research (2014): coordenado e ministrado por Ralph Simon e Marco Aurélio Ribeiro de Mello. Curso teórico-prático, patrocinado pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais; realizado no Parque Estadual do Rio Doce, Marliéria, MG.

Além desses, a SBEQ trabalhou por demanda para preparar os dois cursos que serão oferecidos no 9º Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros, em setembro de 2017, são eles: Introdução à identificação acústica de morcegos (org. Frederico Hintze Oliveira e Maria João Ramos Pereira); e Morcegos e educação ambiental: conhecer para preservar (org. Elizabeth Captivo Lourenço, Priscilla Maria Peixoto Patricio e Luciana de Moraes Costa).

Assim como os comitês, nem todos os grupos de trabalho (GTs) inicialmente propostos se concretizaram ou apresentaram produtos. Por outro lado, alguns alcançaram ótimos resultados, são eles:

Marcações de morcegos: criado para discutir a questão das marcações no Brasil e avaliar a possibilidade de criação de um programa nacional de anilhamento. Através desse GT foi iniciado o cadastro nacional de anilhadores de



morcegos. Esse GT foi coordenado por Carlos Eduardo Lustosa Esbérard. Seus principais produtos são a lista de anilhadores de morcegos do Brasil, incluindo os dados do pesquisador, do anilhamento, da localidade e dos animais anilhados; e um artigo sobre a situação atual da marcação de morcegos no Brasil e avaliação da possibilidade de criação de um programa nacional de anilhamento, publicado na revista *Chiroptera Neotropical* (Barros *et al.*, 2012).

Diretrizes nas pesquisas com morcegos no Brasil: criado para definir diretrizes básicas para as pesquisas de campo e laboratório com morcegos. Esse GT foi coordenado por Ricardo Moratelli e seu produto foi a definição dos métodos de captura, contenção, marcação e coleta de morcegos apresentados na Resolução 301 e na Portaria 148/2012 e em seu Anexo, todos do Conselho Federal de Biologia.

Morcegos Cavernícolas: criado para avaliar os morcegos que utilizam cavidades naturais no Brasil e reconhecer as interações entre morcegos e cavidades ao longo das diferentes formações esculpidas pelo tempo geológico em solo brasileiro. Esse GT foi coordenado por Valéria da Cunha Tavares e seus resultados foram apresentados no simpósio Morcegos Cavernícolas, no Congresso Brasileiro de Mastozoologia de 2014.

Diretrizes para estudo de impactos sobre morcegos: apesar de recém-criado, já discutirá seus primeiros resultados na mesa redonda Morcegos e Licenciamento Ambiental do 9º Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros, em setembro de 2017. Esse GT é coordenado por Júlia Lins Luz e Marília Abero Sá de Barros.

CONGRESSOS E PRÊMIOS

A SBEQ possui um evento próprio, de caráter nacional, denominado Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros (EBEQ). Os EBEQs, assim denominados a partir de 2002, ficaram sob responsabilidade da SBEQ desde a criação da Sociedade em 2006. Durante as reuniões, diretoria e sócios decidem os rumos da Sociedade e desfrutam de palestras e mesas-redondas sobre temas atuais na quiropterologia. As primeiras reuniões foram realizadas de forma irregular, refletindo esforços particulares de alguns pesquisadores para congregarem seus pares. Considera-se como o marco inicial dos encontros de quiropterologistas brasileiros uma reunião realizada em 1978, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp; Campinas, SP), que contou com cerca de 20 especialistas. A segunda reunião foi realizada em Belém, PA, durante o Congresso Brasileiro de Zoologia de 1982, e também contou com poucos participantes, mas não se sabe o número exato ou mesmo aproximado de participantes. Em 1998 foi realizada a 11ª edição da International Bat Research Conference em Pirenópolis, GO, com cerca de 300 participantes de diversos países, considerada o terceiro encontro de especialistas brasileiros em morcegos (Fabián 2003).

Em 2001, durante o I Congresso Brasileiro de Mastozoologia realizado em Porto Alegre, RS, ficou decidido que seriam empregados esforços para a realização de encontros próprios para reunir pesquisadores e outros interessados no estudo de morcegos – os EBEQs. Assim, foi realizado em 2002, também em Porto Alegre, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, o 4º EBEQ, com 120 inscritos, sob a coordenação de Marta Elena Fabián.

Na reunião de fundação da SBEQ em 2006, ficou decidido que a Sociedade assumiria a responsabilidade pela organização dos EBEQs. A decisão de organizar EBEQs fora dos grandes congressos de Mastozoologia e Zoologia veio do grande número de participantes interessados em morcegos e do grande volume de trabalhos sobre o grupo nesses grandes congressos. Como exemplo, dos 536 resumos apresentados no Congresso Brasileiro de Mastozoologia de 2008, 124 resumos eram sobre morcegos, o que corresponde a 23% do total, enquanto outros grupos como roedores, marsupiais e primatas, congregaram 13% (73 resumos), 6% (37) e 5% (30) do total de resumos, respectivamente.

Por questões financeiras e operacionais, o 5º EBEQ (Búzios, RJ) só foi realizado em 2010 (coord., Ricardo Moratelli). Outras edições foram realizadas em 2011 (6º EBEQ: Maringá, PR; coord., Henrique Hortêncio Filho), 2013 (7º EBEQ: Brasília, DF; coord., Ludmilla de Moura Souza Aguiar) e 2015 (8º EBEQ: Ouro Preto, MG; coord., Marco Mello). Do 5º ao 7º, as reuniões tiveram a adesão de 90 a 120 participantes. Já na 8ª edição, houve uma maior adesão, com mais de 300 inscritos. Além disso, as edições de Brasília e de Ouro Preto começaram a receber palestrantes e ouvintes estrangeiros. Em breve teremos o 9º EBEQ (Pirenópolis, GO; coord., Ricardo Moratelli), o qual esperamos que atenda às expectativas da comunidade científica. Nele, novamente alunos e pesquisadores brasileiros e estrangeiros interagirão, possibilitando um maior intercâmbio de idéias e projetos, o que, sem dúvida, é o caminho para uma ciência de alta qualidade.

Diferente dos anteriores, esse próximo EBEQ ocorrerá junto com o 9º Congresso Brasileiro de Mastozoologia (CBMz). Com os EBEQs acontecendo separadamente dos eventos de maior porte, notou-se uma redução muito expressiva de alunos e profissionais interessados em morcegos nesses eventos mais abrangentes. Isso é claramente ruim para a formação dos alunos e para o intercâmbio entre pesquisadores. Assim, em 2015 a diretoria da SBEQ propôs à diretoria da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz) que os eventos fossem realizados em conjunto, com o EBEQ dentro do CBMz, o que foi aceito pela SBMz. Contudo, não há qualquer compromisso das duas sociedades em relação às demais edições desses eventos, cabendo às próximas diretorias que assumirem a SBEQ e a SBMz negociarem uma possível fusão, o que parece ser o mais adequado no atual cenário de multidisciplinaridade da ciência mundial e, na contramão desse cenário, o de redução de recursos para pesquisas e eventos científicos no Brasil.

Os cadernos de resumos dos 5º e 6º EBEQs foram publicados como suplementos da revista *Chiroptera Neotropical*. Já os dos 4º, 7º e 8º foram publicados separadamente. Para o próximo EBEQ os resumos serão publicados juntamente com o livro de resumos do CBMz.



A SBEQ oferece dois prêmios regulares durante os EBEQs, um a estudantes de Graduação e Pós-Graduação e outro a profissionais. Esses prêmios levam os nomes de nossos dois sócios honorários, Adriano Lúcio Peracchi e Valdir Antônio Taddei, respectivamente. O prêmio Adriano Lúcio Peracchi é dado aos estudantes que apresentam os melhores trabalhos científicos. Já o prêmio Valdir Antônio Taddei é dado a um profissional, que pode ser técnico, professor ou pesquisador, que tenha dedicado sua carreira à pesquisa, conservação e/ou divulgação científica sobre morcegos. Nessa última categoria, o prêmio já foi conferido a Carlos Eduardo Lustosa Esbérard (2013) e Nélío Roberto dos Reis (2015).

Além dos EBEQs, em 2008 a SBEQ organizou dois simpósios sobre morcegos, um no Congresso Brasileiro de Zoologia em Curitiba, PR, e outro no Congresso Brasileiro de Mastozoologia em São Lourenço, MG. Em 2010, a Sociedade organizou outro simpósio no Congresso Brasileiro de Zoologia em Belém, PA. Em 2012, a SBEQ patrocinou o simpósio Ecologia e Evolução de Morcegos, realizado no Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation em Bonito, MS. Em 2014, a SBEQ organizou o simpósio Desafios para o Avanço da Quiropterologia no Brasil no Congresso de Zoologia, em Porto Alegre, RS.

O BOLETIM DA SBEQ E OUTROS CANAIS DE COMUNICAÇÃO

De 2010 a 2013 a SBEQ publicou informes para difundir notícias sobre as atividades da Sociedade e de seus sócios. Em 2014 esses informes foram substituídos pelo Boletim da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros, de caráter anual, com temas diversos sobre morcegos e quiropterologia. Dentre esses, são publicadas biografias, entrevistas, resenhas de livros e artigos, curiosidades etc. Desde a criação do Boletim, são seus editores Marcelo Rodrigues Nogueira e Isaac Passos de Lima.

Além do Boletim, a SBEQ possui outros canais de comunicação, como seu site (www.sbeq.net), *Facebook* (<https://www.facebook.com/sbeqface>), *Twitter* (<https://twitter.com/sbeq>) e *Blog* (<https://sbeq.wordpress.com>).

PERSPECTIVAS

Em setembro de 2017, durante o 9º EBEQ, a Assembléia Geral da SBEQ elegerá sua sexta diretoria. Entretanto, a Sociedade precisa de um maior engajamento de sua comunidade científica para garantir sua existência em um cenário de longo prazo. Sua manutenção não se justifica pelo simples fato de já existir. Ela tem que existir para representar e catalisar os anseios, necessidades e desejos da comunidade que ela representa; do contrário, não há razão em existir. Há notadamente um grande entusiasmo da quiropterologia brasileira em relação às ações da SBEQ, mas isso não retorna à Sociedade na forma de propostas, associações, participações em comitês e GTs, assim como na disposição para assumir posições na diretoria. Como exemplo, em várias ocasiões, membros da diretoria anterior se viram obrigados a permanecerem em seus cargos por falta de alguém para substituí-los; outros já estão na terceira gestão, acumulando funções na diretoria, GTs, comitês, comissão organizadora de EBEQ, entre outros, para manter ativa a Sociedade e seus serviços. Além disso, para as duas últimas trocas de diretoria, convites pontuais foram necessários para formação de chapas únicas, do contrário, não haveria candidatos. É necessário que haja uma rotatividade nas diretorias para que a Sociedade possa se oxigenar e se reinventar regularmente. Assim, fica aqui um convite para candidaturas à formação de chapas para a diretoria 2017-2019 da Sociedade. Quem assumir, encontrará uma Sociedade sem problemas jurídicos, com algum recurso em caixa e com muito potencial!

Este número especial do Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia – cujo espaço foi gentilmente cedido para a celebração dos dez anos da SBEQ – celebra e fortalece os laços dessas duas sociedades. A SBEQ agradece à SBMz, com um agradecimento particular à sua atual presidente, Cibele Rodrigues Bonvicino; e ao Boletim, também com agradecimentos especiais às suas editoras, Lena Geise e Erika Hingst-Zaher; e às editoras convidadas para esse número, Júlia Lins Luz e Luciana de Moraes Costa.

REFERÊNCIAS

- Barros MA, Luz JL, Esbérard CEL. 2012. Situação atual da marcação de morcegos no Brasil e perspectivas para a criação de um programa nacional de anilhamento. *Chiroptera Neotropical* 18(1): 1074-1088. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/85>.
- Fabián ME. 2003. Apresentação: IV Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros. Divulgações do Museu de Ciências e Tecnologia – UBEA/PUCRS 2:2.
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10(4): 808-821. <http://doi.org/10.15560/10.4.808>.
- Peracchi AL. 2017. História da quiropterologia no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia* (neste número).

Ricardo Moratelli

em nome da Diretoria da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros

E-mail: diretoria.sbeq@gmail.com



Abrigos antrópicos utilizados por morcegos no semiárido pernambucano

Emmanuel Messias Vilar^{1,*}; Teone Pereira da Silva-Filho²; Roseli Rodolfo da Silva²; Ednaldo Sousa Gomes³ & Luiz Augustinho Menezes da Silva²

¹ Laboratório de Mamíferos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I.

² Grupo de Estudos dos Morcegos do Nordeste, Centro Acadêmico de Vitória – UFPE/CAV, Universidade Federal de Pernambuco.

³ Vigilância Sanitária, Prefeitura Municipal de São José do Egito.

* Autor para correspondência: messiashp@gmail.com

Resumo: Em ambientes urbanos, as comunidades de morcegos podem apresentar uma baixa riqueza, porém, devido à flexibilidade ecológica e a capacidade de dispersão, espécies generalistas têm demonstrado resistir à urbanização, abrigando-se em fragmentos florestais urbanos ou diretamente nas construções humanas. Em vista disso, o presente trabalho tem como objetivo inventariar a comunidade de morcegos do município de São José do Egito, no sertão do estado de Pernambuco, com foco na caracterização de seus abrigos artificiais e na interação desses animais com a população humana. Foram identificadas na região de São José do Egito cinco famílias de morcegos, totalizando 18 espécies, das quais 12 foram encontradas em abrigos, tendo sido a maior riqueza encontrada em Phyllostomidae. De forma geral, em São José do Egito os morcegos utilizaram mais como abrigo os espaços entre o forro e o telhado, entre a laje e o telhado e nas vigas e caibros de sustentação das cobertas residenciais, que simulam frestas em rochas e cavernas. Com os monitoramentos dos abrigos, os residentes relataram sofrer frequentemente com problemas causados por morcegos: das 50 pessoas entrevistadas, 45% relataram incômodo em relação à sujeira causada pelos animais. Dezesete pessoas relataram terem realizado medidas de controle e manejo das colônias, onde o método mais citado foi matar os animais. A procura de abrigos é fundamental para a avaliação da riqueza de morcegos de uma determinada localidade. Campanhas de educação ambiental são medidas que minimizam a interação negativa.

Palavras-Chave: Chiroptera; Caatinga; Urbano.

Abstract: **Anthropic shelters used by bats in the semi-arid region of Pernambuco.** In urban environments, bat communities may present low species richness but, due to their ecological flexibility and dispersal capacity, generalist species have shown adaptation to urbanization, sheltering in urban forest fragments or directly in human constructions. In view of this, the objective of this work is to inventory the bats community of the municipality of São José do Egito, in the state of Pernambuco, with a focus on the characterization of their artificial shelters and the interaction of these animals with the human population. Five different families of bats were identified in the city of São José do Egito, totaling 18 species, of which 12 were found in shelters, and the greatest richness was within the Phyllostomidae. In general, in São José do Egito, bats used mainly the spaces between the ceiling and the roof, between the slab and roof, and the between rafters of residential roofs, which simulate cracks in rocks and caves. During shelter surveys, some residents reported to suffer often with problems caused by bats: of the 50 people interviewed, 45% reported uncomfortable with the dirt caused by the animals. Seventeen people reported having carried out measures to control and manage the colonies, basically by killing the animals. Roost search is fundamental to unveil bat species richness in a certain locality. Environmental education campaigns are necessary to minimize the negative interaction between bats and people, as well as the ecological management of the colonies of bats.

Key-Words: Chiroptera; Caatinga; Urban.

INTRODUÇÃO

A destruição dos abrigos naturais de morcegos, como consequência de desmatamentos e/ou outras alterações ambientais mais profundas decorrentes de

intensas atividades antrópicas, pode facilitar o deslocamento dos animais para áreas urbanas, utilizando habitações humanas ou outros tipos de construções como refúgios alternativos (Locateli, 2004). Em ambientes urbanos, as comunidades de morcegos podem apresentar



uma baixa riqueza (Brosset *et al.*, 1996; Percequillo *et al.*, 2007), como consequência da perda ou modificação de abrigos naturais e das áreas de forrageio (Avila-Flores & Fenton, 2005). Porém, devido à flexibilidade ecológica e a capacidade de dispersão (Estrada & Coates-Estrada, 2002; Silva & Anacleto, 2011), espécies generalistas têm demonstrado resistir à urbanização e até mesmo se beneficiar dela, abrigando-se em fragmentos florestais urbanos ou diretamente nas construções humanas (Esbérard, 2003; Barros *et al.*, 2006). Uma vez que ficam mais expostos à interação com humanos, os morcegos acabam causando alguns transtornos, como o acúmulo de fezes no forro de residências, sujeira em áreas livres por defecarem durante o voo, mau cheiro, podendo ainda atuar na transmissão de agentes zoonóticos (Lima, 2008; Corrêa *et al.*, 2013; Moratelli & Calisher, 2015).

Apesar do fato de algumas espécies de morcegos atingirem grandes densidades nas áreas urbanas, esses ambientes podem agir como armadilhas ecológicas para espécies aparentemente tolerantes ou sinantrópicas (Russo & Ancillotto, 2015), ou seja, um habitat que apesar de oferecer condições atrativas de abrigos e alimentação, juntamente pode oferecer condições que afetam esses animais (Coleman and Barclay, 2011). A iluminação urbana, por exemplo, que atrai insetos, fornecendo alimento para morcegos insetívoros, também pode causar impacto em espécies mais sensíveis (Stone & Jones, 2015). Segundo Zukal *et al.* (2015), o efeito da contaminação por metais pesados em morcegos é uma ameaça importante em comunidades expostas às alterações antropogênicas. Tal exposição pode causar efeitos severos nos animais, como hepatopatia, danos no DNA, hemocromatose, corpos de inclusão renal, paralisia ascendente e mudanças nas funções colinérgicas. Além disso, humanos também causam problemas aos morcegos, aumentando a mortalidade dos animais (Russo & Ancillotto, 2015), sendo que um dos principais causadores desse problema é a falta de conhecimento por parte da população sobre a importância ecológica dos quirópteros na manutenção dos ecossistemas.

De acordo com Nunes *et al.* (2016) há 84 espécies de morcegos ocorrendo em áreas urbanas do Brasil e apesar do crescente número de pesquisas realizadas nestes ambientes, as informações ainda são incipientes e espacialmente agrupadas, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país (Nunes *et al.*, 2016). Parte das espécies registradas em cidades brasileiras são restritamente provenientes dos órgãos de saúde e/ou agricultura (Pacheco *et al.*, 2010), carecendo de estudos que abordem aspectos ecológicos dos morcegos que residem nesses municípios, para melhor estimar o número de espécies ocorrentes nas áreas urbanas do Brasil. As espécies de morcegos que são mais encontradas em edificações pertencem a Phyllostomidae, Molossidae, Vespertilionidae e Noctilionidae (Bredt *et al.*, 1998), sendo a primeira a que apresenta maior riqueza nos centros urbanos brasileiros (Nunes *et al.*, 2016). Estudos com morcegos urbanos em Pernambuco registraram até o momento 25 espécies (Silva, 2000; Guerra, 2007; Leal, 2007, 2008; Melo, 2007), notoriamente o quantitativo encontrado é

subestimado dada a carência de estudos de morcegos em áreas urbanas do Estado.

Diante dos aspectos mencionados, o presente trabalho tem como objetivo inventariar a comunidade de morcegos urbanos do município de São José do Egito, no sertão do estado de Pernambuco, com foco na caracterização de seus abrigos artificiais.

MATERIAL E MÉTODOS

São José do Egito está localizado no estado de Pernambuco, Brasil (07°28'44"S; 37°16'28"O) (Figura 1), estando a uma altitude de 585 m acima do nível do mar. Possui uma população de 31.829 habitantes (IBGE/2010) e uma área de 792 km². Segundo dados da Secretaria de Saúde (Departamento de Endemias) São José do Egito possui 12.351 imóveis, entre residências, estabelecimentos comerciais, prédios públicos e instalações. O clima é semiárido, a temperatura média anual é de 27°C, a precipitação de 624 mm e os meses mais chuvosos são março e abril. Quanto à vegetação, observa-se o predomínio da caatinga hiperxerófila.

A pesquisa ocorreu entre os meses de agosto/2011 e julho/2012 através de idas mensais a campo, com duração média de quatro noites. Foram realizadas capturas tanto em abrigos quanto em áreas abertas na matriz urbana e nos distritos rurais. Quando necessário alguns morcegos foram coletados para a realização do teste rábico ou como material testemunho (SISBio 28339-1). Os abrigos foram registrados a partir da aplicação de um questionário junto à população local, que foi realizada em parte por nossa equipe e parte por agentes de saúde e endemias, atuando em suas áreas de cobertura, o número de casas visitadas limitou-se a disponibilidade dos agentes; e os locais de captura foram escolhidos a partir do levantamento das denúncias encaminhadas a Vigilância Sanitária sobre a presença de morcegos em abrigos, de espécimes encontrados mortos (doados por moradores à Vigilância Sanitária) ou da atividade alimentar de hematófagos (relatos de proprietários dos animais espoliados). No momento que se constava no questionário a presença de morcegos em uma edificação, uma visita ao local era marcada para a confirmação da utilização do local como abrigo. Sendo visitados o maior número possível de abrigos de acordo com a disponibilidade dos moradores em nos receber e das atividades da Vigilância Sanitária local.

As capturas em áreas abertas e abrigos foram realizadas sob o programa de "Monitoramento de morcegos da Vigilância Sanitária de São José do Egito". Para tal, utilizamos cinco redes de neblina de 7 a 14 metros de comprimento, posicionadas próximas a locais de forrageamento (árvores em frutificação e ou floração, áreas com muitos insetos), edificações e corredores de voo, a partir de observações prévias. As capturas iniciavam às 17 h com término às 24 h e foram realizadas de acordo com as fases da lua de quarto minguante e nova. As capturas em abrigos foram realizadas principalmente no período diurno mediante autorização dos proprietários

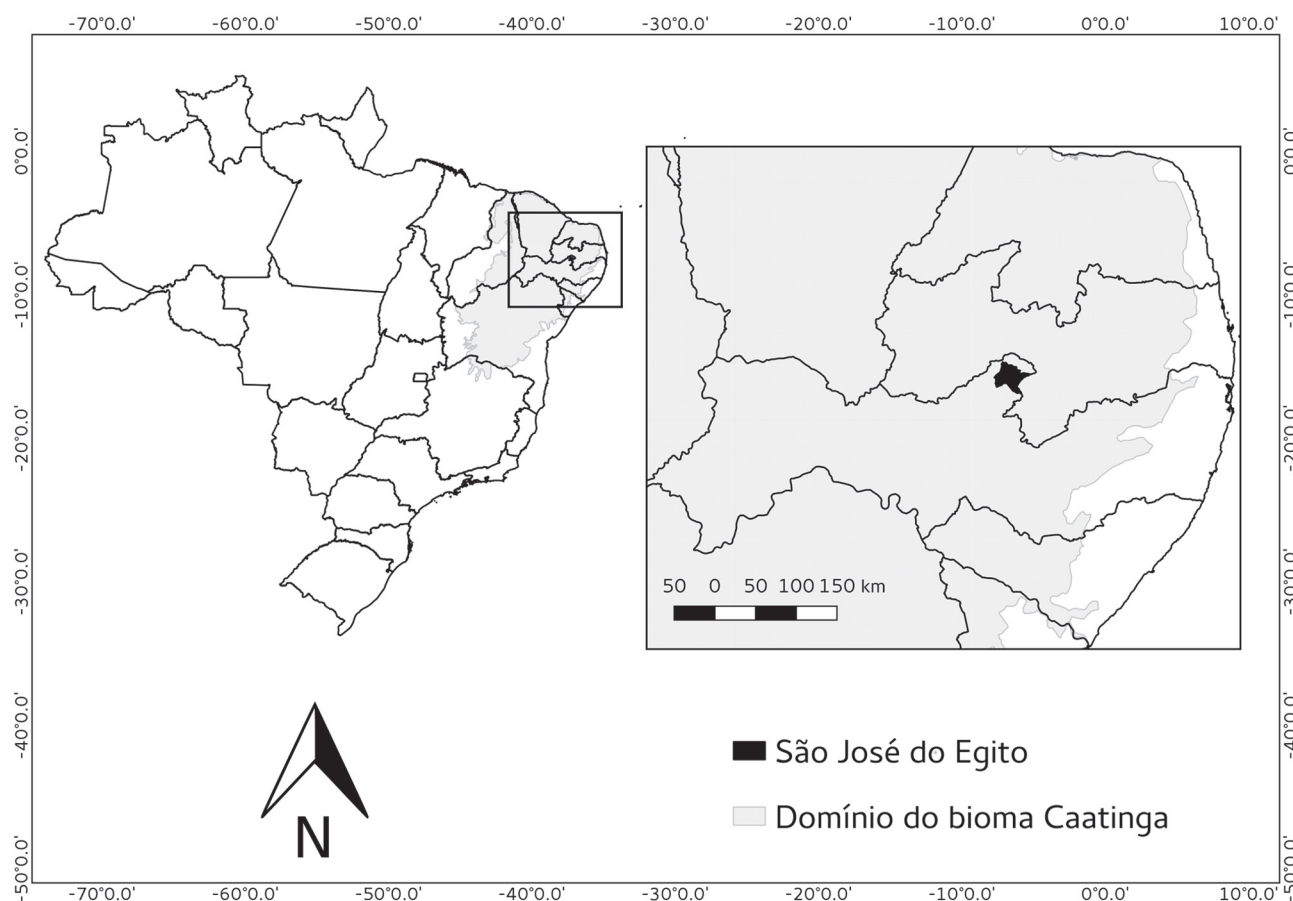


Figura 1: Mapa do Brasil evidenciando o estado de Pernambuco e o bioma Caatinga com a localização do município de São José do Egito.

e acompanhamento da equipe de Vigilância Sanitária do Município. Os morcegos eram capturados nos abrigos com a utilização de puçás, pinças e redes de neblina, dependendo do tamanho e condições dos mesmos.

Os animais foram identificados com base nos trabalhos de Vizotto & Taddei (1973), Eisenberg (1989), Eisenberg & Redford (1999), Redford & Eisenberg (1992), Gregorin & Taddei (2002), Gardner (2007), além de outros quando necessário; e a classificação seguiu Nogueira *et al.*, (2014). O material testemunho encontra-se no Laboratório do Grupo de Estudos de Morcegos do Nordeste (GEMNE) no Centro Acadêmico de Vitória (CAV), UFPE.

RESULTADOS

Foram identificadas na região de São José do Egito 18 espécies, pertencentes a cinco famílias, das quais, 12 foram encontradas em abrigos (Tabela 1), sendo a maior parte pertencente a família Phyllostomidae (10). As demais famílias registradas foram Molossidae (4), Vespertilionidae (2), Emballonuridae (1) e Noctilionidae (1). Os molossídeos apresentaram o maior número de indivíduos capturados em abrigos de área urbana, assim como o de enviados pela comunidade para a Vigilância Sanitária por meio de doação (16 espécimes).

Do total de imóveis de São José do Egito, 2,29% ($n = 283$) receberam aplicação de questionários, sendo relatada a presença de morcegos em 50,50% ($n = 143$)

destes. Dentre estes, 85 foram visitados e todos confirmados, o que resultou em 0,6% do total de imóveis no Município. Exclusivamente na zona urbana foram registrados 64 abrigos divididos em nove categorias (casa abandonada, caixa d'água, cumeeira, *Syzygium cumini*, palmeira, coqueiro, forro, telhado e viga).

Na área urbana, os abrigos classificados como “forro”, se destacaram em maior número de capturas (Tabela 2), totalizando 28 ocorrências e 140 morcegos capturados, com a predominância dos molossídeos. Dentre os abrigos urbanos, três foram considerados como abrigos naturais, pelo fato de serem árvores utilizadas na arborização de vias públicas e residências (Coqueiro – *Cocos nucifera* L., Azeitona-preta – *Syzygium cumini* (L.) e Palmeira-leque *Livistona rotundifolia* (Lam.)) e a maior parte dos abrigos concentrou-se no centro da cidade. Por outro lado, as colônias mais abundantes foram localizadas mais afastadas do centro.

De forma geral os abrigos da cidade não divergiam muito em relação a sua estrutura física. As construções tinham um padrão arquitetônico semelhante, onde estabeleciam entre a laje e o telhado um espaço muito amplo usado em alguns casos como depósito e/ou armazenamento de reservatórios de água, todos com pouca luminosidade (Figura 2). A amplitude dos espaços utilizados como abrigos variou entre 0,2 a 1,5 m de altura.

Na zona rural, dentre as 25 localidades visitadas, 12 apresentaram abrigos, sendo “Curralinho” a região com o maior número de refúgios. O tipo de abrigo mais recorrente foi “telhado”, em seis localidades diferentes,

**Tabela 1:** Lista morcegos capturados em abrigos e áreas livres no município de São José do Egito e respectivas guildas (Reis, 2007).

Taxa	Guilda	Número de capturas		Total
		Abrigos	Áreas livres	
Família Emballonuridae				
<i>Peropteryx macrotis</i> (Wagner, 1843)	Insetívoro	12	—	12
Molossidae				
<i>Eumops auripendulus</i> (Shaw, 1800)	Insetívoro	—	2	2
<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)	Insetívoro	6	3	9
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	Insetívoro	261	15	276
<i>Promops nasutus</i> (Spix, 1823)	Insetívoro	2	—	2
Noctilionidae				
<i>Noctilio leporinus</i> (Linnaeus, 1758)	Piscívoro	—	1	1
Phyllostomidae				
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Frugívoro	—	1	1
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	Frugívoro	22	47	69
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Frugívoro	8	17	25
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	Hematófago	—	5	5
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	Hematófago	1	4	5
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Nectarívoro	44	4	48
<i>Lonchorhina aurita</i> Tomes, 1863	Insetívoro	30	—	30
<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843	Onívoro	—	3	3
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	Frugívoro	1	7	8
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	Carnívoro	15	1	16
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus furinales</i> (d'Orbigny & Gervais, 1847)	Insetívoro	—	1	1
<i>Myotis lavalii</i> (Moratelli, Peracchi, Dias & Oliveira, 2011)	Insetívoro	10	8	18
TOTAL		412	119	531

Tabela 2: Quantitativo de morcegos capturados em abrigos nas zonas urbana (U) e rural (R) de São José do Egito.

Espécie	Casa abandonada		Caixa d'água		Cumeeira		Syzygium cumini		Palmeira		Coqueiro		Forro		Telhado		Viga		Frestas de rochas		Cisterna		Furnas		Total
	Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		Zona		
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	
Artibeus planirostris	—	—	—	—	—	—	18	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	22
Carollia perspicillata	—	4	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Diphylla ecaudata	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Eumops glaucinus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	4	—	—	—	—	—	—	6
Glossophaga soricina	1	—	12	—	—	4	1	—	—	—	—	—	8	—	2	16	—	—	—	—	—	—	—	—	44
Lonchorhina aurita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	30
Molossus molossus	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	127	—	94	14	7	—	—	—	—	—	—	—	261
Myotis lavalii	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Peropteryx macrotis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
Platyrrhinus lineatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Promops nasutus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Trachops cirrhosus	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	15
Total	1	19	12	1	19	10	19	—	1	—	3	—	140	—	109	34	7	5	—	1	—	30	—	1	412

apresentando o maior número de capturas (Tabela 2), com 35 morcegos capturados, de um total geral de 101. De todos os abrigos da zona rural, dois (furnas e frestas de rochas) eram refúgios naturais.

Os abrigos rurais no geral caracterizaram-se como abrigos amplos, arejados e pouco iluminados, estando localizados em sua maioria em espaços desabitados: casa abandonada, coqueira, quarto de ferramentas, garagem e celeiro.

No município de São José do Egito (incluindo zona urbana e rural), foram registrados casos de compartilhamento de abrigos (Tabela 3), tendo como maioria, abrigos artificiais.

Com as investigações dos abrigos algumas pessoas relataram sofrer frequentemente com problemas causados por morcegos. Das 50 pessoas entrevistadas, 45% relataram incômodos em relação à sujeira causada pelos animais. Medo/pânico foi citado em 34% dos questionários e incômodo (13%). Doenças (4%), barulho (2%) e odor (2%) foram os problemas menos citados.

Dezessete pessoas relataram ter realizado medidas de controle e manejo das colônias, onde o método mais citado foi matar os animais, nesses casos a população usou métodos mecânicos e químicos para eliminar os morcegos.

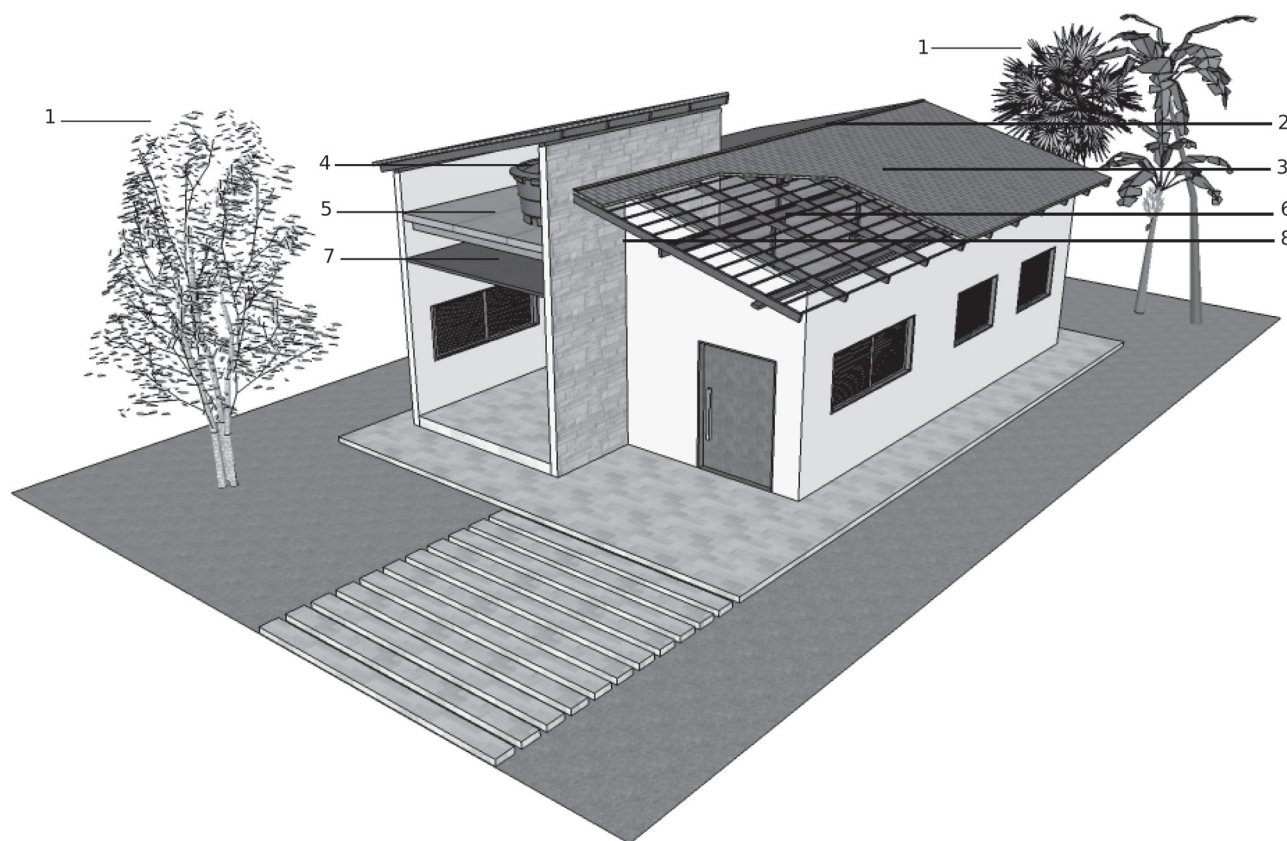


Figura 2: Estruturas utilizadas como abrigo em residências na zona urbana. Legenda: 01 = vegetação (palmeira, coqueiro, azeitona); 02 = cumeeira; 03 = telhado; 04 = caixa d'água; 05 = laje; 06 = viga; 07 = forro e 08 = caibro.

Tabela 3: Espécies de morcegos registradas coabitando abrigos nas zonas urbana e rural de São José do Egito.

Espécies	Tipo de abrigo	Zona	Número de abrigos registrados
<i>Glossophaga soricina</i> , <i>Artibeus planirostris</i>	Pé de azeitona	Urbana	1
<i>Eumops glaucinus</i> , <i>Molossus molossus</i>	Forro	Urbana	1
<i>Molossus molossus</i> , <i>Myotis lavalii</i>	Forro	Urbana	1
	Telhado	Rural	2
<i>Thracops cirrhosus</i> , <i>Carollia perspicillata</i>	Casa abandonada	Rural	2
<i>Diphylla ecaudata</i> , <i>Glossophaga soricina</i> , <i>Carollia perspicillata</i> , <i>Thracops cirrhosus</i>	Casa abandonada	Rural	1

DISCUSSÃO

O número de espécies registradas ($n = 18$) representa 10% da riqueza de morcegos descrita para o Brasil ($n = 179$) (Nogueira *et al.*, 2014; Feijó *et al.*, 2015) e 26% do total de espécies descritas para Pernambuco (Lira *et al.*, 2009; Silva & Marinho-Filho, 2009), com acentuada predominância de Phyllostomidae. Isto pode ser explicado devido à família ser a mais rica em espécies de morcegos na região Neotropical (Fenton *et al.*, 1992; Koopman, 1993) e a mais capturada com a utilização de redes armadas mais baixas.

De forma geral, em São José do Egito os morcegos utilizaram mais como abrigo os espaços entre o forro e o telhado, entre a laje e o telhado e as vigas e caibros de sustentação das coberturas residenciais. Segundo Pacheco *et al.* (2010) alguns fatores são limitantes para a adaptação dos morcegos em ambientes urbanos, como o tipo de material do qual é constituído o abrigo artificial, suas dimensões, amplitude, luminosidade, umidade

e temperatura. Dentre os fatores citados, o tamanho do abrigo merece destaque, quando se trata da espécie insetívora *Molossus molossus* (Pallas, 1766), prefere abrigos mais estreitos, mesmo quando a cobertura é ampla os morcegos permanecem na parte mais baixa (Pacheco *et al.*, 2010) sendo este tipo de abrigo muito comum no município estudado. E quanto à temperatura, o clima da região favorece o aquecimento dos abrigos, que se mantêm quentes o dia inteiro e prolonga tal estabilidade térmica até o início da noite.

A abundância de *M. molossus* no estudo está de acordo com os resultados mostrados em outros trabalhos (Bredt & Uieda, 1996; Reis *et al.*, 2006; Esbérard, 2011; Biavatti *et al.*, 2015) e pode ser explicada pela maior oferta de alimento encontrada na área urbana, onde a iluminação que apesar de causar transtornos às espécies mais sensíveis (Stone & Jones, 2015), acaba por consequência atraindo grande quantidade de insetos. É uma das espécies mais registrada em abrigos antrópicos e uma das espécies insetívoras mais capturada na



Região Sudeste. Além do que, segundo Pacheco *et al.* (2010), *M. molossus* demonstra ser a espécie mais oportunista na escolha de seus abrigos, uma vez que explora uma diversidade de estruturas nas edificações, fato que neste trabalho também foi observado para a espécie *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766). A urbanização pode ter efeitos diferentes sobre a abundância e diversidade de morcegos, com uma ou duas espécies marcadamente dominando na comunidade (Russo & Ancillotto, 2015).

Eumops glaucinus (Wagner, 1843) e *Promops nasutus* (Spix, 1823) foram consideradas raras em São José do Egito, a primeira encontrada em três abrigos e a segunda em apenas um. A baixa incidência de tais espécies na amostragem pode ser relacionada à dificuldade da captura (por serem animais de voos altos) e à dificuldade de localizar os seus abrigos (Fabián & Gregorin, 2007) uma vez que não formam colônias tão numerosas como *M. molossus*.

Peropteryx macrotis (Wagner, 1843) foi registrada em um abrigo estreito (telhado) formando uma colônia de 10 indivíduos. Esta espécie costuma abrigar-se em cavernas no ambiente natural, já nos ambientes urbanos prefere abrigos cujo substrato se assemelha ao das cavernas, como concreto, cimento e tijolo (Pacheco *et al.*, 2010).

Lonchorhina aurita Tomes, 1863 é uma espécie que tem como abrigos naturais cavernas e túneis (Esbérard *et al.*, 1997; Bredt *et al.*, 1999), tendo sido registrada pela primeira vez em abrigo artificial por Mendes *et al.* (2011), no Espírito Santo. Mesmo não sendo muito frequentes em inventários, os abrigos desta espécie já são conhecidos por apresentarem colônias numerosas (Lassieur & Wilson, 1989; Esbérard *et al.*, 2005). No presente estudo, a espécie foi registrada abrigando-se em uma cisterna desativada localizada na zona rural, formando uma colônia de 30 indivíduos. Apesar da proximidade com o ambiente natural, o abrigo artificial fornecia condições para a permanência da colônia, como a baixa luminosidade, o material com o qual a cisterna foi construída e provavelmente por estar mais próximo a fontes de alimento. O registro citado é extremamente importante, posto que, são raros dados sobre a utilização de abrigos artificiais por *L. aurita* (Mendes *et al.*, 2011). Considerando a raridade da espécie, sua necessidade de ambientes cavernícolas e sua sensibilidade a alterações desses habitats, principalmente por atividades relacionadas à mineração, *L. aurita* é considerada uma espécie vulnerável quanto ao seu status de conservação na natureza (ICMBio, 2014). Projeta-se um declínio populacional da espécie no Brasil de pelo menos 30% nos próximos 10 anos (ICMBio, 2014).

As espécies frugívoras geralmente exploram uma grande variedade de árvores como abrigo (Pacheco *et al.*, 2010), como *Artibeus planirostris* (Spix, 1823) no presente trabalho. A espécie *G. soricina*, de forma semelhante, também explora plantas da arborização urbana para se abrigar. Segundo Nogueira *et al.*, (2007), *G. soricina* de áreas urbanas costuma abrigar-se em casas e cômodos abandonados, telhados e garagens. Esta espécie depende da amplitude do abrigo, necessitando de uma grande abertura para entrada e saída (Pacheco *et al.*, 2010), características também observadas neste

trabalho. Além disto, quando podem, formam colônias bem numerosas, tendo registro de até 2.000 indivíduos em construção abandonada na Caatinga (Willig, 1983). Em São José do Egito, *G. soricina* apresentou em área urbana a maior colônia dentre os morcegos não insetívoros, ultrapassando 200 animais.

Platyrrhinus lineatus (É. Geoffroy, 1810) foi uma espécie pouco representada no que se refere a abrigos, estando melhor amostrada em capturas livres. Esta espécie costuma se abrigar em locais relativamente bem iluminados como beirais de casas altas, marquises e garagens (Pacheco *et al.*, 2010) e arborização urbana (Progne *et al.*, 2012).

Dentre os hematófagos capturados no município, *Diphylla ecaudata* Spix, 1823 foi registrada em duas localidades e em um dos abrigos, coabitava com *G. soricina*, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e *Trachops cirrhosus* (Spix, 1823). Porém, segundo Aguiar, (2007), *D. ecaudata* mesmo em colônias com muitos indivíduos, não se agregam em grandes grupos.

Morcegos não são exceções à regra que prediz que, quando substitui-se ou fragmenta-se habitats naturais em detrimento da expansão urbana, altera-se a estrutura e a dinâmica das comunidades, propiciando uma maior dominância de espécies generalistas flexíveis à custa de outras mais sensíveis ou especializadas (Russo & Ancillotto, 2015). E nesse contexto, ambientes urbanos podem atuar como armadilhas ecológicas (Schlaepfer *et al.*, 2002), sobretudo para morcegos. Russo & Ancillotto (2015) pontuaram os maiores impactos que os morcegos sofrem em ambientes urbanos, como a presença de predadores oportunistas, competição com espécies exóticas por abrigos, colisão com automóveis, maior competição por alimento, riscos a saúde dos morcegos e o conflito com os seres humanos, que pode acarretar na morte dos animais, este último aspecto fato evidenciado neste trabalho.

A composição de espécies urbanas foi representada por animais de fácil adaptação aos ambientes antrópicos, com predomínio de *M. molossus*, espécie encontrada em um maior número de abrigos e com ampla distribuição no Município. Os Molossidae tiveram preferências por forros e caibros como abrigos, enquanto os Phyllostomidae foram encontrados em refúgios mais amplos, com telhados altos. A presença dos morcegos frugívoros abrigando-se na vegetação urbana reforça a versatilidade destas espécies em explorar o ambiente urbano, abrigando-se em refúgios naturais e artificiais.

O monitoramento de abrigos é fundamental para a avaliação da real riqueza de uma determinada localidade, em conjunto com o uso das redes de neblina e dos monitoramentos acústicos. Em áreas urbanas os conflitos entre humanos e morcegos, principalmente os abrigados em residências, pode desencadear um problema para as colônias, já que correm o risco de serem eliminadas por moradores, afetando sua conservação (Russo & Ancillotto, 2015). Sendo assim, as campanhas de educação ambiental podem ser consideradas medidas que minimizam a interação negativa, assim como ampliam o manejo ecológico das colônias.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos a prefeitura de São José do Egito juntamente com sua Secretaria de Saúde e Departamento de Vigilância Sanitária, em nome de Ednaldo Gomes, José Carlos e Antônio Carlos. Aos colaboradores, João Teobaldo e Assis Azevedo. Gestores e gestoras das escolas em que desempenhamos todo o trabalho de educação ambiental, aos moradores do município de São José do Egito e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aguiar LMS. 2007. Subfamília Desmodontinae. Pp. 39-43. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. 2007. Morcegos do Brasil. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Ávila-Flores R, Fenton MB. 2005. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* 86: 1193-1204. <http://doi.org/10.1644/04-MAMM-A-085R1.1>.
- Barros RSM, Bisaggio EL, Borges RC. 2006. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biota Neotropical* 6(1). <http://doi.org/10.1590/S1676-06032006000100012>.
- Biavatti T, Costa LM, Esbérard CEL. 2015. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em refúgios diurnos artificiais na região sudeste do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* 22: 239-253. www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v22n2/v22n2a03.pdf.
- Bredt A, Uieda W. 1996. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. *Chiroptera Neotropical* 2(2): 54-57. www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=7813593&pid=S0101-8175199900030001200013&lng=en.
- Bredt A, Araújo FAA, Caetano JRJ. 1998. Morcegos em áreas urbanas e rurais. Manual de controle e manejo. Fundação nacional de saúde. Brasília, p. 117. http://bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/services/e-books/manual_manejo_morcegos.pdf.
- Bredt A, Uieda W, Magalhães ED. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(3): 731-770. <http://doi.org/10.1590/S0101-81751999000300012>.
- Brosset A, Charles-Dominique P, Cockle A, Cosson JF, Masson D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74: 1974-1982. <http://doi.org/10.1139/z96-224>.
- Coleman JL, Barclay RMR. 2011. Urbanization and the abundance and diversity of prairie bats. *Urban Ecosyst.* 15:87-102. <http://doi.org/10.1007/s11252-011-0181-8>.
- Corrêa MMO, Lazar A, Dias D, Bonvicino CR. 2013. Quirópteros Hospedeiros de Zoonoses no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia* 67: 23-38. www.arca.fiocruz.br/handle/icict/11604.
- Eisenberg J. 1989. Mammals of the Neotropics: the Northern Neotropics. University of Chicago Press, Chicago.
- Eisenberg JF, Redford KH. 1999. Mammals of the Neotropics The Central Tropics. Ecuador, Peru, Bolívia, Brazil. The University of Chicago Press Chicago.
- Esbérard CEL, Martins LFS, Cruz RC, Costa RC, Nunes MS, Luz EM, Chagas AS. 1997. Aspectos da biologia de *Lonchorhina aurita* no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae). *Bioikos* 10(1-2): 46-49. www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000088&pid=S1676-0603201000040003000018&lng=pt.
- Esbérard CEL. 2003. Armadilha para retirada de morcegos abrigados em telhado. *Chiroptera Neotropical* 9(1-2): 164-166. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/256>.
- Esbérard CEL, Motta JA, Perigo C. 2005. Morcegos cavernícolas da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. *Revista Brasileira de Zootecias* 7: 311-325. <https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/165/153>.
- Vilar, E.M. et al.: Abrigos de morcegos em Pernambuco
- Esbérard CEL. 2011. Variação do tamanho de colônias de *Molossus molossus* e *Molossus rufus* no Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation* 6(2): 72-77. <http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/viewFile/nbc.2011.62.01/517>.
- Estrada A, Coates-Estrada R. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103(2): 237-245. [http://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00135-5](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00135-5).
- Fabián ME, Gregorin R. 2007. Família Molossidae, Pp. 149-167. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. (Eds.), Morcegos do Brasil. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK, Syme DM. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24: 440-446. <http://doi.org/10.2307/2388615>.
- Feijó A, Rocha PA, Althoff SL. 2015. New species of *Histiotus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from northeastern Brazil. *Zootaxa* 4048: 412. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4048.3.4>.
- Gardner AL (Ed.), 2007 [2008]. Mammals of South America. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, and United Kingdom, London.
- Gregorin R, Taddei VA. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoologia Neotropical* 9: 13-32.
- Guerra D. 2007. Quiróptera de Pernambuco: Distribuição e aspectos biológicos. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Brasília, 2010.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Sumário Executivo do livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, 2014.
- Koopman KF. 1993. Order Chiroptera. Pp. 137-241. In Wilson DE, Reeder DM. Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference. 2ª ed. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Lassieur SDE, Wilson DE. 1989. *Lonchorhina aurita*. *Mammalian Species* 347: 1-4.
- Leal ESB. 2007. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Monografia. (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Leal ESB. 2008. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Campus da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Monografia. (Especialização em Zoologia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Lima IP. 2008. Espécies de morcegos (Mammalia: Chiroptera) registradas em parques nas áreas urbanas do Brasil e suas implicações no uso deste ambiente. Pp. 71-86. In Reis NR, Peracchi AL, Santos GASD (Eds.), Ecologia de Morcegos. Technical Books Editora, Londrina.
- Lira TC, Pontes ARM, Santos KRP. 2009. Occurrence of the chestnut long-tongued bat *Lionycteris spurrelli* Thomas, 1913 (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. *Biota Neotropical* 9(1): 253-256. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032009000100025>.
- Locateli D. 2004. Manejo Ecológico de morcegos (Mammalia; Chiroptera) no município de Linhares, ES. Pp. 236. In anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia. Sociedade Brasileira de Zoologia, São Paulo.
- Melo KM. 2007. Interação entre os morcegos e o homem em área urbana do município de Olinda, PE. Relatório de Estágio (Medicina Veterinária), Universidade federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Mendes P, Vieira TB, Oprea M, Brito D, Ditchfield AD. 2011. Roost use by bats in Espírito Santo, Brazil: Comparison of a protected area, a rural landscape, and an urban landscape. *Cuadernos de Investigación UNED*, 3(2): 195-201.
- Moratelli R, Calisher CH. 2015. Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses? *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 110(1). <http://doi.org/10.1590/0074-02760150048>.
- Nogueira M, de Lima I, Moratelli R, Tavares V, Gregorin R, Peracchi A. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10(4): 808-821. <http://doi.org/10.15560/10.4.808>.



- Nogueira MR, Dias D, Peracchi AL. 2007. Subfamília Glossophaginae. Pp. 45-60. In Morcegos do Brasil (Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. (Eds.), Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Nunes H, Rocha FL, Cordeiro-Estrela P. 2016. Bats in urban areas of Brazil: roosts, food resources and parasites in disturbed environments. *Urban Ecosystems*, 19: 1-7. <http://doi.org/10.1007/s11252-016-0632-3>.
- Pacheco SM, Sodré M, Gama AR, Bredt A, Cavallini-Sanches EM, Marques RV, Guimarães MM, Bianconi G. 2010. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 630-647. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/53>.
- Percequillo A, Santos K, Campos B, Santos R, Toledo G, Langguth A. 2007. Mamíferos dos Remanescentes Florestais de João Pessoa, Paraíba. *Biologia Geral e Experimental* 7(2): 17-31. www.biologiageralexperimental.bio.br/temas/mamiferos/2.pdf.
- Prone B, Zanon CMV, Benedito, E. 2012. Bats (Chiroptera, Phyllostomidae) in the urbanized area in South of Brazil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 34(2): 155-162. <http://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v34i2.8783>.
- Redford KH, Eisenberg JF. 1992. *Mammals of the Neotropics The southern cone Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. v. 2. The University of Chicago Press, Chicago.
- Reis, NR; Lima, IP, Peracchi, AL. 2006. Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3): 739-746. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752002000300011>.
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. 2007. *Morcegos do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Russo D, Ancillotto L. 2015. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mammalian Biology* 80: 220-227. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.10.003>.
- Schlaepfer MA, Runge MC, Sherman P. 2002. Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 474-480. [http://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02580-6](http://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02580-6).
- Silva LAM. 2000. Levantamento de morcegos (Mammalia; Chiroptera) com ênfase a alimentação na Estação Ecológica de Caetés, Paulista, PE. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Silva LAM, Marinho-Filho J. 2009. Novos Registros de Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na Caatinga de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Nordestina de Zoologia* 4(2): 76-84.
- Silva SG, Anacleto TCS. 2011. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. *Chiroptera Neotropical* 17(2): 1003-1012. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/132>.
- Stone EL, Harris S, Jones G. 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 80(3): 213-219. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.02.004>.
- Vizotto LD, Taddei VA. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. *Boletim de Ciências: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto* 1: 1-72.
- Willig MR. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in caatingas and cerrado bat communities from northeast Brazil. *Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History* 23: 1-131. http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/willig/Willig_pdf/BM_1_Willig_1983.pdf.
- Zukal J, Pikula J, Bandouchova H. 2015. Bats as bioindicators of heavy metal pollution history and prospect. *Mammalian Biology* 80: 220-227. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.01.001>.

Submetido em 14/dezembro/2016

Aceito em 31/julho/2017



Registros de interação entre morcegos e plantas no estado do Rio de Janeiro

Theany Biavatti¹; Luciana de Moraes Costa^{2,*} & Maria Verônica Leite Pereira Moura¹

¹ Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

² Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

* Autor para correspondência: costalucianam@gmail.com

Resumo: A interação entre morcegos e plantas é ecologicamente importante, pois plantas fornecem alimento aos morcegos enquanto estes podem dispersar sementes e polinizar flores. O presente trabalho objetivou analisar o que se conhece sobre as interações que ocorrem entre morcegos e plantas no estado do Rio de Janeiro. Nós identificamos (i) onde há registros dessas interações, (ii) as espécies de morcegos e as espécies de plantas envolvidas na interação, (iii) as estruturas morfológicas das plantas consumidas pelos morcegos e (iv) as metodologias utilizadas para detectar o consumo alimentar por morcegos. Encontramos 20 estudos com dados de plantas utilizadas na alimentação de morcegos. Nós identificamos a ocorrência do consumo de 47 espécies de plantas por 18 espécies de morcegos. A família Piperaceae foi a mais representativa. *Artibeus lituratus* foi a espécie com mais registros de consumo de plantas e *Anoura caudifer*, *Chrotopterus auritus*, *Chiroderma villosum*, *Pygoderma bilabiatum* e *Vampyressa pusilla*, tiveram registro de consumo de somente uma espécie de planta. Nove espécies de plantas são exóticas. Frutos do tipo drupa e baga são características típicas da síndrome da quiropterocoria e foram predominantes na alimentação de morcegos filostomídeos, enquanto flores claras são características da quiropterofilia e foram as mais visitadas por morcegos. A maioria dos estudos utilizou análises de amostras fecais como metodologia. Mais levantamentos devem ser realizados em diversas regiões do estado do Rio de Janeiro. A utilização de diferentes metodologias pode contribuir para obter o real número de espécies de plantas consumidas por quirópteros no estado.

Palavras-Chave: Quiropterocoria; Quiropterofilia; Interação.

Abstract: Records of interaction between bats and plants in the state of Rio de Janeiro. The interaction between bats and plants is ecologically important because plants provide food for bats, which disperse seeds and pollinate flowers. Thus, the aim of this study was to examine what is known about the interactions that occur between bats and plants in the state of Rio de Janeiro. We identified (i) areas where there is a record of interactions, (ii) bat species and plants species involved in the interaction, (iii) morphological plant structures consumed by bats and (iv) methodologies used to detect consumed plants structures. We found 20 studies with plant data used to feed bats. We identified the occurrence of consumption of 47 plant species by 18 species of bats. The Piperaceae was the most representative. *Artibeus lituratus* was the species with the most records of plant consumption and *Anoura caudifer*, *Chrotopterus auritus*, *Chiroderma villosum*, *Pygoderma bilabiatum* and *Vampyressa pusilla*, with record consumption of only one species of plant. Nine species of plants are exotic. Fruits of the drupe type and berry type that have typical features of the chiropterocory syndrome were predominant in bats phyllostomid, while light flowers are characteristic of chiropterophily and were the most visited for bats. The most of studies used fecal sample analysis as a methodology. More surveys should be carried in several regions of the state of Rio de Janeiro. The use of different methodologies can contribute to the detection the real number of species of plants consumed by Chiroptera in the state.

Key-Words: Chiropterocory; Chiropterophily; Interaction.

INTRODUÇÃO

Ao longo da evolução das plantas, surgiram mecanismos para que atraem animais específicos e assim garantem um maior sucesso na polinização e na dispersão de flores (Galvão & Medeiros, 2002). Esses mecanismos

caracterizam a coevolução, em que dois sistemas têm impacto sobre a evolução do outro (Burin *et al.*, 2012). Importante para o processo de coevolução é o mutualismo entre animais e plantas (Messias & Alves, 2009).

A interação mutualística entre animais e plantas beneficia a ambos (Morellato & Leitão-Filho, 1992; Pereira



et al., 1995). Nesta interação, enquanto as plantas têm seus propágulos dispersados e geralmente depositados longe da planta-mãe (Howe & Smallwood, 1982), os animais retiram os nutrientes necessários dos frutos à sua dieta (Morellato & Leitão-Filho, 1992; Oliveira & Lemes, 2010). Além da dispersão, diversas espécies de animais têm importante papel na polinização de plantas superiores (*e.g.*, Silva & Peracchi, 1995) ou vasculares, que compreendem as angiospermas e as gimnospermas (Oliveira, 2011).

Na dispersão de sementes e na polinização, as plantas apresentam características específicas conhecidas como síndromes (Fleming, 1988). Síndromes de dispersão são características e adaptações moldadas pela interação entre planta e agente dispersor (Pijl, 1972). A síndrome de polinização é o conjunto de características florais que pode ser usado para inferir os polinizadores (Fenster *et al.*, 2004). Estas características atraem os animais para o consumo de seus frutos e do néctar de suas flores (Fleming, 1988; Pereira *et al.*, 1995). Quiropterocoria está relacionada aos atributos dos frutos dispersados por morcegos e a síndrome da quiropterofilia são as características encontradas nas flores polinizadas por esses mamíferos (Silva & Peracchi, 1995; Pijl, 1961). Frutos apresentam tamanhos grandes, são suculentos, fracamente protegidos, com odor de azedo e fermentação, coloração que varia de esverdeada a amarronzada e dispostos de forma exposta por flagelicarpia ou caulicarpia nas plantas (Pijl, 1957, 1972). Flores têm antese noturna e odor forte, coloração branca ou pálida e produção de grande quantidade de pólen e néctar, além do posicionamento da flor externamente à folhagem (Pijl, 1972; Silva & Peracchi, 1995; Bredt *et al.*, 2012). Por outro lado, morcegos também podem ser atraídos por frutos que não apresentam tais características (Galetti *et al.*, 2011), podendo assim dispersar e polinizar plantas que não estão incluídas na quiropterocoria e na quiropterofilia.

A cada noite, os morcegos transportam centenas de sementes que podem germinar ou serem incorporadas ao banco de sementes do solo (Bredt *et al.*, 2012). Além disso, esses animais apresentam hábito de voar preferencialmente em áreas abertas, dispersando principalmente sementes de plantas pioneiras e secundárias (Muscarella & Fleming, 2007; Oliveira & Lemes, 2010), podendo contribuir, desta forma, na recuperação de áreas degradadas (Bredt *et al.*, 2012) e na manutenção de populações de plantas (Forget *et al.*, 2011).

Dentro da Ordem Chiroptera, a família Phyllostomidae é a mais diversa em número de espécies (Nogueira *et al.*, 2014) e em variedade de hábitos alimentares (Peracchi *et al.*, 2011). Nessa família, as espécies com hábitos alimentares frugívoros, nectarívoros ou onívoros são as que podem consumir frutos e néctar (*e.g.*, Silva & Peracchi, 1995).

Com relação às plantas Angiospermas, aquelas que produzem frutos envolvendo as sementes (Forzza *et al.*, 2010), e consumidos por animais frugívoros, existem 7.181 espécies que ocorrem no estado do Rio de Janeiro (Baumgratz *et al.*, 2014), sendo que 30 destas já foram identificadas como alimento, sendo consumidas

por diferentes espécies de morcegos (Bredt *et al.*, 2012). As plantas pioneiras das famílias Moraceae, Piperaceae e Urticaceae estão incluídas na quiropterocoria sendo consumidas, preferencialmente, por espécies de morcegos, como as do gênero *Artibeus* e *Carollia* (Marinho-Filho, 1991; Muller & Reis, 1992; Muscarella & Fleming, 2007; Gomes, 2013). Representantes dessas famílias apresentam síndromes, tais como inflorescência tipo sicônio (Neto *et al.*, 2013 a e b) de coloração verde a avermelhada e posição terminal nas Moraceae (Weiblen, 2000); frutos do tipo drupa de coloração creme, esverdeado, amarelado ou marrom, agrupados e expostos à folhagem nas Piperaceae (Jaramilos & Manos, 2001) e frutos do tipo aquênio reunidos em infrutescências axilares nas Urticaceae (Bonsen & Welle, 1984).

Na última década, pesquisas envolvendo frugivoria e dispersão de sementes quadruplicaram (Forget *et al.*, 2011) sendo utilizadas diferentes metodologias para a verificação do consumo alimentar e efetividade de germinação de sementes, como coleta de amostras fecais para amostragem do número de sementes dispersadas, radiotelemetria para avaliação do deslocamento do dispersor e germinação de sementes para avaliar os efeitos da passagem de sementes pelo trato digestivo do animal (Sette, 2012). No entanto, ainda são recentes os estudos sobre a interação entre morcegos e plantas no Brasil (Sette, 2012), havendo lacunas de conhecimento sobre o tema. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o que se conhece sobre as interações entre morcegos e plantas no estado do Rio de Janeiro. Através de uma revisão bibliográfica, identificamos (i) onde há registros dessas interações no estado do Rio de Janeiro, (ii) as espécies de morcegos e as espécies de plantas envolvidas na interação, (iii) as estruturas morfológicas das plantas consumidas pelos morcegos e (iv) as metodologias utilizadas pelos autores para detectar o consumo alimentar por morcegos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do presente estudo utilizamos dados da literatura obtidos através das seguintes fontes: banco de teses da CAPES (www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses), SciELO (www.scielo.org), Scopus (www.scopus.com/home.url) e Google Scholar (<http://scholar.google.com.br>), além de livros como: Sistemática de Angiospermas do Brasil (Barroso *et al.*, 1978); Árvores Brasileiras e Árvores exóticas do Brasil (Lorenzi, 1992, 2009); e Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (Kiyama & Bianchini, 2002; Lysak *et al.*, 2012). Realizamos as buscas utilizando as palavras “morcegos”, “bats”, “Chiroptera”, “plantas”, “plants”, “sementes”, “seeds”, “flores”, “flowers”, “quiropterocoria”, “quiropterofilia”, “dispersão”, “polinização”, “Rio de Janeiro” e a combinação das mesmas. Realizamos as buscas entre março e junho de 2014.

Plotamos as localidades amostradas em um mapa das regiões do estado do Rio de Janeiro propostas por Saraça *et al.* (2009), assim identificamos as regiões com maior concentração de estudos sobre interações entre

morcego e planta no estado do Rio de Janeiro. Elaboramos o mapa através do Quantum Gis 2.2.0. Classificamos as localidades em três grupos: Área urbana, Unidades de Conservação e plantações de bananas. Consideramos área urbana as localidades não inseridas em Unidade de Conservação que apresentavam urbanização. Plantações de bananas são ambientes caracterizados por apresentarem elevada quantidade de captura de morcegos fitófagos, envolvendo assim elevada interação entre morcegos e plantas.

Para as espécies de plantas registramos a família, o nome vulgar e se são nativas no Brasil. Para consulta das espécies de plantas nativas utilizamos a Lista de Espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Para as partes consumidas dessas plantas registramos a coloração, o tipo morfológico do fruto (drupa, baga, sicônio e aquênio) e a localização na planta (expostas ou não na folhagem). Desconsideramos espécimes sem identificação no nível de espécie.

Contabilizamos os estudos que descreviam as metodologias utilizadas para detectar o consumo de plantas por morcegos. Para isso classificamos as metodologias em (i) análises de amostras fecais, (ii) observações diretas do consumo do fruto ou do néctar e (iii) análises de amostras fecais junto de restos alimentares encontrados em refúgios ou na boca do animal.

RESULTADOS

Encontramos 20 estudos com dados de plantas utilizadas na alimentação de morcegos no estado do Rio de Janeiro (Tabela 1), sendo 15 artigos publicados em revistas, duas publicações em anais de eventos, uma dissertação de mestrado, uma tese de doutorado e um capítulo de livro. Registramos 25 localidades (Tabela 1, Figura 1).

Em relação às regiões do estado, 13 localidades foram registradas na região Urbano-Industrial (52%), oito na região Turística da Costa Verde (32%), duas na região Turística dos Lagos Fluminenses (8%) e duas na região Industrial do Médio Paraíba (8%). As outras cinco regiões do estado não apresentaram registros sobre interação entre morcego e planta. Dessas localidades, 10 (40%) foram classificadas como Unidades de Conservação, oito (32%) como áreas de plantação de banana e sete (28%) como inseridas em área urbana.

Registramos 47 espécies de plantas, pertencentes a 15 famílias cujas partes florais e/ou frutos foram consumidas por 18 espécies de morcegos pertencentes a quatro subfamílias de Phyllostomidae (Tabela 2). O fruto foi a estrutura vegetal mais consumida ($N = 43$ espécies; 89,4%), seguida das partes florais néctar e/ou pólen ($N = 3$ espécies; 6,4%). O consumo das folhas ocorreu

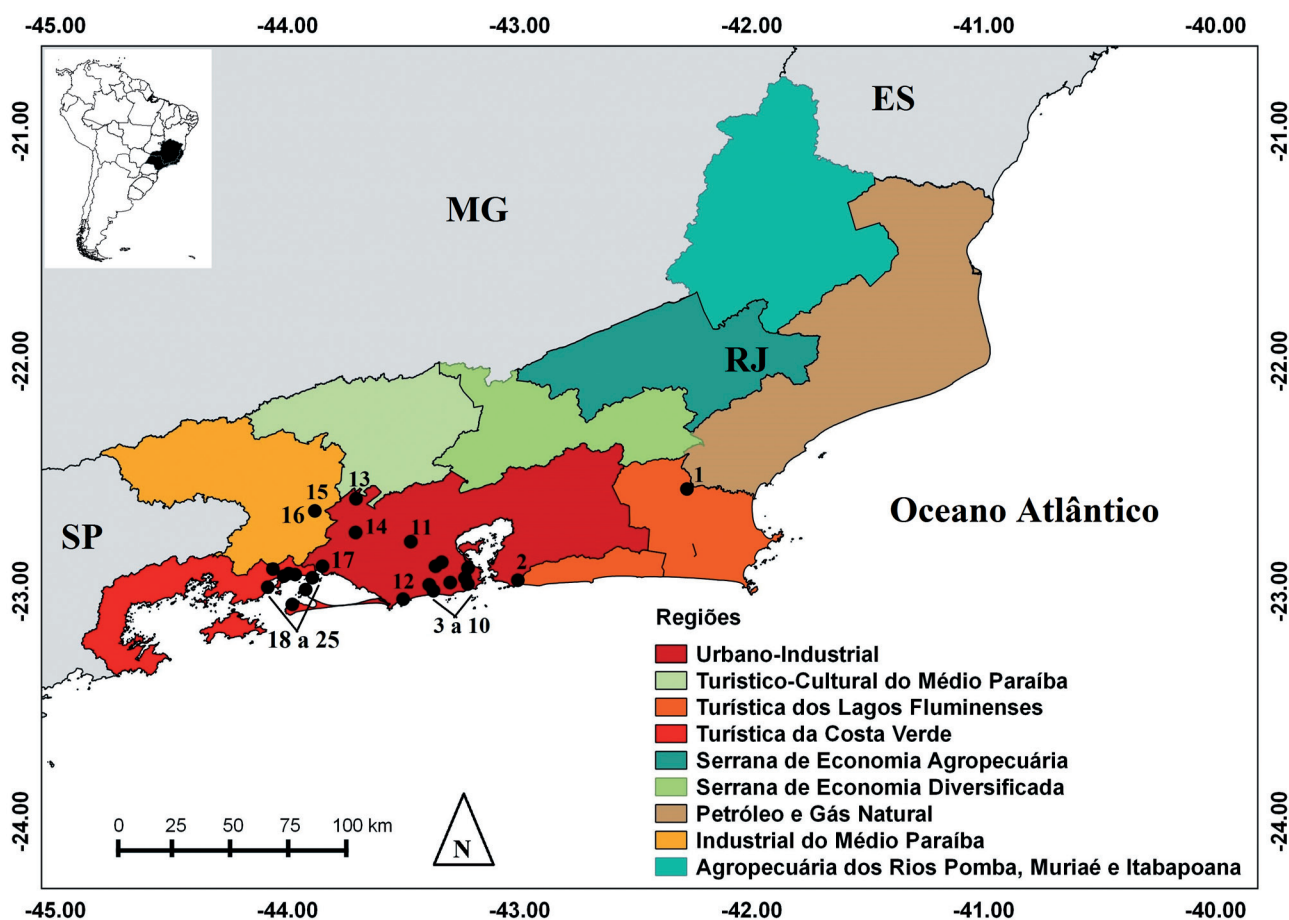


Figura 1: Localidades onde foram observadas interações entre morcegos e plantas no estado do Rio de Janeiro, Brasil. (1) Reserva Biológica de Poço das Antas, (2) Parque Estadual Serra da Tiririca, (3) Quinta da Boa Vista, (4) Maciço da Tijuca, (5) Jardim Botânico do Rio de Janeiro, (6) Parque Nacional da Tijuca, (7) Madureira, (8) Vila Valqueire, (9) Jacarepaguá, (10) Parque Arruda Câmara, (11) Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, (12) Parque Natural Municipal da Prainha, (13) Parque Natural Municipal do Curió, (14) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (15) Cacaria, (16) Pirai, (17) Itaguaí, (18) Ilha de Itacuruçá, (19) Ilha de Jaguanum, (20) Ilha da Marambaia, (21) Muriqui, (22) Santa Bárbara, (23) Sahy, (24) Porto Bello, (25) Conceição de Jacareí.

Tabela 1: Localidades amostradas, municípios, regiões do estado do Rio de Janeiro e descrição da área com registro de consumo de plantas por morcegos. Os números indicam a posição no mapa da Figura 1.

Nº	Localidade	Município	Região	Descrição da Área	Referência Bibliográfica
1	Reserva Biológica de Poço das Antas	Silva Jardim	Turística dos Lagos Fluminenses	Unidade de Conservação	Mello <i>et al.</i> , 2004
2	Parque Estadual Serra da Tiririca	Maricá	Turística dos Lagos Fluminenses	Unidade de Conservação	Teixeira & Peracchi, 1996
3	Quinta da Boa Vista	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Área urbana	Pereira & Esbérard, 2009
4	Maciço da Tijuca	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Esbérard <i>et al.</i> , 1996
5	Jardim Botânico do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Área urbana	Nogueira & Peracchi, 2002, 2003
6	Parque Nacional da Tijuca	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Verçoza <i>et al.</i> , 2012
7	Madureira	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Área urbana	Novaes & Nobre, 2009
8	Vila Valqueire	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Área urbana	Novaes & Nobre, 2009
9	Jacarepaguá	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Área urbana	Novaes & Nobre, 2009
10	Parque Arruda Câmara	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Nogueira <i>et al.</i> , 2003
11	Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Novaes <i>et al.</i> , 2009
12	Parque Natural Municipal da Prainha	Rio de Janeiro	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Novaes <i>et al.</i> , 2010
13	Parque Natural Municipal do Curió	Paracambi	Urbano-Industrial	Unidade de Conservação	Gomes, 2013
14	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Seropédica	Urbano-Industrial	Área urbana	Silva & Peracchi, 1995, 1999; Silva <i>et al.</i> , 1996, 1997
15	Cacaria	Pirai	Industrial do Médio Paraíba	Bananal	Luz, 2012
16	Pirai	Pirai	Industrial do Médio Paraíba	Área urbana	Pereira <i>et al.</i> , 1995
17	Itaguaí	Itaguaí	Urbano-Industrial	Bananal	Luz, 2012
18	Ilha de Itacuruçá	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012
19	Ilha de Jaguanum	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Unidade de Conservação	Esbérard <i>et al.</i> , 2009
20	Ilha da Marambaia	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Unidade de Conservação	Costa & Peracchi, 2005
21	Muriqui	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012
22	Santa Bárbara	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012
23	Sahy	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012
24	Porto Bello	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012
25	Conceição de Jacareí	Mangaratiba	Turística da Costa Verde	Bananal	Luz, 2012





Tabela 2: Lista de espécies de plantas utilizadas como fonte de alimento por morcegos da família Phyllostomidae no estado do Rio de Janeiro, Localidade amostrada, nome vulgar da planta, parte consumida, Subfamília e espécie do morcego. * espécies nativas para o Brasil.

Família Espécie Vegetal	Descrição da Área	Nome Vulgar	Parte Consumida	Subfamília do Morcego	Espécie	Referências
ANACARDIACEAE						
<i>Mangifera indica</i> L.	Área urbana	Mangueira	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
<i>Spondias cythera</i> Sonn. *	Área urbana	Cajazeiro	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
ARECACEAE						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman *	Unidade de Conservação e área urbana	Jerivá, coquinho, baba-de-boi	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009; Costa & Peracchi, 2005
COMBRETACEAE						
<i>Terminalia catappa</i> L.	Unidade de Conservação e área urbana	Chapéu-de-sol, Amendoeira da praia	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009; Costa & Peracchi, 2005
EBENACEAE						
<i>Diospyros kaki</i> L.f. *	Área urbana	Caqui	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
FABACEAE						
<i>Albizia lebeck</i> L.	Área urbana	Ébano	Folha	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
<i>Bauhinia cupulata</i> Benth. *	Área urbana	Pata de vaca	Pólen e Néctar	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	Silva <i>et al.</i> , 1997
LYTHRACEAE						
<i>Lofoensia glyptocarpa</i> Koehne *	Área urbana	Mirindiba rosa, Louro de São Paulo	Pólen e Néctar	Glossophaginae, Phyllostominae, Stenodermatinae	<i>Glossophaga soricina</i> , <i>Phyllostomus hastatus</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> e <i>Artibeus lituratus</i>	Silva & Peracchi, 1999
MORACEAE						
<i>Ficus arpaus</i> Casar. *	Bananal	Mata pau	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Ficus</i> aff. <i>Gomelleira</i> Kunth *	Unidade de Conservação	Gamela	Fruto	Carollinae, Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Vampyressa pusilla</i>	Gomes, 2013
<i>Ficus enormis</i> Mart. Ex Miq. *	Unidade de Conservação	Figueira-da-pedra	Fruto	Stenodermatinae	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005
<i>Ficus insipida</i> Willd. *	Unidade de Conservação	Figueira branca	Fruto	Carollinae, Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus fimbriatus</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005; Gomes, 2013
<i>Ficus tomentella</i> (Miq.) Miq. *	Área urbana	Figueira roxa	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus fimbriatus</i> , <i>Artibeus planirostris</i> , <i>Artibeus obscurus</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> , <i>Chiroderma doriae</i> , <i>Chiroderma villosum</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Nogueira & Peracchi, 2003; Pereira & Esbérard, 2009
MUSACEAE						
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Área urbana	Bananeira	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> e não identificado	Novaes & Nobre, 2009; Luz, 2012
MYRTACEAE						
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O.Berg. *	Área urbana	Jabuticabeira	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
<i>Psidium guajava</i> L.	Unidade de Conservação e área urbana	Goiabeira	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus obscurus</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005; Novaes & Nobre, 2009
<i>Psidium guineense</i> Sw. *	Bananal	Araçá	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Área urbana	Jamelão	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Área urbana	Jambo rosa	Néctar	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	Silva <i>et al.</i> , 1996
PIPERACEAE						
<i>Ottonia anisum</i> Spreng. *	Área urbana	Jaborandi-falso	Fruto	Carollinae e Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Artibeus lituratus</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Pereira <i>et al.</i> , 1995



Família Espécie Vegetal	Descrição da Área	Nome Vulgar	Parte Consumida	Subfamília do Morcego	Espécie	Referências
<i>Piper amplum</i> Kunth*	Unidade de Conservação	Não Encontrado	Fruto Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus fimbriatus</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005; Luz, 2012
<i>Piper arboreum</i> Aubl.*	Unidade de Conservação	Jaborandi, fruto do morcego, pimenta de macaco	Fruto	Carollinae e Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus planirostris</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005; Luz, 2012; Gomes, 2013
<i>Piper caldense</i> C.DC.*	Unidade de Conservação	Pimenta d'água	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>	Costa & Peracchi, 2005
<i>Piper cernuum</i> Vell.*	Unidade de Conservação	Pimenta de morcego	Fruto	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Gomes, 2013
<i>Piper chimnananthifolium</i> Kunth*	Bananal	Não encontrado	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Piper diospyrifolium</i> Kunth*	Unidade de Conservação	João-borandi	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Costa & Peracchi, 2005
<i>Piper divaricatum</i> G.Mey.*	Bananal	Não encontrado	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Piper hoffmannseggianum</i> Roem. & Schult.*	Bananal	Não encontrado	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Piper mollicomum</i> Kunth*	Unidade de Conservação e bananal	Jaborandi manso	Fruto	Carollinae, Phyllostominae e Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Chrotopterus auritus</i> , <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus obscurus</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Costa & Peracchi, 2005; Gomes, 2013; Luz, 2012
<i>Piper ovatum</i> Vahl.*	Bananal	Não encontrado	Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Piper rivinoides</i> Kunth*	Unidade de Conservação e bananal	Não encontrado	Fruto	Carollinae, Phyllostominae	<i>Carollia perspicillata</i> e <i>Phyllostomus hastatus</i>	Gomes, 2013; Luz, 2012
<i>Piper umbellatum</i> L.*	Unidade de Conservação	Pariparoba	Fruto	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Gomes, 2013
ROSACEAE						
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Área urbana	Nêspera, ameixa amarela	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes & Nobre, 2009
RUBIACEAE						
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.*	Unidade de Conservação	Grandiúva-de-anta, cafezinho-roxo-da-mata	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus fimbriatus</i> , <i>Chiroderma doriae</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> e <i>Platyrrhinus recifinus</i>	Novaes et al., 2010
SAPOTACEAE						
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	Unidade de Conservação	Sapotizeiro	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Novaes et al., 2010
<i>Pouteria calmito</i> (Ruiz & Pav.) Ralck.*	Unidade de Conservação	Ablu	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Esbérard et al., 2009
SOLANACEAE						
<i>Solanum americanum</i> Mill.*	Unidade de Conservação	Maria preinha	Fruto	Carollinae e Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> e <i>Pygoderma bilabiatum</i>	Gomes, 2013
<i>Solanum argenteum</i> Blanchet ex Dunal*	Unidade de Conservação	Cambará de cheiro	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus obscurus</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> e <i>Platyrrhinus recifinus</i>	Costa & Peracchi, 2005
<i>Solanum leucadendron</i> Sendtn*	Bananal		Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Solanum odoriferum</i> Vell.*	Unidade de Conservação		Fruto	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Gomes, 2013
<i>Solanum paniculatum</i> L.*	Unidade de Conservação	Jurubeba	Fruto	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	Gomes, 2013
<i>Solanum stipulatum</i> Vell.*	Bananal		Fruto	—	Não especificado	Luz, 2012
<i>Dysochroa viridiflorum</i> (Sims) Miers*	Unidade de Conservação		Néctar e Fruto	Carollinae, Glossophaginae e Stenodermatinae	<i>Carollia perspicillata</i> , <i>Anoura caudifer</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Verçosa et al., 2012
URTICACEAE						
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.*	Unidade de Conservação	Embaúba vermelha	Fruto	Phyllostominae, Stenodermatinae	<i>Tonatia bidens</i> , <i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus obscurus</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> , <i>Platyrrhinus recifinus</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Novaes & Nobre, 2009; Novaes et al., 2009; Costa & Peracchi, 2005; Gomes, 2013
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.*	Unidade de Conservação	Embaúba prateada	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	Gomes, 2013
<i>Cecropia lyratiloba</i> Miq.*	Unidade de Conservação	Embaúba, árvore da preguiça	Fruto	Phyllostominae, Stenodermatinae	<i>Tonatia bidens</i> , <i>Artibeus obscurus</i> , <i>Platyrrhinus lineatus</i> e <i>Sturnira lilium</i>	Costa & Peracchi, 2005; Novaes et al., 2009
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul*	Unidade de Conservação	Embaúba branca	Fruto	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> , <i>Artibeus fimbriatus</i> e <i>Platyrrhinus recifinus</i>	Gomes, 2013



Tabela 3: Subfamília, espécie dos morcegos e o número de espécies de plantas com dados de consumo pelos respectivos morcegos com as porcentagens entre parêntesis no estado do Rio de Janeiro.

Subfamília	Espécie	Número de espécies de plantas consumidas
Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	11 (23,9%)
Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	3 (6,5%)
	<i>Anoura caudifer</i>	1 (2,2%)
Phyllostominae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	2 (4,3%)
	<i>Tonatia bidens</i>	2 (4,3%)
	<i>Chrotopterus auritus</i>	1 (2,2%)
Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	25 (54,3%)
	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	12 (26,1%)
	<i>Artibeus fimbriatus</i>	5 (10,9%)
	<i>Artibeus obscurus</i>	5 (10,9%)
	<i>Sturnira lilium</i>	5 (10,9%)
	<i>Platyrrhinus recifinus</i>	4 (8,7%)
	<i>Artibeus planirostris</i>	2 (4,3%)
	<i>Chiroderma doriae</i>	2 (4,3%)
	<i>Chiroderma villosum</i>	1 (2,2%)
	<i>Vampyressa pusilla</i>	1 (2,2%)
	<i>Pygoderma bilabiatum</i>	1 (2,2%)
	<i>Uroderma magnirostrum</i>	Não Especificado

somente no ébano *Albizia lebbbeck* (N = 1 espécie; 2,1%), enquanto o fornecimento de fruto e néctar juntos ocorreu somente na epífita *Dyssochroma viridiflorum* (N = 1 espécie; 2,1%) (Tabela 2).

Dentre as 15 famílias de plantas com dados de consumo por morcegos, a família Piperaceae foi a mais representativa, com um total de 13 espécies registradas (27,7%), seguida pelas famílias Solanaceae com sete espécies (14,9%), Moraceae e Myrtaceae com cinco espécies cada uma (10,6%) e Urticaceae, com quatro espécies (8,5%). As demais famílias apresentaram registro de apenas uma ou duas espécies (uma espécie: famílias Arecaceae, Combretaceae, Ebenaceae, Lythraceae, Musaceae, Rosaceae e Rubiaceae; duas espécies: famílias Anacardiaceae, Fabaceae e Sapotaceae).

Das 47 espécies de plantas registradas neste trabalho, nove foram consideradas exóticas (19,14%). Dessas nove, sete apresentaram o fruto consumido, uma apresentou o néctar consumido e uma espécie apresentou a folha consumida. *Artibeus lituratus* foi a espécie que mais consumiu espécies exóticas (N = 8 espécies; 88,88%). *Artibeus obscurus*, *Platyrrhinus lineatus* e *Glossophaga soricina* apresentaram registros consumindo apenas uma espécie de planta exótica no estado do Rio de Janeiro (Tabela 2).

Em Unidades de Conservação, 26 espécies de plantas foram consumidas, sendo que 23 foram nativas e três foram exóticas. Em plantações de banana, 10 espécies foram consumidas e uma foi exótica. Em áreas urbanas, 16 espécies foram consumidas, sendo que 14 foram nativas e oito foram exóticas.

No estado do Rio de Janeiro, *Artibeus lituratus* foi a espécie de morcego que apresentou maior plasticidade na utilização de recursos de plantas (N = 25 espécies; 54,3%) (Tabela 3). As espécies *Platyrrhinus lineatus* e

Carollia perspicillata foram a segunda e a terceira que consumiram maior número de espécies de plantas, com 12 (26,1%) e 11 (23,9%) respectivamente. *Anoura caudifer*, *Chrotopterus auritus*, *Chiroderma villosum*, *Pygoderma bilabiatum* e *Vampyressa pusilla* apresentaram registro de somente uma espécie de planta consumida.

Confirmamos características em 39 espécies de plantas consumidas por morcegos no estado do Rio de Janeiro, que apresentaram frutos evidentes na folhagem e, em sua maioria do tipo drupa (N = 20 espécies; 51,28%), além dos tipos baga (N = 13 espécies; 33,33%), sicônio (N = 5 espécies; 12,82%) e aquênio (N = 1 espécie; 2,56%). As quatro espécies de plantas que produzem flores registradas como fornecedoras de néctar no estado do Rio de Janeiro apresentam cor clara (N = 3 espécies) ou verde (N = 1 espécie), características da síndrome da quiropterofilia.

Em relação às metodologias utilizadas nos estudos para detectar o consumo alimentar por morcegos, a maioria apresentou resultado de análises de amostras fecais (N = 11 estudos; 55%), seguido de observação direta do consumo do fruto ou do néctar (N = 6 estudos; 30%) e de amostras fecais junto de restos alimentares encontrados em refúgios ou na boca do animal (N = 3 estudos; 15%).

DISCUSSÃO

Com esta revisão bibliográfica, pôde-se perceber que existe uma concentração de estudos sobre a interação entre morcego e planta em apenas duas regiões do estado do Rio de Janeiro. As regiões Urbano-Industrial e Turística da Costa Verde apresentaram juntas 87,5% dos estudos. As lacunas geográficas estão em sete regiões das nove estabelecidas para o estado. Um fator importante que contribui para a maior concentração de estudos pode ser a proximidade dessas regiões a três importantes universidades com pesquisadores atuantes no estudo da quiropterofauna no estado Rio de Janeiro (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e a Universidade Federal do Rio de Janeiro) (Brito *et al.*, 2009; Bolzan *et al.*, 2010; Peracchi & Nogueira, 2010). Consequentemente, por questões logísticas, as regiões mais distantes desses centros de pesquisa apresentam pouca ou nenhuma localidade amostrada. Muitos projetos de pesquisas dão prioridade para Unidades de Conservação por serem locais considerados bem preservados, por apresentarem sede, por serem seguros e por estimularem o trabalho de pesquisa (Costa, 2014).

Em Unidades de Conservação, os morcegos são mais generalistas, consumindo mais espécies de plantas e mais espécies nativas em comparação com área urbana e bananal. Mais espécies exóticas foram consumidas em área urbana. O número de espécies de plantas e das partes consumidas por morcegos pode aumentar quando mais regiões/localidades do estado do Rio de Janeiro forem amostradas. Áreas urbanas apresentam diferentes espécies de plantas utilizadas na ornamentação



(Galetti & Morellato, 1994; Novaes & Nobre, 2009), incluindo até mesmo espécies exóticas na alimentação de morcegos (Bredt *et al.*, 2012). A espécie *A. lituratus*, por exemplo, pode consumir variadas espécies de plantas introduzidas em área urbanizada (Fábian *et al.*, 2008) e apresenta registro único, no estado do Rio de Janeiro, de consumo de folhas de *Albizia lebeck*, uma planta introduzida pertencente à família Fabaceae (Novaes & Nobre, 2009).

A família Piperaceae é bastante comum nas formações brasileiras, particularmente na Mata Atlântica, onde as espécies de *Piper* são comuns no sub-bosque (Souza & Lorenzi, 2008). É uma das famílias utilizadas preferencialmente na alimentação de morcegos frugívoros (Ávila-Cabadilla *et al.*, 2012; Muscarella & Fleming, 2007; Gomes, 2013). Solanaceae é a segunda família com maior número de espécies (N = 78 espécies) registradas na alimentação de morcegos na América Latina (Bredt *et al.*, 2012) e, no estado do Rio de Janeiro, foi a segunda mais representativa (Costa & Peracchi, 2005; Gomes, 2013; Luz, 2012; Verçoza *et al.*, 2012). Moraceae foi a terceira família com maior número de espécies dispersadas por morcegos na América Latina (Bredt *et al.*, 2012), assim como no estado do Rio de Janeiro (Costa, 2005; Nogueira & Peracchi, 2003; Pereira & Esbérard, 2009; Gomes, 2013). Myrtaceae também foi a terceira família mais registrada do estado do Rio de Janeiro, apresentando registro de consumo e dispersão de sementes por *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus* e *Platyrrhinus lineatus* e de consumo de néctar pela espécie *Glossophaga soricina* (Silva *et al.*, 1996; Costa & Peracchi, 2005; Novaes & Nobre, 2009; Luz, 2012).

O fruto foi a estrutura vegetal mais consumida. Resultado semelhante já foi relatado por Bredt *et al.*, (2012) em um levantamento bibliográfico sobre as espécies de plantas utilizadas por morcegos da América Latina. Dentre as quatro famílias de plantas que disponibilizam frutos, flores e folhas aos morcegos, de acordo com a listagem de Bredt *et al.* (2012), somente Fabaceae foi registrada no estado do Rio de Janeiro (Silva *et al.*, 1997; Novaes & Nobre, 2009) fornecendo mais de uma estrutura da planta (folhas e flores) como alimento. As demais (Anacardiaceae, Moraceae e Solanaceae) tiveram registro apenas dos frutos sendo consumidos. Esses resultados também podem ser decorrentes das metodologias utilizadas nas pesquisas (Sette, 2012).

A utilização das fezes para identificação das plantas consumidas limita a identificação por não evidenciar determinadas partes, como por exemplo, o sumo de folhas. O sumo é obtido quando folhas consumidas pelos morcegos costumam ser mastigadas e sugadas para obtenção dessa parte líquida, enquanto a parte sólida restante é desprezada em seguida em forma de pelotas orais (Nogueira & Peracchi, 2008). É igualmente limitada a detecção de néctar que também pode não ser percebido facilmente através da análise fecal. Em relação aos frutos, a polpa nas fezes nem sempre permite a identificação do vegetal de origem, mas as sementes na maioria das vezes permanecem inteiras, permitindo a confirmação do consumo do respectivo fruto pelos

morcegos. Sendo assim, a utilização exclusiva da análise das fezes pode não ser eficiente, enquanto mais de uma metodologia para identificação das espécies de plantas pode aumentar a riqueza desses registros (Sette, 2012).

Mais levantamentos devem ser realizados nas regiões de Petróleo e Gás Natural, Turística dos Lagos Fluminenses, Serrana de Economia Diversificada, Industrial do Médio Paraíba, Turístico-Cultural do Médio Paraíba, Serrana de Economia Agropecuária e Agropecuária dos Rios Pomba, Muriaé e Itabapoana. Além de informações sobre as espécies de plantas consumidas, é igualmente importante a realização de estudos sobre as características dessas plantas e suas estruturas morfológicas. Esses dados podem permitir a identificação dos fatores que impelem os morcegos a utilizarem determinada planta como alimento e daqueles que facilitam sua utilização. A utilização de diferentes metodologias, como a coleta de material depositado em refúgios, a observação focal no campo, a radiotelemetria e as análises de conteúdo estomacal e fecal, para detecção das partes de plantas pode contribuir para obter o real número de espécies de plantas consumidas por quirópteros no estado.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por dar suporte às pesquisas. Ao Luiz Antônio Costa Gomes por ler e criticar versões anteriores do trabalho. Luciana de Moraes Costa agradece a bolsa de Pós-Doutorado PAPDRJ (E-26/101.399/2014).

REFERÊNCIAS

- Alves-Araújo A, Alves M. 2012. Two New Species and a New Combination of Neotropical Sapotaceae. *Brittonia* 64(1): 23-29. <http://doi.org/10.1007/s12228-011-9195-z>.
- Ávila-Cabadilla LD, Sanchez-Azofeifa GA, Stoner KE, Alvarez-Anörve MY, Quesada M, Portillo-Quintello CA. 2012. Local and Landscape Factors Determining Occurrence of Phyllostomid Bats in Tropical Secondary Forests. *PLoS ONE* 7(4): e35228. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0035228>.
- Barroso GM, Guimarães E., Ichaso CLF, Costa CG, Peixoto AL. 1978. Sistemática de angiospermas do Brasil.
- Baumgratz JFA, Coelho MAN, Peixoto AL, Mynssen CM, Bediaga BEH, Costa DP, Dalcin E, Guimarães EF, Martinelli G, Silva DSP, Sylvestre LS, Freitas MF, Morim MP, Forzza RC. 2014. Catálogo das Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://florariojaneiro.jbrj.gov.br>. Acessado em: 15 julho. 2014.
- Bolzan DP, Lourenço EC, Costa LM, Lins JL, Nogueira TJ, Dias D, Esbérard CEL, Peracchi AL. 2010. Morcegos da região da Costa Verde e adjacências, Litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 586-595. <http://chiropteraneotropical.net/index.php/cn/index>.
- Bonsen KJ, Welle BJH. 1984. Systematic wood anatomy and affinities of the Urticaceae. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 105: 49-71. ISSN 0006-8152.
- Bredt A, Uieda W, Pedro WA. 2012. Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado.
- Brito D, Oliveira LC, Oprea M, Mello MAR. 2009. An overview of Brazilian mammalogy: trends, biases and future directions. *Revista*



- Brasileira de Zoologia 26(1): 67-73. <http://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100011>.
- Burin CB, Gohr CF, Santos LC. 2012. A coevolução dos contextos macroambiental e setorial das organizações sucroalcooleiras no período 2000 a 2010. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Galvão APM, Medeiros ACS (editores técnicos). 2002. Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Embrapa Florestas.
- Messias AD, Alves FA. 2009. Jerivá (*Syagrus romanzoffiana* – Arecaceae) como oferta de alimento para a fauna silvestre em fragmentos de Mata Ciliar, em período de outono-inverno. Revista Eletrônica de Biologia 2(1): 35-50.
- Costa BN, Peracchi AL. 2005. Morcegos da Ilha da Marambaia. Pp. 169-194. In Menezes LFT, Peixoto AL, Araújo DSD. (Eds.), História Natural da Marambaia. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Costa LM. 2014. Conservação de morcegos no estado do Rio de Janeiro: como e onde já foram amostrados e que locais merecem atenção. Tese de Doutorado em Ecologia e Evolução, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Esbérard CEL, Chagas AS, Baptista M, Luz EM, Pereira CS. 1996. Observações sobre *Chiroderma doriae* Thomas, 1891 no município do Rio de Janeiro, RJ (Mammalia, Chiroptera). Revista Brasileira de Biologia 56(4): 651-654.
- Esbérard CEL, Lourenço EC, Costa LM. 2009. Observações sobre consumo de abiu *Pouteria caimito* (Sapotaceae) por *Artibeus* (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). Pp. 1-3. In Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil.
- Fábian ME, Rui AM, Waechter JL. 2008. Plantas utilizadas como alimento por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no Brasil. Pp. 51-70. In Reis NR, Peracchi AL, Santos GASD (Eds.), Ecologia de morcegos. Technical Books Editora, Londrina.
- Fenster CB, Armbruster WS, Wilson P, Dudash MR, Thomson JD. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. Annual Review of Ecology and Systematics 35: 375-403. <http://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>.
- Fleming TH. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant animal interactions. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Forget PM, Jordano P, Lambert JE, Bohning-Gaese K, Traveset A, Wright SJ. 2011. Frugivores and seed dispersal (1985-2010), the “seeds” dispersed, established and matured. Acta Oecologica 37: 517-52. <http://doi.org/10.1016/j.actao.2011.09.008>.
- Forzza RC, Baumgratz JFA, Costa A, Hopkins M, Leitman PM, Lohmann LG, Martinelli G, Morim MP, Coelho MAN, Peixoto AL, Pirani JR, Queiroz LP, Stehmann JR, Walter BMT, Zappi D. 2010. Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. Rio de Janeiro. Andrea Jakobsson Estúdio. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Galletti M, Morellato LPC. 1994. Diet of the large fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. Mammalia 58(4): 661-665. <http://hdl.handle.net/11449/33515>.
- Galletti M, Pizo MA, Morellato LPC. 2011. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. Biota Neotropica 11(1): 181-194. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100019>.
- Gomes LAC. 2013. Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um remanescente de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil: composição de espécies, sazonalidade e frugivoria. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.
- Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 201-228. <http://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>.
- Jaramilos MA, Manos PS. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus piper (Piperaceae). American Journal of Botany 88(4): 706-716.
- Kiyama CY, Bianchini RS. 2002. Família Rosaceae. Pp. 285-293. In Wanderley MGL, Shepherd GJ, Kirizawa M. (Eds.), Flora fanerogâmica do estado de São Paulo. FAPESP.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em: 05 de julho de 2014.
- Biavatti, T. et al.: Interação entre morcego e planta
- Lorenzi H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum. Nova Odessa, São Paulo.
- Lorenzi H. 2009. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Luz JL. 2012. Influência de plantações de banana na taxocenose de morcegos (Chiroptera) e na dieta e dispersão de sementes. Tese de Doutorado em Biologia Animal, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.
- Lysak KF, Luiz-Santos A, Wanderley MGL. 2012. Família Musaceae. In Wanderley, MGL, Martins SE, Romanini RP, Melhem TS, Shepherd GJ, Giulietti AM, Pirani JR, Kirizawa M, Melo MMRF, Cordeiro I, Kinoshita LS. (Eds.), Flora fanerogâmica do estado de São Paulo.
- Marinho-Filho JS. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. Journal of Tropical Ecology 7: 59-67. <http://doi.org/10.1017/S0266467400005083>.
- Martinelli GM, Moraes MA. 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. Tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Mello MAR, Schittini GM, Selig P, Bergallo HG. 2004. A test of the effects of climate and fruiting of *Piper* species (Piperaceae) on reproductive patterns of the bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). Acta Chiropterologica 6(2): 309-318. <http://doi.org/10.3161/1508110042955469>.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. Biodiversidade Brasileira. 2014. Disponível em: www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira. Acessado em: 25 de julho de 2014.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Pp. 112-140. In Morellato LPC (Ed.), História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora da Unicamp, FAPESP, Campinas.
- Muller MF, Reis NR. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Zoologia 9(3/4): 345-355.
- Muscarella R, Fleming TH. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. Biological Reviews 8: 573-590. <http://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x>.
- Neto SR, Santos A, Pelissari G, Pederneiras LC, Maurenza D, Barros FSM, Sfari JC, Bovini MG. 2013a. Família Moraceae. In Martinelli G, Moraes MA (Orgs.), Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Neto SR, Gaglioti AL, Filho LAFS, Monteiro NP, Moraes MA, Prieto PV. 2013b. Família Urticaceae. In Martinelli G, Moraes MA (Orgs.), Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Nogueira MR, Peracchi AL. 2002. The feeding specialization in *Chiroderma doriae* (Phyllostomidae, Stenodermatinae) with comments on its conservation implications. Chiroptera Neotropical 8(1-2): 143-148. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/262>.
- Nogueira MR, Peracchi AL. 2003. Fig-seed predation by 2 species of *Chiroderma*: discovery of a new feeding strategy in bats. Journal of Mammalogy 84(1): 225-233. [http://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0225:FSPBSO>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0225:FSPBSO>2.0.CO;2).
- Nogueira MR, Peracchi AL. 2008. Folivoria e Granivoria em Morcegos Neotropicais. In Pacheco SM, Marques RV, Esbérard CEL. (Eds.), Morcegos no Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação. sites.google.com/site/morphogroup/people/marcelo-nogueira/FolivGrani.pdf.
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. Check List 10(4): 808-821. <http://doi.org/10.15560/10.4.808>.
- Novaes RLM, Felix S, Almeida MF, Sant’Anna C, Silveiras R, Siqueira AC, Bruycker V, Aguiar MVP, Façanha ACS, Andrade PC, Guedes R, Maas ACS, Mello FAP, Lobo TF, Ferreira I, Peracchi AL. 2009. Hábitos alimentares de *Tonatia bidens* (Mammalia, Chiroptera) no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil. Pp. 1-2. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil.



- Novaes RLM, Nobre CC. 2009. Dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) em área urbana na cidade do Rio de Janeiro: frugivoria e novo registro de folivoria. *Chiroptera Neotropical* 15(2): 487-493. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/viewArticle/71>.
- Novaes RLM, Menezes-Junior LF, Duarte AC, Façanha CS. 2010. Consumo de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) por morcegos no sudeste do Brasil. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 535-538. www.chiroptera.net/index.php/cn/article/view/259.
- Oliveira AKM, Lemes FTF. 2010. *Artibeus planirostris* como indutor de germinação em uma área do Pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociência* 8: 49-52. www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1255.
- Oliveira JNB. 2011. Anatomia das plantas superiores. Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores.
- Peracchi AL, Nogueira MR. 2010. Lista anotada dos morcegos do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 508-519. www.chiroptera.net/index.php/cn/article/view/260.
- Peracchi AL, Lima IP, Reis NR, Nogueira MR, Ortêncio-Filho H. 2011. Ordem Chiroptera. Pp. 155-234. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), *Mamíferos do Brasil*, 2ª edição. Londrina.
- Pereira AF, Esbérard CEL. 2009. Captura de morcegos frugívoros junto a *Ficus tomentella* (Moraceae). *Revista Brasileira de Zoociências* 11(1): 19-23. <https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/444>.
- Pereira MVL, Peixoto AL, Di Maio FR. 1995. Plantas utilizadas como recurso alimentar pela fauna silvestre na represa de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida* 17(2): 25-40. www.ufrj.br/SEER/index.php?journal=rcv&page=article&op=view&path%5B%5D=1564.
- Pijl VDL. 1957. The dispersal of plant by bats (chiropterochory). *Acta Botanica Neerlandica* 6: 291-315. <http://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1957.tb00577.x>.
- Pijl VDL. 1961. Ecological aspects of flower evolution. *Evolution* 15: 44-59. www.jstor.org/stable/2405842.
- Pijl VDL. 1972. Principles of dispersal in higher plants. New York: Springer-Verlag. 2: 1-162.
- Saraça CES, Rahy IS, Santos MA, Costa MB, Alencar RS, Peres WR. 2009. A propósito de uma nova regionalização para o Estado do Rio de Janeiro. Pp. 33-40. In Bergallo HG, Fidalgo ECC, Rocha CFD, Uzêda MC, Costa MB, Alaves MAS, Van Sluys M, Santos MA, Costa TCC, Cozzolino ACR (Eds.), *Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro*. Instituto Biomas, Rio de Janeiro.
- Sette IMS. 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. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Brasília, DF, Brasil.
- Silva SSP, Peracchi AL. 1995. Observation of visit of bats (Chiroptera) to the flowers of *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns. *Revista Brasileira de Zoologia* 12(4): 859-865. <http://doi.org/10.1590/S0101-81751995000400015>.
- Silva SSP, Peracchi AL. 1999. Visits of bats to flowers of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae). *Revista Brasileira de Biologia* 59(1): 19-22. <http://doi.org/10.1590/S0034-71081999000100003>.
- Silva SSP, Peracchi AL, Dias D. 1996. Visita de *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) às flores de *Eugenia jambos* L. (Myrtaceae). *Revista Universidade Rural, Série Ciência e Vida* 18(1-2): 67-71. <http://r1.ufrj.br/labmasto/publicacoes/38.pdf>.
- Silva SSP, Peracchi AL, Aragão AO. 1997. Visit of *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) to the flowers of *Bauhinia cupulata* Benth (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Biologia* 57(1): 89-92.
- Souza VC, Lorenzi H. 2008. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II, 2ª edição, Nova Odessa, São Paulo. Instituto Plantarum.
- Teixeira SC, Peracchi AL. 1996. Morcegos do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(1): 61-66. http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/PE_Serra_da_Tiririca/Teixeira_Peracchi_1996.pdf.
- Verçosa FC, Martinelli G, Baumgratz JFA, Esbérard CEL. 2012. Polinização e dispersão de sementes de *Dysochroma viridiflora* (Sims) Miers (Solanaceae) por Morcegos no Parque Nacional da Tijuca, um remanescente de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Natureza on line* 10(1): 7-11. www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_Ver%C3%A7osaFCetal_007011.pdf.
- Weiblen GD. 2000. Phylogenetic relationships of functionally dioecious figs (Moraceae) based on ribosomal DNA sequences and morphology. *American Journal of Botany* 87(9): 1342-1357.

Submetido em 12/dezembro/2016

Aceito em 05/julho/2017



Estrutura de comunidade de morcegos em remanescentes de Mata Atlântica ripária do Rio Pardo, Sudeste do Brasil

Rafael de Souza Laurindo^{1,*}; Leonardo Marin Bonilha²; Sofia Valeriano Silva Ratz² & Roberto Leonan Morim Novaes³

¹ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras.

² Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade Euclides da Cunha de São José do Rio Pardo.

³ Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

* Autor para correspondência: rafaelslaurindo@gmail.com

Resumo: Matas ripárias exercem papel fundamental para conservação dos morcegos, principalmente em paisagens agrícolas. No Brasil, são escassos os estudos que enfocam na estrutura de comunidades e no papel funcional desses ambientes sobre a quiropteroфаuna. Para melhorar o conhecimento sobre a comunidade de morcegos em matas ripárias, aqui nós conduzimos 10 noites de amostragens utilizando redes de neblina em quatro remanescentes florestais marginais ao Rio Pardo, totalizando um esforço amostral de 7.560 m².h. Capturamos 111 indivíduos de 19 espécies e sete guildas tróficas, e os morcegos frugívoros foram os mais abundantes. Os remanescentes ripários do Rio Pardo apresentaram uma riqueza de espécies alta quando comparado com outros estudos que utilizaram o mesmo esforço amostral, sendo capaz de manter 70% das guildas tróficas reconhecidas para morcegos. Isso é um indicativo da importância desses habitats para a manutenção e conservação da quiropteroфаuna e suas relações ecológicas.

Palavras-Chave: Área agrícola; Diversidade; Guilda trófica; Mata ripária.

Abstract: Community structure of bats in riparian Atlantic Forest remnants of Pardo River, Southeastern Brazil. Riparian forests play a fundamental role for conservation of bats, especially in agricultural landscapes. In Brazil, few studies focus on community structure and functional role of these environments on chiropteroфаuna. We conducted 10 nights sampling using mist-nets in four marginal forest remnants from Pardo River, totaling a sampling effort of 7,560 m².h. We captured 111 individuals of 19 species and seven trophic guilds, and phytophagous bats were the most abundant. The riparian remnants of Rio Pardo had a high species richness when compared to other studies that used the same sampling effort, being able to maintain 70% of the trophic guild recognized for bats. This is indicative of the importance of habitats for the maintenance and conservation of chiropteroфаuna and their ecological relationships.

Key-Words: Agricultural lands; Diversity; Trophic guild; Riparian forest.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica era o terceiro maior bioma da América do Sul, com uma área total de cerca de 150 milhões de hectares que ocupava 15% do território brasileiro (Galindo-Leal & Câmara, 2003). Devido a um histórico processo de exploração dos recursos naturais e ocupação antrópica, a cobertura vegetal da Mata Atlântica foi reduzida para menos de 10% da original, tornando-a um dos biomas mais ameaçados do mundo (Myers *et al.*, 2000; Ribeiro *et al.*, 2009). No Estado de São Paulo, a Mata Atlântica foi severamente fragmentada, restando apenas 7% de sua cobertura original, dos quais 6% encontram-se no litoral e apenas 1% no interior do Estado (SOS Mata Atlântica & INPE, 2002). Além disso, a maior parte dos remanescentes do interior do estado corresponde a pequenos fragmentos isolados (Kronka *et al.*, 2005).

A expansão agrícola é um dos principais responsáveis pelo desmatamento e consequente fragmentação

florestal (Lambin *et al.*, 2003). No Brasil, é comum que a paisagem resultante dessas atividades possua remanescentes de vegetação concentrados ao longo de rios (mata ripária), já que esse tipo de habitat é considerado Área de Preservação Permanente e protegidos pelo código florestal brasileiro (Brasil, 2012).

Matas ripárias são essenciais para manutenção da diversidade em comunidades de plantas e animais, funcionando como um corredor ecológico que ajuda a manter a conectividade funcional em paisagens fragmentadas (Forman, 1997; Gillies & Clair, 2008; Hilty & Merenlender, 2004; Pardini *et al.*, 2005). A importância das matas ripárias para a biodiversidade é reconhecida por diversos autores em diversas partes do mundo, que apontam a necessidade urgente de estratégias de manejo para a conservação de remanescentes de margem de rios (Lees & Peres, 2008; Maltchik *et al.*, 2008; Akasaka *et al.*, 2012; Peña-Cuellar *et al.*, 2015). Entretanto, os estudos nesse tipo de ambiente ainda são escassos na região Neotropical.



Apesar da Mata Atlântica ser o bioma mais bem estudado do Brasil para morcegos (Bernard *et al.*, 2011), ainda existem diversas áreas que representam lacunas de conhecimento e muitas espécies estão sendo descritas a partir de inventários de campo nesse bioma (*e.g.*, Gregorin *et al.*, 2016; Nogueira *et al.*, 2012; Velazco *et al.*, 2014). Isso demonstra a importância e necessidade de mais inventários para entender os padrões de diversidade biológica, reduzindo o impedimento Wallaceano e fornecendo dados que possam ser usados para o manejo efetivo de fragmentos florestais remanescentes, auxiliando na conservação de espécies (Brooks *et al.*, 2004; Whittaker *et al.*, 2005).

Remanescentes de matas ripárias são habitats de grande importância para a quiropterofauna, fornecendo alimento, água e locais para abrigo, além de servirem como corredores ecológicos, auxiliando na movimentação entre fragmentos (Estrada & Coates-Estrada, 2001; Galindo-González & Sosa, 2003). A relação entre esses habitats e morcegos insetívoros, por exemplo, é bem estudada, sendo reconhecida sua importância por fornecer recursos em abundância (Grindal *et al.*, 1999; Fukui *et al.*, 2006; Stahlschmidt *et al.*, 2012). As matas ripárias também desempenham um importante papel para espécies frugívoras e nectarívoras, já que esses ambientes passam por um menor estresse hídrico durante a estação seca e, conseqüentemente, possuem maior estabilidade na oferta de recursos vegetais (Reys *et al.*, 2005; Sanchez-Merlo *et al.*, 2005). Contudo, apesar da extrema importância, dados sobre a ocorrência e utilização de matas ripárias por morcegos são escassos no Brasil (*e.g.*, Camargo *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2017; Lourenço *et al.*, 2014).

A fim de aumentar o parco conhecimento sobre a quiropterofauna em áreas de mata ripária, nós apresentamos aqui um estudo sobre composição de espécies da comunidade em remanescentes de Mata Atlântica marginais do Rio Pardo, incluindo comentários sobre a importância desse habitat para a conservação dos morcegos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A amostragem foi realizada em remanescentes de Mata Atlântica nas margens do Rio Pardo, localizados dentro do Município de São José do Rio Pardo, Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. A localidade está inserida no Planalto Atlântico, tendo clima tropical de altitude e temperaturas amenas devido à proximidade com as formações montanhosas da Serra do Cervo (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, 2010). A média das temperaturas mínimas e máximas está em torno dos 10°C no inverno e 30°C no verão, respectivamente.

São José do Rio Pardo possui pequenos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, encontrados mais comumente nos topos de morros e fundo dos vales, regiões de difícil acesso e com menor pressão de

exploração agropecuária (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, 2010). A paisagem possui uma matriz formada predominantemente por áreas abertas, pastagens e campos agrícolas, com uma mancha urbana no Centro-Oeste do município. Devido à legislação que protege a vegetação da margem de corpos hídricos naturais (ver Brasil, 2012), ao longo do Rio Pardo são encontrados diversos remanescentes florestais, embora existam estudos indicando que diversos trechos não respeitam os limites estabelecidos pela lei (Sampaio, 2012).

Amostragem e análise

A amostragem de morcegos foi realizada em quatro remanescentes florestais distintos, possuindo entre 5 e 15 hectares, sendo eles: Parque Municipal Antônio de Pádua Nunes (21°35'31"S; 46°53'45"O), Fazenda Tubaca (21°33'55"S; 46°52'27"O), Fazenda Fortaleza (21°32'44"S; 46°50'44"O) e Sítio Monte Alegre (21°34'31"S; 46°48'49"O), todos em altitude aproximada de 700 m acima do nível mar (Figura 1). A amostragem foi realizada de setembro de 2014 a agosto de 2015, totalizando 10 noites de captura, sendo quatro noites no Parque Municipal e duas noites nas demais localidades. Para captura dos morcegos utilizamos sete redes de neblina (9 × 3 m, 30 mm de malha) que foram armadas ao nível do solo e permaneceram abertas por seis horas a cada noite a partir do pôr-do-sol. Os morcegos capturados foram mensurados em relação a seu peso e tamanho do antebraço, e posteriormente foram sexados e soltos no mesmo local de captura. As identificações foram feitas em campo utilizando caracteres descritos na literatura (*e.g.*, Simmons & Voss, 1998; Reis *et al.*, 2007; Dias & Peracchi, 2008; Reis *et al.*, 2013). Todos os procedimentos foram autorizados pelo IBAMA (SISBio – licença nº 40325).

O esforço amostral foi calculado seguindo Straube & Bianconi (2002) e a eficiência de captura foi calculada dividindo o total de capturas pelo esforço amostral total. Construímos uma curva de acumulação de espécies e fizemos uma extrapolação para obter uma estimativa de riqueza de espécies seguindo a recente proposta de Chao *et al.* (2014). Esta nova proposta tem como objetivo caracterizar a diversidade de espécies utilizando, de maneira integrada, curvas de rarefação e extrapolação baseadas nos três primeiros números de Hill ($q = 0$, riqueza de espécies; $q = 1$, diversidade de Shannon; $q = 2$, diversidade de Simpson) (Chao *et al.*, 2014). Além disso, a curva de extrapolação foi plotada com o dobro do esforço amostral obtido em campo e também foi estimado o intervalo de confiança de 95% através do método de reamostragem (*bootstrap*). A curva de extrapolação foi utilizada para ajudar a prever o aumento no número de espécies conforme houvesse um aumento do esforço amostral. No presente estudo, extrapolamos a curva para o dobro do esforço empregado, sendo essa análise realizada através do pacote *iNEXT* (Hsieh *et al.*, 2016) carregado no programa R versão 3.2.3 (R Development Core Team, 2008). Além disso, realizamos uma



Figura 1: Área de estudo em São José do Rio Pardo, São Paulo, Sudeste do Brasil, incluindo as localidades de amostragem, sendo elas: (1) Parque Municipal Antônio de Pádua Nunes, (2) Fazenda Tubaca, (3) Fazenda Fortaleza e (4) Sítio Monte Alegre.

estimativa da riqueza de espécies utilizando os estimadores *Jackknife-1*, *Jackknife-2*, *Chao-1* e *Chao-2* através do programa EstimateS 9.1. Os morcegos foram classificados em guildas tróficas conforme proposta de Kalko *et al.* (1996).

RESULTADOS

Com um esforço amostral de 7.560 m².h, nós capturamos um total 111 morcegos de 19 espécies (sendo que *Eptesicus* foi identificado apenas no nível de gênero) pertencentes a quatro famílias (Tabela 1). A eficiência de captura foi de 0,014 morcegos/m².h. A família Phyllostomidae foi a mais representativa em número de espécies e número de capturas (14 spp., 103 capturas, 92,7%), seguido por Vespertilionidae (2 spp., 6 capturas, 5,4%), Emballonuridae (1 sp., 1 captura, 0,9%) e Noctilionidae (1 sp., 1 captura, 0,9%).

A curva de acumulação de espécies de morcegos não alcançou a assíntota (Figura 2), sugerindo que a continuidade da amostragem irá acrescentar mais espécies para a área. A extrapolação da curva de acumulação de espécie mostrou que com o dobro do esforço amostral, é esperado um acréscimo de cerca de cinco espécies. A riqueza estimada para a área variou entre 22 e 27 espécies (Figura 3). Essas análises indicam que o número de espécies registrado em nosso estudo representa entre 82% e 70% da riqueza de morcegos estimada para a área.

Nós registramos sete das 10 guildas tróficas reconhecidas para morcegos (ver Kalko *et al.*, 1996), sendo os frugívoros os mais abundantes, representando 64,5% de todas as capturas (Figura 4). As espécies frugívoras

mais abundantes foram *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium*, representando 25% e 20% do total de capturas, respectivamente.

DISCUSSÃO

Morcegos de matas ripárias do Rio Pardo

A riqueza registrada no presente estudo foi bastante similar a outros estudos realizados em remanescentes ripários na Mata Atlântica (*e.g.*, Bianconi *et al.*, 2004; Lourenço *et al.*, 2014; Novaes *et al.*, 2014) e no Cerrado (*e.g.*, Camargo *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2017). A composição e abundância de espécies segue o padrão das comunidades tropicais, com poucas espécies dominantes e as demais representadas por poucos indivíduos (Kalko *et al.*, 1996; Patterson *et al.*, 2003). Considerando a possibilidade de novas espécies serem adicionadas a lista, sugerimos a realização de mais estudos nessa região. Além disso, amostragens futuras devem considerar o uso de diferentes métodos, como redes de neblina no nível do dossel, bioacústica e busca por abrigos. O uso destes métodos poderá auxiliar no registro de espécies mais difíceis de capturar com o uso de redes de neblina ao nível do solo (Flaquer *et al.*, 2007; Portfors *et al.*, 2000), como por exemplo os insetívoros aéreos de área aberta. Grande parte dessas espécies são representantes da família Molossidae (Kalko *et al.*, 1996), que apesar de terem sido observadas na área de estudo, não foram capturadas em nosso estudo.

A maior representatividade da família Phyllostomidae na presente amostragem, sobretudo as espécies frugívoras, se deve ao fato desta ser a família mais



Tabela 1: Espécies, guildas tróficas, total de indivíduos capturados (N) e percentagem do total de capturas (%) de morcegos capturados em remanescentes de mata ripária ao longo do Rio Pardo, São José do Rio Pardo, São Paulo, Brasil.

TAXA	GUILDA TRÓFICA	N	%
Emballonuridae			
<i>Pteropteryx macrotis</i> (Wagner, 1843)	Insetívoro aéreo de área aberta	1	0.9
Phyllostomidae			
Desmondotinae			
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Sanguinívoro	1	0.9
Glossophaginae			
<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	Nectarívoro	6	5.4
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Nectarívoro	16	14.4
Carollinae			
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Frugívoro	8	7.2
Phyllostominae			
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	Carnívoro	3	2.7
<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843	Onívoro	5	4.5
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	Onívoro	1	0.9
Stenodermatinae			
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	Frugívoro	2	1.8
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Frugívoro	28	25.2
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	Frugívoro	1	0.9
<i>Chiroderma villosus</i> Peters, 1860	Frugívoro	1	0.9
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Frugívoro	4	3.6
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	Frugívoro	23	20.7
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1966	Frugívoro	4	3.6
Noctilionidae			
<i>Noctilio albiventris</i> Desmarest, 1818	Insetívoro aéreo de sub-bosque	1	0.9
Vespertilionidae			
Vespertilioninae			
<i>Eptesicus</i> sp.	Insetívoro aéreo de sub-bosque	1	0.9
<i>Lasiurus blossevillei</i> [Lesson, 1826]	Insetívoro aéreo de sub-bosque	1	0.9
Myotinae			
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Insetívoro aéreo de sub-bosque	4	3.6
Total		111	100

diversificada da região Neotropical e mais suscetível à captura por redes de neblina armadas ao nível do solo (Marques *et al.*, 2013; Portfors *et al.*, 2000; Sampaio *et al.*, 2003). As duas espécies mais capturadas – *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus* – são comuns em levantamentos na Mata Atlântica, sendo observadas sempre entre as espécies que apresentam o maior número de capturas (Bernardi & Passos, 2012; Brito *et al.*, 2010; Novaes *et al.*, 2017; Portfors *et al.*, 2000). Essas espécies são majoritariamente frugívoras, com dieta flexível e preferência no consumo de frutos de espécies pioneiras que estão disponíveis em boa parte do ano (Kraker-Castañeda *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2016; Mello *et al.*, 2008). Essas características podem fazer dessas espécies boas competidoras se comparadas as espécies frugívoras mais especialistas, o que lhes permitem manter grandes populações, ocupando uma maior amplitude de habitats (Schulze *et al.*, 2000).

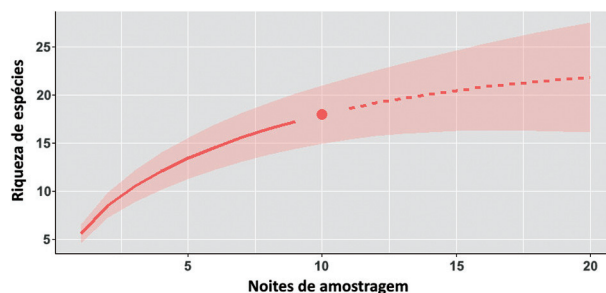


Figura 2: Curvas de acumulação de espécies estimada (linha contínua) e extrapolada (linha pontilhada). A linha pontilhada é uma representação do esforço amostral duplicado, ou seja, 20 noites de amostragem. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95%.

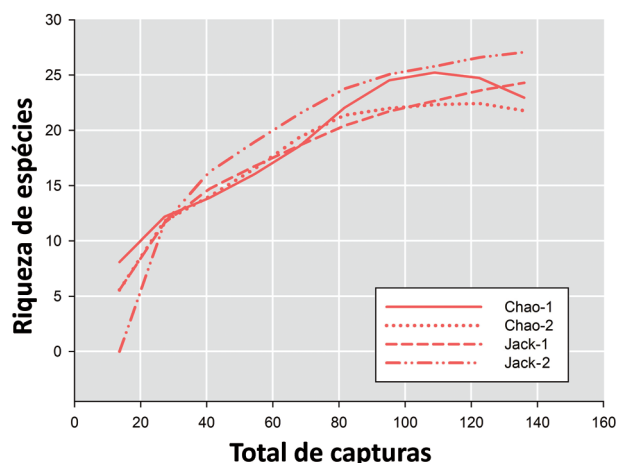


Figura 3: Curvas de quatro diferentes estimadores de riqueza de espécies, com riqueza máxima esperada de 23 espécies com Chao-1, 22 espécies com Chao-2, 24 espécies com Jackknife-1 e 27 espécies com Jackknife-2.

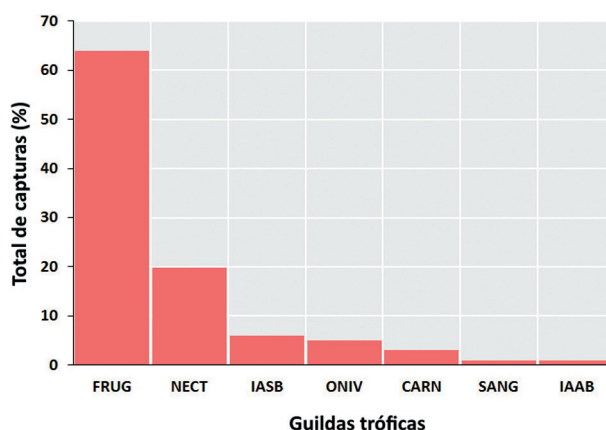


Figura 4: Percentagem do total de capturas para cada guilda trófica de morcegos. Guildas: FRUG = Frugívoro, NECT = Nectarívoro, IASB = Insetívoro aéreo de sub-bosque, ONIV = Onívoro, CARN = Carnívoro, SANG = Sanguinívoro e IAAB = Insetívoro aéreo de área aberta.

A dominância de espécies frugívoras na presente área de estudo pode estar relacionada a dois fatores não excludentes mutuamente: (1) maior facilidade de captura a partir do método empregado (*e.g.*, Sampaio *et al.*, 2003); (2) maior tolerância à modificação da paisagem natural, permitindo maiores densidades populacionais em áreas antropizadas (*e.g.*, Schulze *et al.*, 2000; Farneda *et al.*, 2015). Aparentemente, grande parte das espécies de morcegos frugívoros são capazes de se adaptar às mudanças ambientais, como a fragmentação de habitats (Farneda *et al.*, 2015; Gorresen & Willig, 2004).



Possivelmente, essa maior tolerância possa estar relacionada à capacidade de modificar sua dieta a partir da restrição ou da oferta de recursos na paisagem (York & Billings, 2009; Munin, *et al.*, 2012). Em um estudo realizado no México, Galindo-González & Sosa (2003) argumentam que as matas ripárias são de inestimável importância para os morcegos frugívoros em paisagens fragmentadas, já que esses habitats remanescentes servem como principal área de vida para as espécies frugívoras especialistas que raramente utilizam áreas abertas no forrageamento e deslocamento, além de servirem como corredores ecológicos funcionais.

As duas espécies nectarívoras capturadas no presente estudo – *Anoura caudifer* e *Glossophaga soricina* – são consideradas abundantes ao longo de suas áreas de distribuição e possuem dieta generalista, visitando uma grande variedade de flores, além de complementarem suas dietas com frutos e insetos (Nogueira *et al.*, 2007). Isso pode explicar o elevado número de capturas dessa guilda trófica em nossa área de estudo. É importante ressaltar que espécies consideradas nectarívoras especialistas e, portanto, mais suscetíveis às modificações da paisagem (*e.g.*, Lonchophyllinae) não foram registradas nesse estudo.

O baixo número de capturas dos insetívoros aéreos pode estar relacionado a dificuldade de captura dessas espécies em amostragem com redes de neblina armadas no nível do solo (Marques *et al.*, 2015). Logo, o desenho amostral empregado por nós nesse estudo não permite estabelecer padrões de relacionamento ecológico entre espécies dessas guildas e os remanescentes de floresta ripária. Contudo, é importante ressaltar que muitas dessas espécies utilizam o espelho d'água como local de forrageamento (*e.g.*, *Noctilio albiventris*, *Eptesicus* spp. e *Myotis* spp.; ver Costa, *et al.*, 2012; Gonçalves, *et al.*, 2007), e, conseqüentemente, a preservação da vegetação marginal dos rios pode garantir a condição favorável à permanência dessas espécies. Essa relação foi reforçada por Fukui *et al.* (2006) ao demonstrar que a abundância de insetos aquáticos de florestas ripárias é responsável pelos padrões de distribuição e pela densidade populacional de diversas espécies de morcegos insetívoros no Japão.

A baixa representatividade das demais guildas pode estar relacionada às baixas densidades demográficas naturais das espécies ou às características das localidades amostradas. Espécies carnívoras e onívoras da subfamília Phyllostominae são pouco abundantes na maioria dos estudos realizados na Mata Atlântica (*e.g.*, Bianconi *et al.*, 2004; Lourenço *et al.*, 2012; Novaes *et al.*, 2017), embora possam ser relativamente tolerantes às modificações da paisagem (Kalko, 1998). Já os morcegos sanguívoros (= hematófagos) podem representar uma das guildas mais abundantes em paisagens agrícolas (Novaes *et al.*, 2014). Isso acontece porque *Desmodus rotundus*, a espécie de hematófago mais comum, tende a se beneficiar da presença de animais domésticos nessas áreas (Greenhall *et al.*, 1983). Contudo, nossas amostragens foram realizadas em remanescentes florestais distante de grandes criações de gado, o que pode responder pela baixa captura dessa guilda no presente estudo.

A ausência de espécies insetívoras catadoras na nossa amostragem pode ser um indicativo da intensa pressão antrópica que essa região vem sofrendo devido à expansão agrícola e urbana. Morcegos insetívoros catadores possuem baixas densidades populacionais naturalmente, limitada capacidade de movimentação e dietas especialistas (Gorresen & Willig, 2004; Meyer & Kalko, 2008). Tais características os tornam sensíveis às mudanças ambientais e pouco tolerantes a fragmentação e perda de habitats (Meyer *et al.*, 2008; Muylaert *et al.*, 2016).

Importância das matas ripárias para a conservação dos morcegos

No geral, matas ripárias apresentam uma grande riqueza de espécies de morcegos em regiões Neotropicais (Arriaga-Flores *et al.*, 2012; Camargo *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2017; Lourenço *et al.*, 2014; Peña-Cuellar *et al.*, 2015). Isso sugere a importância dos habitats ripários para a manutenção da quiropterofauna e a necessidade de incluir esse tipo de ambiente em inventários de espécies. Estudos têm indicado que matas ripárias apresentam maior diversidade de espécies e são locais onde os morcegos apresentam maior amplitude em sua atividade noturna, tanto em áreas naturais quanto fragmentadas (Grindal *et al.*, 1999; Galindo-González & Sosa, 2003). Isso pode estar relacionado à maior complexidade desses habitats, como a maior oferta de recursos (especialmente água e alimento), quando comparado com remanescentes florestais que não contenham rios ou outras fontes hídricas em seu interior.

Estudos realizados no Cerrado brasileiro registraram uma riqueza de espécies duas vezes maior em matas ripárias quando comparadas com fitofisionomias que não estão associadas aos cursos d'água (Camargo *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2017). Na Mata Atlântica do Rio de Janeiro, Lourenço *et al.* (2014) encontraram uma alta riqueza de espécies de morcegos em área de mata ripária com maior nível de preservação, em oposição às matas ripárias com intensa influência antrópica, que apresentaram menor riqueza de espécies. Em estudo realizado no México, Peña-Cuellar *et al.* (2015) sugerem que as matas ripárias em paisagens agrícolas contribuem para a persistência de morcegos filostomídeos nesses ambientes, servindo como corredores para rodas de movimentação e aumentando a conexão funcional das populações.

Sampaio (2012) avaliou as condições ambientais em 12 trechos de Área de Preservação Permanente da Bacia do Rio Pardo, indicando que a distância estabelecida no Código Florestal brasileiro não foi respeitada em nenhum desses trechos. Esse mesmo autor enfatiza que as atividades agropecuárias (pastagem e monoculturas) e a expansão urbana são os principais responsáveis pela perda de vegetação ao longo do Rio Pardo (Sampaio, 2012). Considerando a importância das matas ciliares para conservação de morcegos em paisagens agrícolas, salientamos que esse cenário traz implicações negativas para conservação dos morcegos.



O nosso estudo adiciona novas informações sobre a quiropterofauna de matas ripárias, um ambiente frequentemente negligenciado nos estudos realizados no Brasil. Os estudos que utilizaram morcegos como modelo, indicam que essas áreas podem servir como (1) principal fonte de água, (2) fonte de alimento, (3) local para abrigo e (4) corredores que facilitam a movimentação de espécies, permitindo um fluxo gênico entre populações (Akasaka *et al.*, 2012; Fukui *et al.*, 2006; Galindo-González & Sosa, 2003; Grindal *et al.*, 1999; Peña-Cuellar *et al.*, 2015). Logo, se considerarmos a trivial importância dos morcegos para serviços ecossistêmicos essenciais, como a dispersão de sementes, polinização e controle da herbivoria em florestas tropicais e plantações (Kunz *et al.*, 2011), é de inestimável importância que estratégias de conservação continuem mantendo as matas ripárias como áreas protegidas por artifícios legais como o Código Florestal brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Sul Mineiro de Estudos e Conservação da Natureza pelo auxílio na obtenção do material de campo, à Prefeitura Municipal de São José do Rio Pardo, à Usina Itaiquara, à Fazenda Tubaca e ao Sítio Monte Alegre por terem cedido permissão para que a pesquisa fosse feita em suas propriedades. RLMN agradece à CAPES e UFRJ pela bolsa de doutorado; RSL agradece a CAPES e UFLA pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- Akasaka T, Akasaka M, Nakamura F. 2012. Scale-independent significance of river and riparian zones on three sympatric *Myotis* species in an agricultural landscape. *Biological Conservation* 145(1): 15-23. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.08.017>.
- Arriaga-Flores JC, Castro-Arellano I, Moreno-Valdez A, Correa-Sandoval A. 2012. Temporal niche overlap of a riparian forest bat assemblage in subtropical Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2(1): 3-17.
- Bernard E, Aguiar LMS, Machado RB. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: task for two centuries? *Mammal Review* 41(1): 23-29. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>.
- Bernardi IP, Passos FC. 2012. Estrutura de comunidade de morcegos em relictos de floresta estacional decidual no sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical* 19(1): 9-20. <http://ref.scielo.org/7wp8kq>.
- Bianconi GV, Mikich SB, Pedro WA. 2004. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais no município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21(4): 943-954. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752004000400032>.
- Brasil. 2012. Código Florestal Brasileiro. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm. Acessado em: 12 de outubro de 2016.
- Brito JEC, Gazarini J, Zawadzki CH. 2010. Abundância e frugivoria da quiropterofauna (Mammalia, Chiroptera) de um fragmento no noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 32(3): 265-271. <http://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v32i3.5351>.
- Brooks T, Fonseca GAB, Rodrigues ASL. 2004. Species, data, and conservation planning. *Conservation Biology* 18(6): 1682-1688. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00457.x>.
- Camargo G, Fischer E, Gonçalves F, Fernandes G, Silvana F. 2009. Morcegos do Parque Nacional Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Chiroptera Neotropical* 15(1): 417-424.
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84(1): 45-67. <http://doi.org/10.1890/13-0133.1>.
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. 2010. Relatório de situação dos recursos hídricos 2010 (ano base 2009). CBH Rio Pardo, Ribeirão Preto.
- Costa LDM, Luz JL, Esbérard CEL. 2012. Riqueza de morcegos insetívoros em lagoas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 52(2): 7-19. <http://doi.org/10.1590/S0031-10492012000200001>.
- Dias D, Peracchi AL. 2008. Quirópteros da Reserva Biológica do Tinguá, estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 333-369. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752008000200023>.
- Estrada A, Coates-Estrada R. 2001. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rainforest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 24(2): 94-102. <http://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2001.240111.x>.
- Farneda FZ, Rocha R, López-Baucells A, Groenenberg M, Silva I, Palmeirim JM, Bobrowiec PED, Meyer CFJ. 2015. Trait-related responses to habitat fragmentation in Amazonian bats. *Journal of Applied Ecology* 52(5): 1381-1391. <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12490>.
- Flaquer C, Torre I, Arrizabalaga A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammalogy* 88(2): 526-533. <http://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-135R1.1>.
- Forman RTT. 1997. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fukui D, Murakami M, Nakano S, Aoi T. 2006. Effects of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology* 75(6): 1252-1558. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01146.x>.
- Galindo-González J, Sosa VJ. 2003. Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape. *The Southwestern Naturalist* 48(4): 579-589. [http://doi.org/10.1894/0038-4909\(2003\)048<0579:FBIIA>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1894/0038-4909(2003)048<0579:FBIIA>2.0.CO;2).
- Galindo-Leal C, Câmara IG. 2003. Atlantic Forest hotspot status: an overview. Pp. 3-11. In Galindo-Leal C, Câmara IG (Eds.), *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook*. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington.
- Gillies CS, Clair CCS. 2008. Riparian corridors enhance movement of a forest specialist bird in fragmented tropical forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(50): 19774-19779. <http://doi.org/10.1073/pnas.0803530105>.
- Gonçalves F, Munin R, Costa P, Fischer E. 2007. Feeding habits of *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Acta Chiropterologica* 9(2): 535-538. [http://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[535:FHONAN\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[535:FHONAN]2.0.CO;2).
- Gorresen PM, Willig MR. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy* 85(4): 688-697. <http://doi.org/10.1644/BWG-125>.
- Greenhall AM, Joermann G, Schmidt U. 1983. *Desmodus rotundus*. *Mammalian Species* 202: 1-6.
- Gregorin R, Moras LM, Acosta LH, Vasconcellos KL, Poma JL, Santos FR, Paca RC. 2016. A new species of *Eumops* (Chiroptera: Molossidae) from southeastern Brazil and Bolivia. *Mammalian Biology* 81(3): 235-246. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.002>.
- Grindal SD, Morissette JJ, Brigham RM. 1999. Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology* 77(6): 972-977. <http://doi.org/10.1139/z99-062>.
- Hilty JA, Merenlender AM. 2004. Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in northern California. *Conservation Biology* 18(1): 126-135. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00225.x>.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A. 2016. Interpolation and extrapolation for species diversity. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/iNEXT/iNEXT.pdf>. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.



- Kalko EKV. 1998. Organization and diversity of tropical bats communities through space and time. *Zoology* 101: 281-297.
- Kalko EKV, Handley CO, Handley D. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. Pp. 503-553. In Cody M, Smallwood J (Eds.), *Long-Term Studies in Vertebrate Communities*. Academic Books, Los Angeles.
- Kraker-Castañeda C, Cajas-Castillo JO, Lou S. 2016. Opportunistic feeding by the little yellow-shouldered bat *Sturnira lilium* (Phyllostomidae, Stenodermatinae) in northern Guatemala: a comparative approach. *Mammalia* 80(3): 349-352. <http://doi.org/10.1515/mammalia-2014-0139>.
- Kronka FJN, Nalon MA, Matsukuma CK, Kanashiro MM, Shin-Ike MS, Pavão M, Durigan G, Lima LMP, Guillaumon JR, Baitello JB, Borgo SC, Manetti LA, Barradas AMF, Fukuda JC, Shida CN, Barbosa O, Soares AP, Joly CA, Couto HTZ. 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Páginas & Letras, São Paulo.
- Kunz TH, Torrez EB, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Science* 1223: 1-38. <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>.
- Lambin EF, Geist HJ, Lepers E. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28(1): 205-241. <http://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>.
- Lees AC, Peres CA. 2008. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology* 22(2): 439-449. <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00870.x>.
- Lima CS, Varzinczak LH, Passos FC. 2017. Richness, diversity and abundance of bats from a savanna landscape in central Brazil. *Mammalia* (disponível online primeiro). <http://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0106>.
- Lima IP, Nogueira MR, Monteiro LR, Peracchi AL. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, sudeste do Brasil. Pp. 353-373. In Rolim SG, Menezes LFT, Srbek-Araujo AC (Orgs.), *Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale*. Rona Editora, Belo Horizonte.
- Lourengo EC, Gomes LAC, Pinheiro MDC, Patrício PMP, Farnadas KM. 2014. Composition of bat assemblages (Mammalia: Chiroptera) in tropical riparian forests. *Zoologia* 31(4): 361-369. <http://doi.org/10.1590/S1984-46702014000400007>.
- Maltchik L, Peixoto CD, Stenert C, Moreira LFB, Machado IF. 2008. Dynamics of the terrestrial amphibian assemblage in a flooded riparian forest fragment in a Neotropical region in the south of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 763-769. <http://doi.org/10.1590/S1519-69842008000400010>.
- Marques JT, Ramos-Pereira MJ, Marques TA, Santos CD, Santana J, Beja P, Palmeirim JM. 2013. Optimizing sampling design to deal with mist-net avoidance in Amazonian birds and bats. *PLoS ONE* 8(9): e74505. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0074505>.
- Marques JT, Ramos-Pereira MJ, Palmeirim JM. 2015. Patterns in the use of rainforest vertical space by Neotropical aerial insectivorous bats: all the action is up in the canopy. *Ecography* 39(5): 476-486. <http://doi.org/10.1111/ecog.01453>.
- Mello MAR, Kalko EKV, Silva WR. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy* 89(2): 485-492. <http://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-411R.1>.
- Meyer CF, Kalko EK. 2008. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography* 35(9): 1711-1726. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01916.x>.
- Meyer CFJ, Fründ J, Lizano WP, Kalko EKV. 2008. Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. *Journal of Applied Ecology* 45(1): 281-391. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01389.x>.
- Munin RL, Fischer E, Gonçalves, F. 2012. Food habits and dietary overlap in a phyllostomid bat assemblage in the Pantanal of Brazil. *Acta Chiropterologica* 14(1): 195-204. <http://doi.org/10.3161/150811012X654871>.
- Muyllaert R, Stevens RD, Ribeiro MC. 2016. Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscapes. *Ecological Applications* 26(6): 1854-1867. <http://doi.org/10.1890/151757.1>.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858. <http://doi.org/10.1038/35002501>.
- Nogueira MR, Dias D, Peracchi AL. 2007. Subfamília Glossophaginae. Pp. 45-59. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Orgs.), *Morcegos do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Nogueira MR, Lima IP, Peracchi AL, Simmons NB. 2012. New genus and species of nectar-feeding bat from the Atlantic Forest of southeastern Brazil (Chiroptera: Phyllostomidae: Glossophaginae). *American Museum Novitates* 3747: 1-30. <http://doi.org/10.1206/3747.2>.
- Novaes RLM, Laurindo RS, Souza RF, Gregorin R. 2014. Bat assemblage in remnants of Atlantic Forest in Minas Gerais, southeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 9(1): 20-26. <http://doi.org/10.4013/nbc.2014.91.03>.
- Novaes RLM, Souza RF, Felix S, Siqueira AC, Laurindo RS, Menezes Jr. LF, Shapiro JT. 2017. Seasonality and habitat influence on bat assemblage structure in an urban Atlantic Forest remnant from Southeastern Brazil. *Mammalia* (disponível online primeiro). <http://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0115>.
- Pardini R, Souza SM, Braga-Neto R, Metzger JP. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation* 124(1): 253-266. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.033>.
- Patterson BD, Willig MR, Stevens RD. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp. 536-579. In Kunz TH, Fenton MB (Eds.), *Bat Ecology*. University of Chicago, Chicago.
- Peña-Cuellar E, Benítez-Malvido J, Avila-Cabadilla LD, Martínez-Ramos M, Estrada A. 2015. Structure and diversity of phyllostomid bat assemblages on riparian corridors in a human-dominated tropical landscape. *Ecology and Evolution* 5(4): 903-913. <http://doi.org/10.1002/ece3.1375>.
- Portfors CV, Fenton MB, Aguiar LMS, Baumgarten JE, Vonhof MJ, Bouchard S, Faria D, Pedro WA, Rauntenbach NIL, Zortea M. 2000. Bats from Fazenda Intervales, southeastern Brazil: species account and comparison between different sampling methods. *Revista Brasileira de Zoologia* 17(2): 533-538. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752000000200022>.
- R Development Core Team. 2008. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: www.r-project.org. Acessado em: 12 de outubro de 2016.
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. 2007. *Morcegos do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Reis NR, Fregonezi MN, Peracchi AL, Shibatta OA. 2013. *Morcegos do Brasil: guia de campo*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Reys P, Galetti M, Morellato LPC, Sabino J. 2005. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 5(2): 309-318. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300021>.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6): 1141-1153. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>.
- Sampaio CF. 2012. Avaliação ambiental do Rio Pardo, Brasil: ênfase para Áreas de Preservação Permanente, ecossistemas aquáticos superficiais e condições físico-químicas da água. Dissertação de Mestrado em Ciências (Enfermagem e Saúde Pública), Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.
- Sampaio EM, Kalko EKV, Bernard E, Rodríguez-Herrera B, Handley CO. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38(1): 17-31. <http://doi.org/10.1076/snfe.38.1.17.14035>.
- Sanchez-Merlo D, Harvey CA, Grijalva A, Medina A, Vilchez S, Hernandez B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un paisaje ganadero em Matiguas, Nicaragua. *Revista de Biología Tropical* 53(2): 387-414. <http://ref.scielo.org/mpbnbj>.
- Schulze MD, Seavy NE, Whitacre DF. 2000. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32(1): 173-184. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00459.x>.



- Simmons NB, Voss RS. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. Bulletin of the American Museum of Natural History 273: 1-219. <http://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/1634>.
- SOS Mata Atlântica, INPE. 2002. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo. Disponível em: <https://goo.gl/SoxQ30>. Acessado em: 26 de outubro de 2016.
- Stahlschmidt P, Pätzold A, Ressler L, Schulz R, Brühl CA. 2012. Constructed wetlands support bats in agricultural landscapes. Basic and Applied Ecology 13(1): 196-203. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2012.02.001>.
- Straube FC, Bianconi GV. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. Chiroptera Neotropical 8(1-2): 150-152.
- Velazco PM, Gregorin R, Voss RS, Simmons NB. 2014. Extraordinary local diversity of disk-winged bats (Thyropteridae: *Thyroptera*) in northeastern Peru, with the description of a new species and comments on roosting behavior. American Museum Novitates 3795: 1-29. <http://doi.org/10.1206/3795.1>.
- Whittaker R, Araújo MB, Jepson P, Ladle RJ, Watson JEM, Willis KJ. 2005. Conservation biogeography: assessment and prospect. Diversity and Distribution 11(1): 3-23. <http://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>.
- York HA, Billings SA. 2009. Stable-isotope analysis of diets of short-tailed fruit bats (Chiroptera: Phyllostomidae: *Carollia*). Journal of Mammalogy 90: 1469-1477. <http://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-382R.1>.

Submetido em 04/novembro/2016

Aceito em 20/fevereiro/2017



C-banding variation in some Brazilian Amazon bats (Chiroptera)

Margaret Maria de Oliveira Corrêa^{1,2,*} & Cibele Rodrigues Bonvicino^{3,4}

¹ Departamento de Zoologia, Laboratório de Mastozootologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

² Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, IOC, Fiocruz.

³ Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios Silvestres, IOC, Fiocruz.

⁴ Divisão de Genética, Instituto Nacional de Câncer.

* Autor para correspondência: margaret.correa2016@gmail.com

Abstract: The constitutive heterochromatin is found at specific site of the chromosomes, being an important marker for chromosomal characterization and detection of intra and interspecific variations. The goal of this study was to analyze the C-banding karyotype variation in 13 species of Chiroptera from the Brazilian Amazon. Conventional and C-band karyotypes were obtained from 69 specimens. *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Lophostoma silvicola*, *Trachops cirrhosus*, and *Uroderma bilobatum* showed conventional karyotypes similar to those previously described, but different C-band patterns. The C-band of *A. lituratus* and *A. obscurus* differ from those found in Pernambuco and Rio de Janeiro and *A. planirostris* C-band differs from those found in Pernambuco. The C-band of *C. perspicillata* was similar to that found in Costa Rica and Pernambuco, but different from that found in Rio de Janeiro. The C-band of *D. rotundus* differs from that found in São Paulo. The C-band of *L. silvicola* differs from that found in Pará, Amazonas and Mato Grosso. The X chromosome of *T. cirrhosus* was morphologically similar to those of Mexico, Suriname and Trinidad and Tobago, but different from those of Pernambuco due to the addition/deletion of constitutive heterochromatin, and the C-band from *U. bilobatum* differs from those found in Pará. Conventional and C-band karyotypes of *Saccopteryx bilineata*, *Chrotopterus auritus*, *Phyllostomus hastatus*, *Carollia brevicauda* and *Molossus molossus* were similar to those reported previously for each species. These findings highlight the importance of C-band karyotype research showing differences in chromosome complements and elucidating rearrangements that may imply in population variation or even interspecific variation.

Key-Words: Chiropteran; Conventional karyotypes; Chromosomal bands; Geographic variations; Interspecific variations.

Resumo: Variação na banda-C em alguns morcegos da Amazônia brasileira (Chiroptera). A heterocromatina constitutiva (bandas-C) é encontrada em local específico nos cromossomos, sendo um importante marcador para caracterização cromossômica e detecção de variações intra e interespecíficas. O objetivo deste estudo foi analisar a variação do cariótipo de bandas-C em 13 espécies de Chiroptera da Amazônia brasileira. Foram obtidos cariótipos convencionais e de bandas-C de 69 espécimes. *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Lophostoma silvicola*, *Trachops cirrhosus* e *Uroderma bilobatum* mostraram cariótipos convencionais semelhantes aos previamente descritos, mas diferentes padrões de banda-C. As bandas-C de *A. lituratus* e *A. obscurus* diferem daquelas encontradas em Pernambuco e Rio de Janeiro e a banda-C de *A. planirostris* difere daquelas encontradas em Pernambuco. A banda-C de *Carollia perspicillata* foi semelhante à encontrada na Costa Rica e em Pernambuco, e diferente da encontrada no Rio de Janeiro. A banda-C de *D. rotundus* difere da encontrada em São Paulo. A banda-C de *L. silvicola* difere da encontrada no Pará, Amazonas e Mato Grosso. O cromossomo X de *T. cirrhosus* mostrou-se morfologicamente similar àqueles do México, Suriname e Trinidad e Tobago, diferindo, porém daqueles descritos para Pernambuco, devido à adição/deleção de heterocromatina constitutiva, e a banda-C de *U. bilobatum* difere daquelas encontradas no Pará. Os cariótipos convencionais e de bandas-C de *Saccopteryx bilineata*, *Chrotopterus auritus*, *Phyllostomus hastatus*, *Carollia brevicauda* e *Molossus molossus* foram semelhantes aos descritos anteriormente para cada espécie. Esses achados destacam a importância das pesquisas de cariótipos em bandas-C, mostrando diferenças nos complementos cromossômicos e elucidando rearranjos que podem implicar em variação populacional ou mesmo variação interespecífica.

Palavras-Chave: Quirópteros, Cariótipo convencional, Bandeamentos cromossômicos, Variações geográficas, Variações interespecíficas.



INTRODUCTION

The first studies of bat chromosomes date from the beginning of the last century, and, due to inadequate techniques and inconclusive results, gave few contributions to the cytogenetic knowledge about the group with a diploid number defined for the first time in 1925 for *Nyctinomus mexicanus* (Hance, 1917; Painter, 1925). Later, around the middle of the 20th century, more conclusive cytogenetic studies were conducted with bats in Brazil and around the world, including descriptions of complete karyotypes with conventional staining (Baker, 1967, 1979; Beçak *et al.*, 1968; Makino, 1948; Mathey & Bovey, 1948; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). The development of chromosomal banding techniques around 1970, including the detection of constitutive heterochromatin (C-bands), allowed the elucidation of systematic and taxonomic problems, as well as of the structure and behavior of chiropteran chromosomes (Yonenaga-Yassuda, 2004). In Brazil occurs about 180 species of Chiroptera (Dias *et al.*, 2013; Nogueira *et al.*, 2014; Reis *et al.*, 2013), 63 with karyological studies and about 80% of which present C-banding studies (Araújo *et al.*, 2016; Barros *et al.*, 2009; Geise *et al.*, 2015; Gomes *et al.*, 2010; Gomes *et al.*, 2012; Moratelli & Morielle-Versute, 2007; Pinto *et al.*, 2012; Ribas *et al.*, 2015; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969).

Despite the seeming karyotypic conservation observed in bats, analyses of the chromosomal evolution rate using chromosomal bands in several Chiroptera species have shown that this group could be highly variable, with species displaying low rates of chromosomal evolution in relation to the ancestral karyotype defined for the taxon, while others display a high rate of chromosomal evolution, called karyotypic megaevolution (Baker, 1967; Baker & Bickham, 1980; Baker & Patton, 1967; Baker *et al.*, 1972; Pathak *et al.*, 1973; Patton & Baker, 1978; Ribas *et al.*, 2015; Sotero-Caio *et al.*, 2013; Zima, 2000). A great chromosomal variation is also observed in bats sex determination system. Most species present the sex system type XX/XY, with the male sexual chromosomes heterogametic, as in the majority of the mammals. However, some species have sex system of the neo-XY type (Tucker & Bickham, 1986), XX/XY₁Y₂ type (Hsu *et al.*, 1968; Kasahara & Dutrillaux, 1983; Tucker & Bickham, 1989) and X₁X₁X₂X₂/X₁X₂Y type, reported for the first time in mammals (Gomes *et al.*, 2016).

C-bands specifically stain chromosomes constitutive heterochromatin (CH). This region contains a high concentration of different types of repetitive DNA and can be found in a variable amount in any part of the chromosomes, although most organisms have CH in the centromeric and pericentromeric regions (Guerra, 1988; Schueler & Sullivan, 2006). Therefore, this is an important marker for identification and characterization of chromosomes, and detection of intra- and interspecific variations between karyotypes besides an important tool in the distinction of morphologically similar species as it can vary greatly between karyotypes of even closely related species (Graphodatsky *et al.*, 2011; Pinto *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2001).

The goal of this study is to analyze the C-banding karyotype variations in some Chiroptera species from the Brazilian Amazon, comparing these karyotypes with karyotypes of specimens from other localities of Neotropical region.

MATERIAL AND METHODS

Specimens were collected in different expeditions between 1997 and 2003 (license numbers: 067/97-DIFAS, 056/2000-DIFAS/DIREC, 101/2002-CGFAU/LIC, 147/2002-CGFAU/LIC, 005/2003-CGFAU/LIC), in ten localities in the Amazonas State, the municipalities of Barcelos and Santa Isabel do Rio Negro, one in the Pará State, the municipality of Itupiranga, and one in Roraima State, the municipality of Caracaraí (Figure 1). The specimens studied were identified based on quantitative and qualitative morphological characters reported as diagnoses in identification keys, revisions, descriptions and other taxonomic studies (Gardner, 2007; Gregorin & Taddei, 2002; Handley, 1989; Pine, 1972; Simmons & Voss, 1998; Vizotto & Taddei, 1973). Cell suspensions were obtained in the field according to Andrade *et al.* (2004). Conventional staining with Giemsa 5% was used to investigate chromosome morphology, diploid number (2n) and fundamental number (FN). Metaphases were analyzed using an optical microscope (Zeiss Axioskop) and photographed using the Q Capture® software, version 7. The karyotypes were assembled with Adobe Photoshop CS software, version 6. Chromosome classification was carried out visually, considering the position of the centromeres, following Levan *et al.* (1964), with modifications: metacentric = centromere in the center or near the center; submetacentric = centromere above the center; acrocentric = centromere in the end or close to the end of the chromosome. Diploid number (2n) refer to number of autosomes plus the sexual pair and the fundamental numbers were calculated considering metacentric (M) and submetacentric (SM) as bi-armed chromosomes and acrocentric (A) as uni-armed chromosomes, not considering the sexual pair. The C bands were obtained following Sumner (1972) with modifications.

RESULTS

Artibeus lituratus (Olfers, 1818) showed 2n = 30 and FN = 56 for females and 2n = 31 and FN = 56 for males (Figure 2A; Table 1), and a multiple sex chromosome system XX/XY₁Y₂ type, with a medium submetacentric X chromosome and small acrocentric chromosomes Y₁ (the smallest of the complement) and Y₂. The C-band karyotype performed in one male showed positive bands in the pericentromeric regions of all autosomes and in the X and Y₂ chromosomes, with the Y₁ totally heterochromatic. *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821) showed 2n = 30 and FN = 56 for females and 2n = 31 and FN = 56 for males (Figure 2B), and a multiple sex chromosome system XX/XY₁Y₂ type, with a medium submetacentric

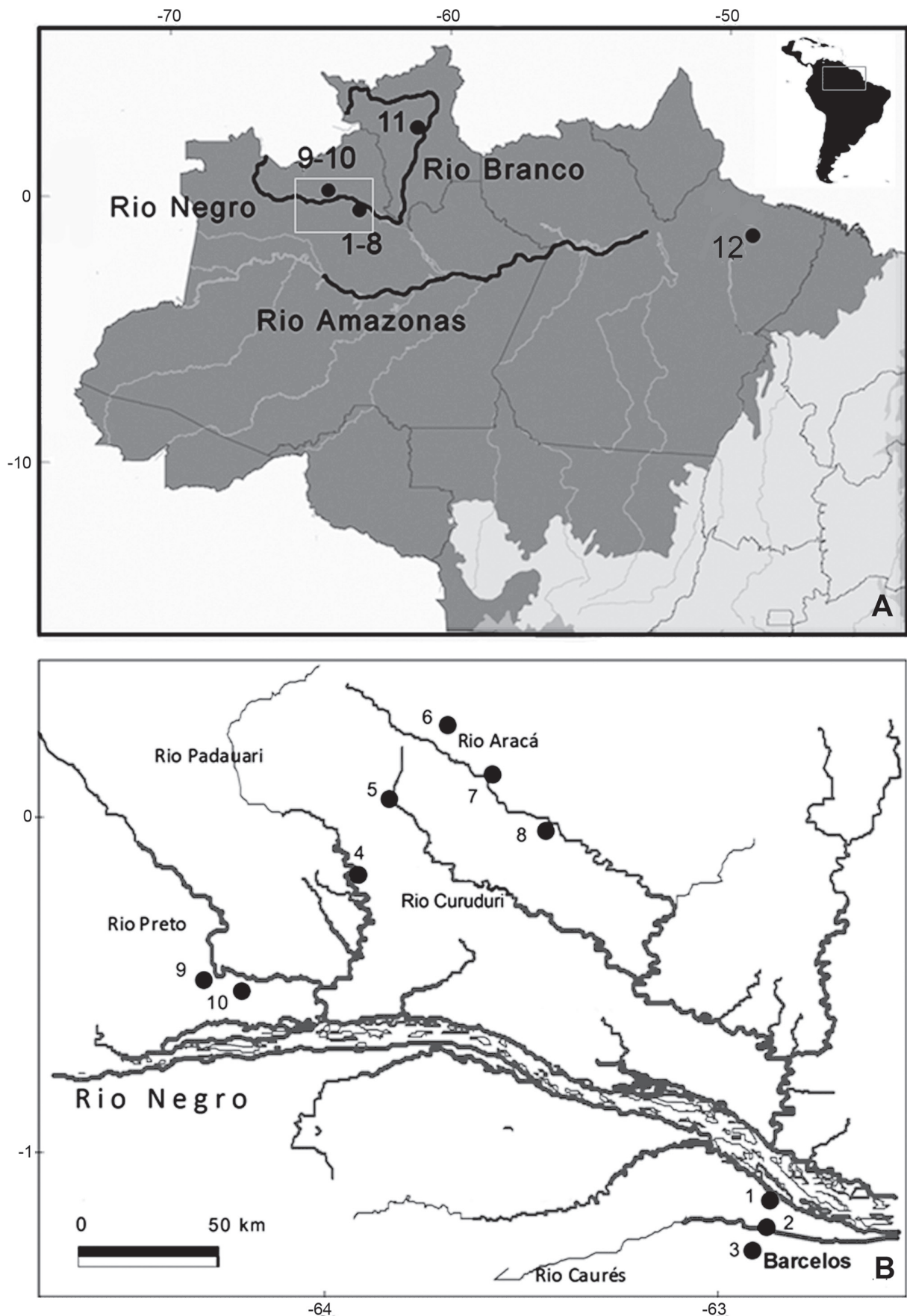


Figure 1: Collecting localities of karyotyped specimens. **(A)** Brazil, Amazonas State, (1 to 8) Barcelos, and (9-10) Santa Isabel do Rio Negro; Roraima State, (11) Caracaraí; Pará State, (12) Itupiranga. **(B)** Detail of the collecting area in the Rio Negro region, in Barcelos and Santa Isabel do Rio Negro, Amazonas State. Barcelos: (1) City Center, (2) Barcelos-Cauarés highway km 10, (3) Barcelos-Cauarés highway km 20, (4) left bank of Rio Paduari, Igarapé Japomeri, (5) Rio Curuduri, Igarapé Curudurizinho, (6) Rio Aracá, Igarapé Jauari, Três Barracas, (7) the left bank of the Rio Aracá, lake of the Igarapé do Paula, (8) Rio Aracá, Igarapé do Limão, Igarapé do Bigorna, (9) Rio Preto, left bank of Igarapé Malalaha, Igarapé Coatá, (10) Rio Preto, left bank of Igarapé Malalaha, Igarapé Araújo.



Figure 2: C-banding karyotypes of: **(A)** *Artibeus lituratus* male MN70272 from Roraima, **(B)** *Artibeus obscurus* macho MN69350 from Amazonas, **(C)** *Artibeus planirostris* female MN51713 from Amazonas, **(D)** *Carollia perspicillata* male MN69470 from Amazonas, **(E)** *Desmodus rotundus* female LBCE 6728 from Pará, **(F)** *Lophostoma silvicola* female MN69330 from Amazonas, **(G)** *Thrachops cirrhosus* female MN69320 from Amazonas, and **(H)** *Uroderma bilobatum* female MN69338 from Amazonas.

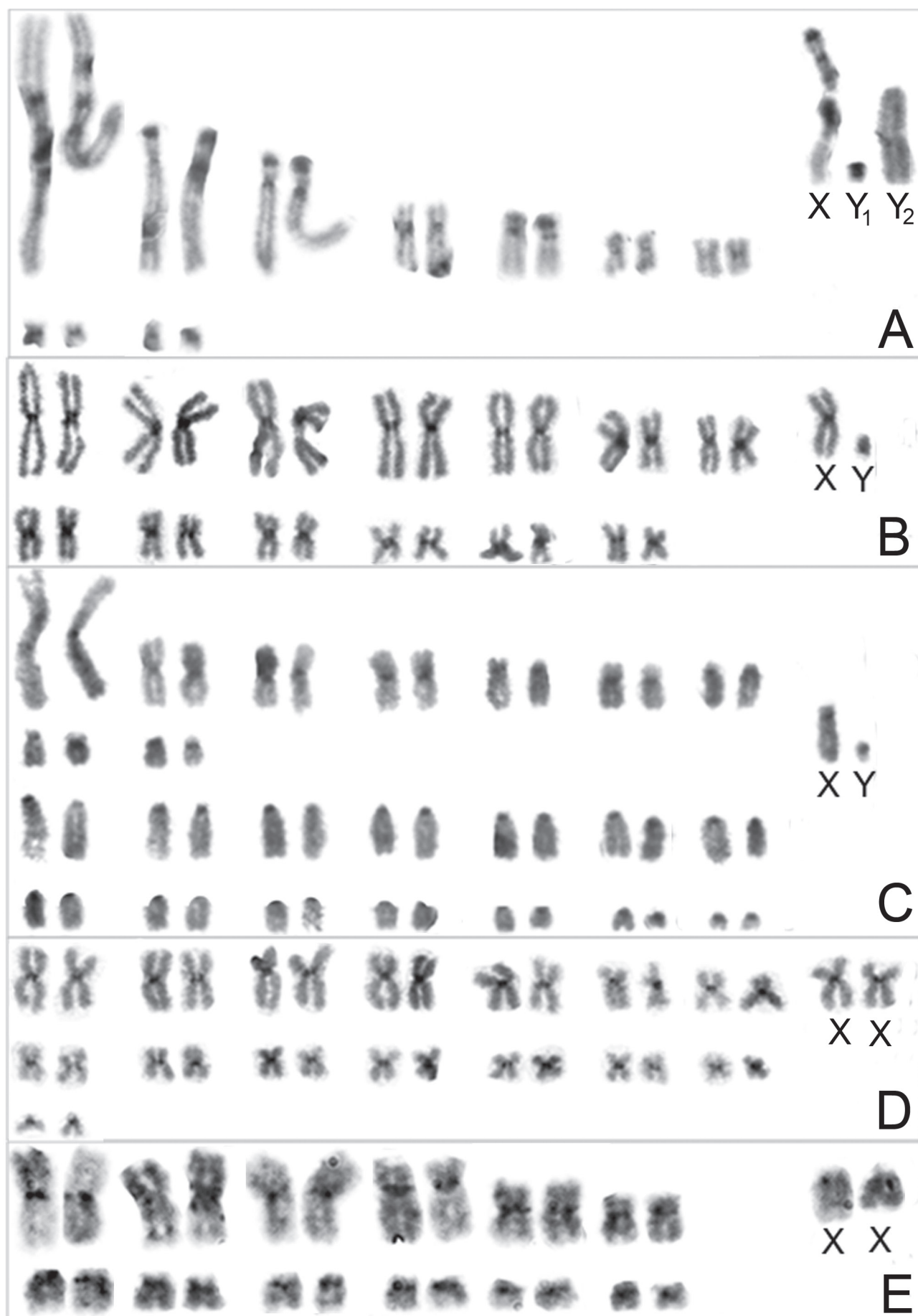


Figure 3: C-banding karyotypes of: **(A)** *Carollia brevicauda* male MN69203 from Amazonas, **(B)** *Chrotopterus auritus* male MN69355 from Amazonas, **(C)** *Molossus molossus* male MN70289 from Roraima **(D)** *Phyllostomus hastatus* female MN70282 from Roraima, and **(E)** *Saccopteryx bilineata* female MN69241 from Amazonas.

Table 1: Specimens karyotyped in this study, with identification number (field and/or museum number); diploid number (2n) and fundamental number (FN); sex (S), male (M), female (F); and collection location (localities). The abbreviations refer to: field number of Cíbele Rodrigues Bonvicino (CRB), the Wild Reservoir Mammals Biology and Parasitology Laboratory (LBCE), Museu Nacional (MN), Brazilian states of Amazonas (AM), Pará (PA), Roraima (RR).

Species	Identification Number	2n	FN	S	Localities
Emballonuridae					
<i>Saccopteryx bilineata</i>	CRB1784	26	36	M	AM, Barcelos, Rio Curuduri, Igarapé Curudurizinho (5)
<i>Saccopteryx bilineata</i>	MN69241	26	36	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
Phyllostomidae					
<i>Desmodus rotundus</i>	MN69401	28	52	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Ucuqui (6)
<i>Desmodus rotundus</i>	LBCE6728	28	52	F	PA, Itupiranga, Programa Assentamento Benfica I (12)
<i>Chrotopterus auritus</i>	MN69355	28	52	M	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Lophostoma silvicola</i>	MN69260, MN69330	34	60	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Phyllostomus discolor</i>	MN69204	32	60	M	AM, Santa Isabel do Rio Negro, Rio Preto, Igarapé Malalaha, Igarapé Coatá (9)
<i>Phyllostomus elongatus</i>	MN69278	32	58	M	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Phyllostomus elongatus</i>	MN69336	32	58	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Phyllostomus elongatus</i>	MN69378	32	58	F	AM, Barcelos, km 20 Road Barcelos-Caurés, Sítio Nova Vida (3)
<i>Phyllostomus elongatus</i>	CRB2173	32	58	F	AM, Santa Isabel do Rio Negro, Rio Preto, Igarapé Malalaha, Igarapé Araujo (10)
<i>Phyllostomus hastatus</i>	MN69080	32	58	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Ucuqui (6)
<i>Phyllostomus hastatus</i>	MN70282	32	58	F	RR, Caracará, Parque Nacional do Viruá, Serra do Preto (11)
<i>Trachops cirrhosus</i>	MN69176	30	56	F	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Colocação Três Barracas (6)
<i>Trachops cirrhosus</i>	MN69320,	30	56	F	AM, Barcelos, Lago do Igarapé do Paula (7),
<i>Trachops cirrhosus</i>	MN69252	30	56	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Carollia perspicillata</i>	MN69456, MN69460, MN69461	21	36	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Colocação Ucuqui (8)
<i>Carollia perspicillata</i>	MN69097, MN69468, MN69469, MN69470	21	36	M	AM, Santa Isabel do Rio Negro, Rio Preto, Igarapé Malalaha, Igarapé Araujo (10)
<i>Carollia perspicillata</i>	CRB2119, MN69471, MN69472	21	36	M	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Carollia perspicillata</i>	CRB2853, CRB2868, CRB2856	21	36	M	AM, Barcelos, km 10 Road Barcelos-Caurés (2)
<i>Carollia perspicillata</i>	MN69455, MN69463, MN69467, CRB2854	20	36	F	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Ucuqui (6)
<i>Carollia perspicillata</i>	MN70277	20	36	F	RR, Caracará, Parque Nacional do Viruá, Serra do Preto (11)
<i>Carollia perspicillata</i>	LBCE6730, LBCE6731, LBCE6727, LBCE6725, LBCE6724	20	36	F	PA, Itupiranga, Programa Assentamento Benfica I (12)
<i>Carollia brevicauda</i>	MN69061	21	36	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Limão, Igarapé Bigorna (8)
<i>Carollia brevicauda</i>	MN69203, MN69219	21	36	M	AM, Santa Isabel do Rio Negro, Rio Preto, Igarapé Malalaha, Igarapé Coatá (9)
<i>Artibeus lituratus</i>	MN69306	31	56	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, lago do Igarapé do Paula (7)
<i>Artibeus lituratus</i>	MN70272	31	56	M	RR, Caracará, Parque Nacional do Viruá, Serra do Preto (11)
<i>Artibeus lituratus</i>	MN69340, MN69348	30	56	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Artibeus obscurus</i>	MN69064	30	56	F	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Limão, Igarapé Bigorna (8)
<i>Artibeus obscurus</i>	MN69342, MN69337, MN69339	30	56	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Artibeus obscurus</i>	MN69357	30	56	F	AM, Barcelos, R Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Artibeus obscurus</i>	MN69074	31	56	M	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Colocação Ucuqui (6)
<i>Artibeus obscurus</i>	CRB2865, MN69239	31	56	M	AM, Barcelos, km 10 Road Barcelos-Caurés (2),
<i>Artibeus obscurus</i>	MN69251, MN69253, MN69341, MN69343, MN69350, MN69351	31	56	M	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
<i>Artibeus planirostris</i>	MN51731, MN51713	30	56	F	AM, Barcelos, km 10 Road Barcelos-Caurés (2)
<i>Uroderma bilobatum</i>	MN69338	42	50	F	AM, Barcelos, Rio Paduaui, Igarapé Japomeri (4)
Molossidae					
<i>Molossus molossus</i>	MN69070, MN69073, MN69072	48	64	F	AM, Barcelos, Rio Aracá, Igarapé Jauari, Ucuqui (6)
<i>Molossus molossus</i>	MN70289	48	64	M	RR, Caracará, Parque Nacional do Viruá, Serra do Preto (11)





Table 2: Karyotypes of species here studied with differences in constitutive heterochromatin patterns (C-bands). Short arm (p), long arm (q), sexual chromosomes X, Y, Y₁ and Y₂, localities (Local.), references (Refs). 1 = Barros *et al.* (2009); 2 = García & Pessôa (2010); 3 = Pinto *et al.* (2012); 4 = Ribas *et al.* (2015); 5 = Santos *et al.* (2001); 6 = Santos & Souza (1998); 7 = Silva *et al.* (2005); 8 = Tucker & Bickham (1989); 9 = Varela-García *et al.* (1989); 10 = present study. Costa Rica (CR); Brazilian states of Amazonas (AM), Pernambuco (PE), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP).

Species	C-bands					Local.	Refs.
	Pericentromeric	Terminal	Interstitial	Dispersal	Total		
<i>Artibeus lituratus</i>	Autosomes, X	5p, 6p, 7p	6q	Y ₁	Y ₂	PE	3
<i>Artibeus lituratus</i>	Autosomes, X	6p	—	—	Y ₁	RJ	2
<i>Artibeus lituratus</i>	Autosomes, X, Y ₂	—	—	—	Y ₁	AM	10
<i>Artibeus obscurus</i>	Autosomes, X	5p, 6p, 7p, 9p	1pq, 2q, 5q, 6q	Y ₁	Y ₂	PE	3
<i>Artibeus obscurus</i>	Autosomes, X	—	1q	—	Y ₁	RJ	2
<i>Artibeus obscurus</i>	Autosomes, X, Y ₂	—	1pq, 2q, 4q, 6q, 7q	Y ₁	—	AM	10
<i>Artibeus planirostris</i>	Autosomes, X	5p, 6p, 7p, 9p	1q, 2q, 5q, 6q	Y ₁	—	PE	3
<i>Artibeus planirostris</i>	Autosomes, X	5p, 6p, 7p, 9p	—	—	—	AM	10
<i>Carollia perspicillata</i>	Autosomes, X, Y ₂	2p, 3p, Xp	1p	—	—	RJ	2
<i>Carollia perspicillata</i>	Autosomes, X, Y ₂	2p, 3p, 5p	1p, Xp	—	Y ₁	CR	8
<i>Carollia perspicillata</i>	Autosomes, X, Y ₁	2p, 3p, 5p	1p, Xp	—	Y ₂	PE	6
<i>Carollia perspicillata</i>	Autosomes, X, Y ₁ , Y ₂	2p, 3p, 5p	1p, Xp	—	—	AM	10
<i>Desmodus rotundus</i>	Autosomes, X	—	—	—	—	PE	5
<i>Desmodus rotundus</i>	Autosomes, X	—	1p e q, 2q, 8q, 12q	—	—	SP	9
<i>Desmodus rotundus</i>	Autosomes, X	—	—	—	—	AM	10
<i>Lophostoma silvicola</i>	Autosomes, X	—	15q, Y	—	—	PE	4
<i>Lophostoma silvicola</i>	Autosomes, X	—	—	—	—	AM	10
<i>Trachops cirrhosus</i>	Autosomes, X	Xq	—	—	—	PE	1
<i>Trachops cirrhosus</i>	Autosomes, X	Xp	—	—	—	AM	10
<i>Uroderma bilobatum</i>	Autosomes, X	1p, 2p	—	—	—	PA	7
<i>Uroderma bilobatum</i>	Autosomes, X	—	—	—	—	AM	10



X chromosome and small acrocentric chromosomes Y_1 (the smallest of the complement) and Y_2 . The C-banding karyotype performed in one female showed positive bands in the pericentromeric regions of all autosomes and in the X and Y_2 chromosomes. In addition, the first pair showed two interstitial heterochromatic bands, one on the short arm and another on the long arm; while the second, sixth and seventh pairs displayed one interstitial heterochromatic band on the long arm. The Y_1 showed no constitutive heterochromatin (Figure 2B; Table 2). *Artibeus planirostris* Spix, 1823 showed $2n = 30$ and $FN = 56$ for females (Figure 2C), with a medium submetacentric X chromosome. The C-banding karyotype performed in one female showed positive bands in the pericentromeric regions of all autosomes and in the X chromosome. In addition, the fifth, sixth and seventh pairs showed small telomeric bands on the short arms.

Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758) showed $2n = 21$ and $FN = 36$ on males and $2n = 20$ and $FN = 36$ on females (Figure 2D; Table 1), and a multiple sex chromosome system XX/ XY_1Y_2 type, with a large submetacentric X chromosome, a small acrocentric Y_1 chromosome (the smallest of the complement) and a medium acrocentric Y_2 . The C-banding karyotype performed in three males and seven females showed pericentromeric bands in all autosomes, and in the X, Y_1 and Y_2 chromosome. In addition, the first pair showed an interstitial band on the short arms, and the second, third, and fifth pairs, as well as the X chromosome showed a telomeric band on the short arms (Figure 2D; Table 2). *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821) showed $2n = 21$ and $FN = 36$ (Figure 3A; Table 1) and a multiple sex chromosome system XX/ XY_1Y_2 type, with a large submetacentric X chromosome, a small acrocentric Y_1 chromosome (the smallest of the complement) and a medium acrocentric Y_2 . The C-banding karyotype of a male showed pericentromeric bands in all autosomes, and in the X and Y_2 chromosomes, with the Y_1 totally heterochromatic. In addition, the first pair showed an interstitial band on the short arms, and the second, third, and fifth pairs, as well as the X chromosome showed a telomeric band on the short arms (Figure 3A).

Chrotopterus auritus (Peters, 1856) showed $2n = 28$ and $FN = 52$ (Figure 3B; Table 1), with a medium submetacentric X chromosome and a small acrocentric Y chromosome. A secondary constriction was observed on the long arm of the third chromosomal pair. The C-band karyotype showed a pericentromeric band in all autosomes and in the X chromosome, the Y chromosome was totally heterochromatic and the secondary constriction was C-negative band (Figure 3B). *Desmodus rotundus* (Lt Geoffroy St.-Hilaire, 1810) showed $2n = 28$ and $FN = 52$, with a large submetacentric X chromosome and a small metacentric Y chromosome, the smallest of the complement (Figure 2E; Table 1). The C-banding karyotype performed in one male showed pericentromeric heterochromatic bands in all chromosomes, including the X chromosome (Figure 2E). *Lophostoma silvicola* d'Orbigny, 1836 showed $2n = 34$ and $FN = 60$, with a large metacentric X chromosome (Figure 2F; Table 1).

The C-banding karyotype performed in one female showed pericentromeric heterochromatic bands in all chromosomes, including the X chromosome (Figure 2F; Table 2).

Molossus molossus (Pallas, 1766) showed $2n = 48$ and $FN = 64$ (Figure 3C; Table 1), with a large metacentric X chromosome and a small acrocentric Y chromosome. The male C-band karyotype showed a pericentromeric band in all autosomes and in the X chromosome, and the Y chromosome showed constitutive heterochromatin band on the short arm (Figure 3C). *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767) showed $2n = 32$ and $FN = 58$ (Figure 3D; Table 1), with a medium metacentric X chromosome and small acrocentric Y chromosome. The female C-band karyotype showed a pericentromeric band in all chromosomes, including the X chromosome (Figure 3D). *Saccopteryx bilineata* (Temminck, 1838) showed $2n = 26$ and $FN = 36$ (Figure 3E; Table 1), with a medium acrocentric X chromosome and a small acrocentric Y chromosome. C-band karyotype showed pericentromeric bands in all chromosomes, including the X chromosome (Figure 3E). *Trachops cirrhosus* (Spix, 1823) has a karyotype of $2n = 30$ and $FN = 56$ (Figure 2G; Table 1), with a medium submetacentric X chromosome. The C-banding karyotype performed in one female showed pericentromeric heterochromatic bands in all chromosomes, including the X chromosome with a pericentromeric band and an additional band equal to the whole short arm (Figure 2G; Table 2). *Uroderma bilobatum* Peters, 1866 showed $2n = 42$ and $FN = 50$, with a large submetacentric X chromosome (Figure 2H; Table 1). One female from Amazonas State herein karyotyped showed C-positive bands in the pericentromeric bands of all autosomes and in the sex chromosome X (Figure 2H; Table 2).

DISCUSSION

Of the thirteen species of bats studied here, eight species, *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Lophostoma silvicola*, *Trachops cirrhosus* and *Uroderma bilobatum* showed very similar Giemsa conventional karyotypes and C-band patterns different from those described for other localities. The Giemsa conventional staining karyotype of *Artibeus lituratus* was similar to those described for individuals from Mexico, Trinidad and Tobago, Colombia and Brazilian states of São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco and Pará (Althoff & Sbalqueiro, 1998; Baker, 1967; Baker & Hsu, 1970; Garcia & Pessôa, 2010; Gardner, 1977; Morielle *et al.*, 1985; Morielle & Varela-Garcia, 1988; Noronha *et al.*, 2001; Rodrigues *et al.*, 2003; Souza & Araújo, 1990; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). However, the C-band karyotype here described was different from individuals from Brazil in the state of Pernambuco, which showed additional small heterochromatic blocks in the terminal region of chromosome pairs 5, 6 and 7 (Pinto *et al.*, 2012) and in the state of Rio de Janeiro, with additional small heterochromatic blocks in the terminal region of chromosome pair



6 (Garcia & Pessôa, 2010) (Figure 2A; Table 2). The condition of Y chromosome entirely heterochromatic is very common in bats and even in mammals (Leite-Silva *et al.*, 2003; Kasahara, 2003; Morielle-Versute *et al.*, 1996; Santos & Souza, 1998; Souza & Araújo, 1990). Although in this case the Y chromosome is gene-poor, the coding regions may be small and difficult to visualize, as occurs in the Y human chromosome (Quintana-Murci & Fellous, 2001). The conventional karyotype of *Artibeus obscurus* was similar to those described for individuals from Brazilian states of Pará, Rio Grande do Sul and Rio de Janeiro (Althoff & Sbalqueiro, 1998; Garcia & Pessôa, 2010; Noronha *et al.*, 2001). However, the C-banding pattern herein described was different from that observed in the C-band karyotypes of individuals from Brazil in the state of Pernambuco, with additional interstitial blocks in the short and long arms of pair 1, as well as in the long arms of pairs 2, 5, 6 and in the terminal region of the short arm of pair 9 (Pinto *et al.*, 2012), and in the state of Rio de Janeiro, with additional interstitial blocks only on the long arms of pair 1 (Garcia & Pessôa, 2010) (Table 2). The absence of heterochromatin on Y chromosome is an unusual condition in bats and maybe due to specific type of heterochromatin not detected by C-band coloration (Leite-Silva *et al.*, 2003). The conventional karyotype of *Artibeus planirostris* was similar to those described for individuals from Brazil, in the states of Pernambuco and São Paulo (Althoff & Sbalqueiro, 1998; Gardner, 1977; Morielle & Varella-Garcia, 1988; Souza & Araújo, 1990), although the C-banding pattern herein described was different from the one in C-banding karyotypes of individuals from the state of Pernambuco in Brazil, with additional interstitial blocks in the long arms of pairs 2, 5, 6 and in the terminal region of the short arm of pair 9 (Pinto *et al.*, 2012) (Table 2).

The conventional karyotype of *Carollia perspicillata* was similar to those karyotypes described for specimens from Mexico, Colombia, Trinidad and Tobago, Costa Rica, Venezuela and Brazil, in the states of São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco and Pará (Baker, 1967; Baker & Bleier, 1971; Baker & Hsu, 1970; Garcia & Pessôa, 2010; Hsu *et al.*, 1968; Kiblski, 1969; Noronha *et al.*, 2004; Santos & Souza, 1998; Stock, 1975; Toledo, 1973; Tucker & Bickham, 1989; Varella-Garcia *et al.*, 1988; Yonenaga *et al.*, 1969). In contrast, the C-band pattern described here is slightly different from that found in specimens from Costa Rica and Brazil, in the states of Pernambuco and Rio de Janeiro (Garcia & Pessôa, 2010; Santos & Souza, 1998; Tucker & Bickham, 1989) (Table 2). The conventional karyotype of *Desmodus rotundus* was similar to the karyotypes described for specimens from Mexico and Brazil (São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Pernambuco and Pará) (Cadena & Baker, 1976; Morielle & Varella-Garcia, 1988; Souza, 1985; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). This result suggests a high intraspecific karyotypic conservation in *D. rotundus*, despite its wide geographical distribution. The C-banding pattern herein described was similar to the one found in specimens from Pernambuco State in Brazil (Santos *et al.*, 2001) and, on the other hand, it was different to

the one described for the state of São Paulo in Brazil, which showed interstitial blocks in some autosomes (Varella-Garcia *et al.*, 1989) (Table 2).

The conventional karyotype of *Lophostoma silvicola* was similar to the karyotypes described for specimens from Peru, Suriname, Costa Rica and Brazil (Pará, Amazonas and Mato Grosso) (Honeycutt *et al.*, 1980; Gardner, 1977; Genoways & Williams, 1980; Ribas *et al.*, 2015; Tucker & Bickham, 1986). Despite the high karyotypic stability reported using conventional staining; the results of C-banding technique found in *L. silvicola* differ in the amount of heterochromatin of the fifteenth pair in samples from different Brazilian localities, like pattern described for individuals from Pará, Amazonas and Mato Grosso, in which the long arm of the fifteenth pair was also comprised of heterochromatin (Ribas *et al.*, 2015) (Table 2). The conventional karyotype of *Trachops cirrhosus* was similar to those described for specimens from Mexico, Suriname, Trinidad and Tobago, and Brazil, in the state of Pernambuco (Baker, 1967; Baker, 1979; Baker & Hsu, 1970; Barros *et al.*, 2009; Hsu *et al.*, 1968; Santos *et al.*, 2002), but the X chromosome differs from those reported by Barros *et al.*, (2009), for specimens of the Brazilian state of Pernambuco, in which the X chromosome is acrocentric. This difference in the X chromosome morphology reported in the present study was demonstrated with the C-banding karyotype technique performed in one female that showed a pericentromeric band and an additional band equal to the whole short arm, differing from those described for specimens of Pernambuco karyotype, which had a pericentromeric band in the acrocentric X chromosome (Table 2). Although the G-band has not been performed, the C-band result suggests that the difference in the morphology of X chromosome between the two populations is due to the addition or deletion of constitutive heterochromatin and not a pericentric inversion, as previously suggested (Barros *et al.*, 2009). The conventional karyotype of *Uroderma bilobatum* was similar to that found in individuals from South America, such as from east of the Andes in Colombia (Restrepo, Puerto Lopez e Leticia), Suriname (Nickerie and Brokopondo), the island of Trinidad and Tobago (Blanchisseuse e Las Cuevas) and Brazil, in the state of Pará (Baker, 1979; Baker & Lopez, 1970; Baker & McDaniel, 1972; Honeycutt *et al.*, 1980; Silva *et al.*, 2005). Another two karyotypes were described for this species, $2n = 44$ and $FN = 48$, found along the Pacific coast of Mexico, Guatemala, El Salvador, Honduras; and $2n = 38$ and $FN = 44$, found on the Atlantic coast of Guatemala, Honduras, and Peninsula Yucatan, in Mexico; on both coasts of Nicaragua, Costa Rica and Panama; and along the Pacific in Colombia and northeastern Ecuador (Baker, 1979; Hoffmann *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2005). Despite sharing the same $2n = 42$ and $FN = 50$ with specimens from Colombia, Trinidad and Tobago, Suriname and the state of Pará, in Brazil (Baker, 1979; Hoffmann *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2005), the specimen herein karyotyped differs in the C-banding pattern from individuals from Pará State, while in individuals from other locality of Pará,



additional bands were observed in the terminal regions of the first and second pairs and in the X chromosome (Silva *et al.*, 2005) (Table 2).

The Giemsa conventional and C-banding karyotypes of another five species, *Carollia brevicauda*, *Chrotopterus auritus*, *Molossus molossus*, *Phyllostomus hastatus*, and *Saccopteryx bilineata*, were similar to those previously reported for each species from other localities (Hood & Baker, 1986; Leite-Silva *et al.*, 2003; Morielle-Versute *et al.*, 1992; Morielle-Versute *et al.*, 1996; Pieczarka *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2000; Santos & Souza, 1998; Stock, 1975) (Figure 3). The conventional karyotype of *Carollia brevicauda* was similar to the described for specimens from Peru and Brazilian state of Pará (Stock, 1975; Pieczarka *et al.*, 2005). The C-banding pattern herein described was similar to the one found in specimens from Peru and Brazilian state of Pará (Stock, 1975; Santos & Souza, 1998). The conventional karyotype of *Chrotopterus auritus* was similar to the one described from Suriname and Brazilian state of São Paulo (Honeycutt *et al.*, 1980; Morielle-Versute *et al.*, 1992; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). In the specimen here studied, the secondary constriction observed on the long arm of the third chromosomal pair was similar to that found in individuals from Brazilian state of São Paulo (Morielle-Versute *et al.*, 1992; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). The C-band karyotype was similar to that found in individuals from the Brazilian state of São Paulo (Morielle-Versute *et al.*, 1992).

The conventional karyotype of *Molossus molossus* was similar to the one described from Brazilian states of São Paulo (Morielle-Versute *et al.*, 1996) and Pernambuco (Leite-Silva *et al.*, 2003). Two chromosome complements were described for this species, $2n = 48$ and $FN = 56$ in specimens from Porto Rico (Baker & Lopez, 1970) and, $2n = 48$ and $FN = 58$ in specimens from Trinidad and Tobago, Colombia, Porto Rico, Peru, Nicaragua (Warner *et al.*, 1974) and Brazilian state of Rio Grande do Sul (Varella-Garcia *et al.*, 1989). Some authors suggest that these differences in the FN are due to different degrees of chromosome condensation which leads to the error in the determination of chromosome morphology (Morielle-Versute *et al.*, 1996). The C-band pattern was similar to that found in individuals from Brazilian states of São Paulo and Pernambuco (Leite-Silva *et al.*, 2003; Morielle-Versute *et al.*, 1996).

The conventional karyotype of *Phyllostomus hastatus* was similar to the one described similar from Trinidad and Tobago, Venezuela and Brazil state of Pará (Baker, 1979; Baker & Hsu, 1970; Kibliskey, 1969; Morielle & Varella-Garcia, 1988; Rodrigues *et al.*, 2000; Souza, 1985; Toledo, 1973; Yonenaga *et al.*, 1969). The C-band karyotype was similar to that found in individuals from Brazilian state of Pará (Rodrigues *et al.*, 2000). The conventional karyotype of *Saccopteryx bilineata* was similar to that found in individuals from other localities of South America (Baker, 1970; Baker & Jordan, 1970; Hood & Baker, 1986). The C-band karyotype was similar to that found in individuals from Suriname (Hood & Baker, 1986).

In this study, many species with apparent similar karyotypes with conventional staining presented variation in C-band patterns in their geographic distribution, showing the importance of the C-band pattern in revealing differences in chromosomal complements and elucidating rearrangements leading to population variation or even interspecific variation. Many species of the order Chiroptera have a conservative rate of chromosome evolution and other species present a large number of chromosomal rearrangements giving rise to a karyotypic megaevolution (Baker & Bickham, 1980). In according to this second hypothesis, the results obtained in the present study showed possible intra-population variations in C-band patterns, indicating that some species were subjected to rearrangements along their distribution. The still few detailed banding studies does not allow conclusions about the taxonomic implications of these variations. More detailed G- and C-bands, with more specimens from a more extensive geographic region is necessary to elucidate the extent of these differences.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by CNPq grant 304498_2014_9 to CRB; and FAPERJ grant e26/201-200/2014 to C. R. Bonvicino. We are grateful to Dr. J. R. Coura, Dr. J. A. de Oliveira, and Dr. L. F. B. de Oliveira, for coordinating the projects in which the specimens herein studied were collected; to Angela Junqueira and Fabrício Escarlata, for their help with field work; and to FUNASA, from Barcelos, for the support. We are also grateful to Drs. D. Dias, R. Moratelli, and F. Escarlata for the taxonomic identification of all the specimens herein studied.

REFERENCES

- Althoff SL, Sbalqueiro IJ. 1998. Estudos citogenéticos das espécies de *Artibeus* (Mammalia; Chiroptera) ocorrentes na Mata Atlântica da região sul do Brasil. Pp. 309. In Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Andrade AFB, Bonvicino CR, Briani DC, Kasahara S. 2004. Karyologic diversification and phylogenetic relationships of the genus *Thalpomys* (Rodentia, Sigmodontinae). *Acta Theriologica* 49: 181-90.
- Araújo REF, Nagamachi CY, Costa MJR, Noronha RCR, Rodrigues LRR, Pieczarka JC. 2016. First description of multivalent ring structures in eutherian mammalian meiosis: new chromosomal characterization of *Cormura brevirostris* (Emballonuridae, Chiroptera). *Genetica*. <http://doi.org/10.1007/s10709-016-9909-y>.
- Baker RJ. 1967. Karyotypes of bats of the family Phyllostomidae and their taxonomic implications. *The Southwestern Naturalist* 12(4): 407-428. www.jstor.org/stable/10.2307/3669608.
- Baker RJ. 1979. Karyology. Pp. 107-155. In Baker, RJ, Jones JR, Carter DC (Eds.), *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Part III. Special Publications of Museum of Texas Tech University. The Museum of Texas Tech University, Lubbock.
- Baker RJ, Bickham JM. 1980. Karyotypic evolution in bats: evidence of extensive and conservative chromosomal evolution in closely related taxa. *Systematic Zoology* 29: 239-53. <http://doi.org/10.1093/sysbio/29.3.239>.
- Baker RJ, Bleier WJ. 1971. Karyotypes of bats of the subfamily Carolliinae (Mammalia; Phyllostomidae) and their evolutionary implications. *Experientia* 27: 220-222.
- Corrêa, M.M. de O. & Bonvicino, C.R.: C-banding variation in bats



- Baker RJ, Gardner AL, Patton JL. 1972. Chromosomal polymorphism in the Phyllostomid bat, *Mimon crenulatum* (Geoffroy). *Experientia* 28: 969-970.
- Baker RJ, Hsu TC. 1970. Further studies on the sex-chromosomes systems of the American leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Cytogenetics* 9: 131-138.
- Baker RJ, Lopez G. 1970. Chromosomal variation in bats of the genus *Uroderma* (Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 51: 786-9. <http://doi.org/10.2307/1378302>.
- Baker RJ, McDaniel VR. 1972. A new subspecies of *Uroderma bilobatum* (Chiroptera: Phyllostomidae) from Middle America. *Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University* 7: 1-4. www.nsrl.ttu.edu/publications/opapers/ops/OP7.pdf.
- Baker RJ, Patton JL. 1967. Karyotypes and karyotype variation of North American Vespertilionid bats. *Journal of Mammalogy* 48: 270-286. <http://doi.org/10.2307/1378031>.
- Barros HMDDR, Sotero-Caio CG, Santos N, Souza MJ. 2009. Comparative cytogenetic analysis between *Lonchorhina aurita* and *Trachops cirrhosus* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Genetics and Molecular Biology* 32(4): 748-752. www.scielo.br/pdf/gmb/v32n4/2008-329.pdf.
- Beçak ML, Batistic R, Vizotto LD, Beçak W. 1968. Mecanismo de determinação do sexo XY₁Y₂ em *Artibeus lituratus lituratus* (Chiroptera – Phyllostomatidae). *Ciência e Cultura* 20(2): 173.
- Cadena A, Baker RJ. 1976. Cariotipos de los murciélagos vampiros. *Caldasia* XI(54): 159-63.
- Dias D, Esbérard CE, Moratelli R. 2013. A new species of *Lonchophylla* (Chiroptera, Phyllostomidae) from the Atlantic Forest of southeastern Brazil, with comments on *L. bokermanni*. *Zootaxa* 3722: 347-60.
- Garcia JP, Pessôa LM. 2010. Karyology composition of bats from the Brazilian nuclear power plant, state of Rio de Janeiro. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 617-628. <http://chiropteraneotropical.net/index.php/cn/article/view/252>.
- Gardner AL. 1977. Chromosomal variation in *Vampyressa* and a review of chromosomal evolution in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Systematic Zoology* 26: 300-318. <http://doi.org/10.1093/sysbio/26.3.300>.
- Gardner AL. (Ed.), 2007 [2008]. *Mammals of South America. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, and United Kingdom, London.
- Geise L, Costa LDM, Esbérard CEL. 2015. Karyotype of *Centronycteris maximiliani* (J. Fischer, 1829) (Chiroptera: Emballonuridae) from the Jequitinhonha Valley, Bahia state, Brazil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozologia* 72: 1-3. www.academia.edu/18601304/Karyotype_of_Centronycteris_maximiliani.
- Genoways HH, Williams SL. 1980. Results of the Alcoa Foundation – Suriname Expeditions. I. A new species of the genus *Tonatia* (Mammalia: Phyllostomidae). *Annals of the Carnegie Museum of Natural History* 49: 203-11.
- Gomes AJB, Nagamachi CY, Rodrigues LRR, Benathar TCM, Ribas TFA, O'Brien PCM, Yang F, Ferguson-Smith MA, Pieczarka JC. 2016. Chromosomal phylogeny of *Vampyressa* bats (Chiroptera, Phyllostomidae) with description of two new sex chromosome systems. *BMC Evolutionary Biology* 16: 119. <http://doi.org/10.1186/s12862-016-0689-x>.
- Gomes AJB, Nagamachi CY, Rodrigues LRR, Farias SG, Pieczarka JC. 2012. Karyotypic variation in *Rhinophylla pumilio* Peters, 1865 and comparative analysis with representatives of two subfamilies of Phyllostomidae (Chiroptera). *Comparative Cytogenetics* 6(2): 213-25. <http://doi.org/10.3897/CompCytogen.v6i2.1679>.
- Gomes AJB, Rodrigues LRR, Rissino JD, Nagamachi CY, Pieczarka JC. 2010. Biogeographical karyotypic variation of *Rhinophylla fischeri* (Chiroptera: Phyllostomidae) suggests the occurrence of cryptic species. *Comparative Cytogenetics* 4(1): 79-85. <http://doi.org/10.3897/compcytogen.v4i1.24>.
- Graphodatsky AS, Trifonov VA, Stanyon R. 2011. The genome diversity and karyotype evolution of mammals. *Molecular Cytogenetics* 4: 22. www.molecularcytogenetics.org/content/4/1/22.
- Gregorin R, Taddei VA. 2002. Chave artificial para a identificação de Molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozologia Neotropical* 9(1): 13-32.
- Guerra MS. 1988. Heterocromatina e bandeamento cromossômico. Pp. 24-35. In Guerra MS (Ed.), *Introdução à Citogenética Geral*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Corrêa, M.M. de O. & Bonvicino, C.R.: C-banding variation in bats
- Hance RT. 1917. The fixation of Mammalian chromosomes. *The Anatomical Record* 12(3): 371-387. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.1090120306/pdf>.
- Handley Jr CO. 1989. The *Artibeus* of Gray, 1838. Pp. 443-468. In Redford KH, Eisenberg JF (Eds.), *Advances in Neotropical Mammalogy*. Sandhill Crane Press, Gainesville.
- Hoffmann FG, Owen JG, Baker RJ. 2003. MtDNA perspective of chromosomal diversification and hybridization in Peters' tent-making bat (*Uroderma bilobatum*: Phyllostomidae). *Molecular Ecology* 12: 2981-2993. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-294X.2003.01959.x/pdf>.
- Honeycutt RL, Baker RJ, Genoways HH. 1980. Results of the Alcoa Foundation – Suriname expeditions. III. Chromosomal data for bats (Mammalia: Chiroptera) from Suriname. *Annals of the Carnegie Museum of Natural History* 49: 237-249.
- Hood CS, Baker RJ. 1986. G- and C-banding chromosomal studies of bats of the family Emballonuridae. *Journal of Mammalogy* 67: 706-711. www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v17n1/v17n1a29.pdf.
- Hsu TC, Baker RJ, Utakoji T. 1968. The multiple sex chromosome system of American leaf-nosed bats (Chiroptera, Phyllostomidae). *Cytogenetics* 7: 27-38.
- Kasahara S. 2003. Observação de regiões de heterocromatina constitutiva evidenciadas por técnica de Banda C. Pp. 39-44. In Kasahara S (Ed.), *Práticas de Citogenética. Série Cadernos SBG*. Editora Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto.
- Kasahara S, Dutrillaux B. 1983. Chromosome banding patterns of four species of bats, with special reference to a case of X-autosome translocation. *Annual Genetics* 26: 197-201.
- Kiblski P. 1969. Chromosome patterns of 7 species of leaf-nosed bats of Venezuela (Chiroptera-Phyllostomidae). *Experientia* 25: 1203.
- Leite-Silva C, Santos N, Fagundes V, Yonenaga-Yassuda Y, Souza MJ. 2003. Karyotypic characterization of the bat species *Molossus ater*, *M. molossus* and *Molossops planirostris* (Chiroptera, Molossidae) using FISH and banding techniques. *Hereditas* 138(2): 94-100. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1601-5223.2003.01693.x/pdf>.
- Makino S. 1948. A study of the chromosomes in two species of bats (Chiroptera). *Biological Bulletin* 94: 275-282. www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.2307/1538254.
- Mathey R, Bovey R. 1948. La formule chromosomique chez cinq espèces des Chiroptères. *Experientia* 4: 1-4.
- Moratelli R, Morielle-Versute E. 2007. Métodos e aplicações da citogenética na taxonomia de morcegos brasileiros. Pp. 197-223. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), *Morcegos do Brasil*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Morielle E. 1987. Evolução cariotípica em Stenodermatinae (Chiroptera, Phyllostomidae), com base nos padrões de bandas G, C e NOR. *Ciência e Cultura (Suplemento)* 39: 778.
- Morielle E, Varella-Garcia M. 1988. Variability of nucleolus organizer regions in phyllostomid bats. *Revista Brasileira de Genética* 11(4): 853-871.
- Morielle-Versute E, Taddei VA, Varella-Garcia M. 1992. Chromosome banding studies of *Chrotopterus auritus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Genética* 15(3): 569-573.
- Morielle-Versute E, Varella-Garcia M, Taddei VA. 1996. Karyotypic patterns of seven species of molossid bats (Molossidae, Chiroptera). *Cytogenetics and Cell Genetics* 72: 26-33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8565627>.
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10(4): 808-821.
- Noronha RCR, Nagamachi CY, Pieczarka JC, Marques-Aguiar S, Assis MDF, Barros RMD. 2004. Meiotic analyses of the sex chromosomes in Carollinae-Phyllostomidae (Chiroptera): NOR separates the XY₁Y₂ into two independent parts. *Caryologia* 57(1): 1-9. www.tandfonline.com/DOI/abs/10.1080/00087114.2004.10589365.
- Noronha RCR, Nagamachi CY, Pieczarka JC, Marques-Aguiar S, Barros RMD. 2001. Sex-autosome translocations: meiotic behaviour suggests an inactivation block with permanence of autosomal gene activity in Phyllostomid bats. *Caryologia* 54(3): 267-277. <http://doi.org/10.1080/00087114.2001.10589235>.
- Painter TS. 1925. A comparative study of the chromosomes of mammals. *American Naturalist* 59(664): 385-409.
- Pathak S, Hsu TC, Utakoh T. 1973. Relationships between patterns of chromosome banding and DNA synthetic sequences: a study on



- the chromosomes of the Seba's fruit bat, *Carollia perspicillata*. *Cytogenetics and Cell Genetics* 12: 157-164.
- Patton JC, Baker RJ. 1978. Chromosomal homology and evolution of Phyllostomatoid bats. *Systematic Zoology* 27(4): 449-462. <http://doi.org/10.1093/sysbio/27.4.449>.
- Pieczarka JC, Nagamachi CY, O'Brien PCM, Yang F, Rens W, Barros RMS, Noronha RCR, Rissino J, de Oliveira EHC, Ferguson-Smith MA. 2005. Reciprocal chromosome painting between two South American bats: *Carollia brevicauda* and *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae, Chiroptera). *Chromosome Research* 13: 339-347.
- Pine RH. 1972. The bats of the genus *Carollia*. Technical Monographs Texas Agriculture Experimental Station 8: 1-125.
- Pinto MMPL, Calixto MS, Souza MJ, Araújo APT, Langguth A, Santos N. 2012. Cytotaxonomy of the subgenus *Artibeus* (Phyllostomidae, Chiroptera) by characterization of species-specific markers. *Comparative Cytogenetics* 6(1): 17-28. <http://doi.org/10.3897/compcytogen.v6i1.1510>.
- Quintana-Murci L, Fellous M. 2001. The human Y chromosome: the biological role of a "functional wasteland". *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 1(1): 18-24.
- Reis NR, Araújo JB, Fregonezi MN, Peracchi AL. 2013. Morcegos do Brasil – Guia de Campo. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Ribas FT, Rodrigues LRR, Nagamachi CY, Gomes AJB, Rissino JD, O'Brien PCM, Yang F, Ferguson-Smith MA, Pieczarka JC. 2015. Phylogenetic reconstruction by cross-species chromosome painting and G-banding in four species of Phyllostomini tribe (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Brazilian Amazon: an independent evidence for monophyly. *PLoS ONE* 1-16. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0122845>.
- Rodrigues LRR, Barros RMS, Assis MFL, Marques-Aguiar AS, Pieczarka JC, Nagamachi CY. 2000. Chromosome comparison between two species of *Phyllostomus* (Chiroptera – Phyllostomidae) from Eastern Amazonia, with some phylogenetic insights. *Genetics and Molecular Biology* 23(3): 595-599. www.scielo.br/pdf/gmb/v23n3/4355.pdf.
- Rodrigues LRR, Barros RMS, Marques-Aguiar S, Assis MDLF, Pieczarka JC, Nagamachi CY. 2003. Comparative cytogenetics of two phyllostomid bats. A new hypothesis to the origin of the rearranged X chromosome from *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Caryologia* 56(4): 413-419. www.tandfonline.com/DOI/abs/10.1080/00087114.2003.10589352.
- Santos N, Fagundes V, Yonenaga-Yassuda Y, De Souza MJ. 2001. Comparative karyology of Brazilian vampire bats *Desmodus rotundus* and *Diphylla ecaudata* (Phyllostomidae, Chiroptera): banding patterns, base-specific fluorochromes and FISH of ribosomal genes. *Hereditas* 134(3): 189-94. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1601-5223.2001.00189.x/pdf>.
- Santos N, Souza MJ. 1998. Use of fluorochromes chromomycin A3 and DAPI to study constitutive heterochromatin and NORs in four species of bats (Phyllostomidae). *Caryologia* 51(3-4): 265-278. <http://doi.org/10.1080/00087114.1998.10797418>.
- Sbragia IA, Corrêa MMO, Pessôa LM, Oliveira JA. 2010. The karyotype of *Macrophyllum macrophyllum* (Schinz, 1821) (Phyllostomidae: Phyllostominae) from the state of Bahia, Brazil. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 600-2. <http://chiropteraneotropical.net/index.php/cn/article/view/229>.
- Schueler MG, Sullivan BA. 2006. Structural and functional dynamics of human centromeric chromatin. *Annual Review of Genomics Human Genetics* 7: 301-13. <http://doi.org/10.1146/annurev.genom.7.080505.115613>.
- Silva AM, Marques-Aguiar SA, Barros RMS, Nagamachi CY, Pieczarka JC. 2005. Comparative cytogenetic analysis in the species *Uroderma magnirostrum* and *U. bilobatum* (cytotype 2n = 42) (Phyllostomidae, Stenodermatinae) in the Brazilian Amazon. *Genetics and Molecular Biology* 28(2): 248-253. www.scielo.br/pdf/gmb/v28n2/a12v28n2.pdf.
- Simmons NB, Voss RS. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 273: 1-219.
- Sotero-Caio CG, Volleth M, Gollahon LS, Fu B, Cheng W, Ng BL, Yang F, Baker RJ. 2013. Chromosomal evolution among leaf-nosed nectarivorous bats – evidence from cross-species chromosome painting (Phyllostomidae, Chiroptera). *BMC Evolution Biology* 13(276): 1-12. www.biomedcentral.com/1471-2148/13/276.
- Souza MJ. 1985. Regiões organizadoras de nucléolos em seis espécies de morcegos da família Phyllostomidae. *Ciência e Cultura* 37, Supl.: 739-740.
- Souza MJ, Araújo MCP. 1990. Conservative pattern of the G-bands and diversity of C-banding patterns and NORs in the Stenodermatinae (Chiroptera-Phyllostomatidae). *Revista Brasileira de Genética* 13(2): 255-268.
- Stock AD. 1975. Chromosome banding pattern homology and its phlogenetic implications in the bat genera *Carollia* and *Choeroniscus*. *Cytogenetics and Cell Genetics* 14(1): 34-41. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1132246>.
- Sumner AT. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75: 305-6. http://ac.els-cdn.com/0014482772905587/1-s2.0-0014482772905587-main.pdf?_tid=07537f80-c6d8-11e6-9df0-00000aacb361&acdnat=1482254362_48045c6abe26cc5c40bc6cf0849d0518.
- Toledo LA. 1973. Estudos citogenéticos em morcegos brasileiros (Mammalia – Chiroptera). Tese de Doutorado em Ciências. Departamento de Morfologia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, São Paulo.
- Tucker PK, Bickham JW. 1986. Sex chromosome-autosome translocations in the leaf-nosed bats, family Phyllostomidae. *Cytogenetics and Cell Genetics* 43: 28-37. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3780316>.
- Tucker PK, Bickham JW. 1989. Heterochromatin and sex-chromosome variation in bats of the genus *Carollia* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 70(1): 174-179. <http://doi.org/10.2307/1381683>.
- Varella-Garcia M, Morielle-Versute E, Taddei VA. 1989. A survey of cytogenetic data on Brazilian bats. *Revista Brasileira de Genética* 12(4): 761-793.
- Vilamiu R, Corrêa MMM, Pessôa LM, Oliveira JA, Oliveira LFB. 2010. The karyotype of *Noctilio albiventris* (Chiroptera, Noctilionidae) from the Northern Pantanal of Brazil and its taxonomic implications. *Mastozoologia Neotropical* 17(1): 219-224. www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v17n1/v17n1a29.pdf.
- Volleth M, Heller KG. 2012. Variations on a theme: karyotype comparison in Eurasian *Myotis* species and implications for phylogeny. *Vespertilio* 16: 329-350. www.ceson.org/vespertilio/16/329_350_Volleth.pdf.
- Yonenaga Y, Frota-Pessoa O, Lewis KR. 1969. Karyotypes of Seven Species of Brazilian Bats. *Caryologia* 22(1): 63-79. <http://doi.org/10.1080/00087114.1969.10796325>.
- Yonenaga-Yassuda Y. 2004. FISH – conceitos e aplicações na citogenética. Pp. 184. In Guerra M (Org.), Contribuição da FISH à Citogenética de Mamíferos e Répteis. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto.
- Zima J. 2000. Chromosomal Evolution in Small Mammals. *Hystrix* 11(2): 5-15. <http://doi.org/10.4404/hystrix-11.2-4143>.

Submetido em 15/dezembro/2016

Aceito em 08/fevereiro/2017



Estudo da quiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) em duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil

Michel Barros Faria^{1,2,*}; Maria Clara Santos Ribeiro^{1,2}; Marcos Eli de Oliveira¹ & Daniel da Silva Ferraz^{1,2}

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Carangola.

² Museu de Zoologia Newton Baidão de Azevedo.

* Autor para correspondência: michelfaria@yahoo.com.br

Resumo: A ordem Chiroptera é representada por animais importantes na manutenção e regeneração dos remanescentes de Mata Atlântica. Os quirópteros frugívoros são dispersores de sementes, os insetívoros controlam populações de possíveis pragas ou insetos transmissores de doenças, e os hematófagos agem disseminando a raiva controlando populações na natureza. O presente trabalho teve como objetivo listar a quiropterofauna em duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) na Zona da Mata de Minas Gerais (com áreas de 20 e 30 hectares), e enfatizar a importância das áreas, que estão inseridas em uma região ainda não estudada. As áreas de estudo são colocadas em destaque, pois estão inseridas em um complexo de fragmentos florestais (Complexo do Grumirim) na região do Corredor Central da Mata Atlântica, compreendido entre duas importantes Unidades de Conservação, o Parque Nacional do Caparaó e o Parque Estadual Serra do Brigadeiro. O presente estudo foi realizado entre novembro de 2013 e maio de 2014. Foram obtidas 81 capturas e uma riqueza de 11 espécies. *Myotis ruber* e *Dyphilla ecaudata* se destacam pelo grau de raridade e exigência ambiental. O estudo reforça a importância dos fragmentos de Mata Atlântica associados às Unidades de Conservação na manutenção da diversidade local e serve de diagnóstico da qualidade ambiental dessas áreas. Compreender como as espécies de morcegos estão distribuídas e suas interações com o ambiente é importante como base em estratégias de conservação e manejo, contribuindo para que pequenas RPPNs e fragmentos florestais da Mata Atlântica sejam ampliados através de corredores ecológicos.

Palavras-Chave: Morcegos; Riqueza de espécies; Conservação; Zona da Mata.

Abstract: Study of the chiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) in two Particular Reserves of Natural Patrimony of the Atlantic Forest, Minas Gerais, Brazil. The order Chiroptera is represented by animals that are important for the maintenance and regeneration of Atlantic Forest remnants. Frugivorous bats are seed dispersers, insectivorous bats control populations of possible pests or disease-carrying insects, and hematophagous bats disseminate rabies, and consequently, contribute to the control of populations in nature. The study area belongs to the Atlantic Forest biome and stands out as an important fragment in the central corridor region located between two important conservation units. We studied the chiropterofauna in areas of the central corridor of the Atlantic Forest, and thus, provided information on the composition of the fauna of bats and the importance of these areas, inserted in a region not yet studied. The study was carried out between November of 2013 and May of 2014, representing 81 catches and richness of 11 species. *Myotis ruber* and *Dyphilla ecaudata* stand out by their degree of rarity and environmental requirement. The study reinforces the importance of Atlantic Forest fragments outside of conservation units in the maintenance of local diversity, and serves as a diagnostic of the environmental quality of these areas. Understanding how bat species are distributed and their interactions with the environment are important as basis for conservation and management strategies contributing to the forest fragments of the Atlantic Forest being expanded through ecological corridors.

Key-Words: Bats; Richness species; Conservation; Zona da Mata.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma de florestas mistas, tropicais e subtropicais úmidas, que apresenta grande

Faria, M.B. et al.: Quiropterofauna da Zona da Mata Mineira

biodiversidade e um alto índice de endemismo que a classifica como um dos cinco *Hotspots* de biodiversidade do planeta (Myers et al., 2000). Estudos de Paglia e colaboradores (2012) indicam nove famílias, 65 gêneros



e 174 espécies de quirópteros para o Brasil. Também apontaram a ordem Chiroptera como a mais abundante entre os mamíferos em todos os biomas brasileiros, indicando 113 espécies para a Mata Atlântica e 77 para o Estado de Minas Gerais.

A quiropterofauna apresenta importância para o ecossistema quando se trata, principalmente, da diversidade dos seus aspectos ecológicos, como os quirópteros frugívoros, que dispersam sementes; os nectarívoros, que realizam a polinização; e os insetívoros e os carnívoros, que atuam no controle das populações, sendo estes consumidores de pequenos vertebrados, como peixes, anfíbios, aves e mamíferos, e os insetívoros consumidores de insetos (Nogueira *et al.*, 2009; Moosman *et al.*, 2012; Sedlock *et al.*, 2014; Moratelli & Calisher, 2015). As relações ecológicas conhecidas demonstram o papel dos morcegos no ambiente e, assim, sua importância para a manutenção dos ecossistemas e para o reflorestamento de áreas degradadas (Aguar & Marinho-Filho, 2007; Sato *et al.*, 2008; Campos *et al.*, 2012; Verçosa *et al.*, 2012). A família Phyllostomidae é compreendida como a mais importante para a manutenção e regeneração de florestas, pois seus indivíduos dispersam sementes de grande parte das espécies de plantas, incluindo muitas necessárias para uma sucessão secundária em áreas desmatadas (Sato *et al.*, 2008; Verçosa *et al.*, 2012).

Sabe-se que a Mata Atlântica possui um alto grau de endemismo (Lagos & Muller, 2007) e que abriga mais da metade das espécies vulneráveis no Brasil (SOS Mata Atlântica, 2016). Os principais fatores de ameaça para o bioma e, consequentemente, para as espécies ali viventes, estão relacionados à atividade humana, como a ocupação territorial e exploração dos recursos biológicos, que avançam sobre o bioma (Haddad *et al.*, 2015). Tal pressão resultou e resulta na fragmentação florestal e, consequentemente, é formado um panorama composto por fragmentos com graus de isolamento distintos. Assim, o fluxo gênico entre os indivíduos é impedido, causando um decréscimo no número de espécies de diferentes táxons, mesmo daquelas que integram grandes populações, aumentando a taxa de extinção das espécies (Primack & Rodrigues, 2001; Fahrig, 2003; Henle *et al.*, 2004). Os morcegos estão intimamente associados a ambientes florestais, que os oferecem condições favoráveis de alimentação e de descanso, logo o número de indivíduos pode ser influenciado negativamente no local onde os processos de fragmentação são intensos (Medlin Jr *et al.*, 2010; García-García *et al.*, 2014). Intensifica-se, desta forma, a relevância de corredores ecológicos, que são extensões que contêm recursos apropriados para os organismos, como água, alimento, abrigo, entre outros; úteis para unir remanescentes florestais isolados e minimizar os efeitos da fragmentação (Fonseca *et al.*, 2003).

Devido à gradativa fragmentação por ações antrópicas que a Mata Atlântica vem sofrendo, evidencia-se a importância dos corredores ecológicos para os organismos faunísticos. Desta forma, o mosaico constituído por fragmentos florestais apresenta importante valor na conservação das espécies de morcegos e dos serviços

ecossistêmicos que estes animais fornecem (Seoane *et al.*, 2010), e podem ter um papel fundamental em sua diversidade funcional (García-Morales *et al.*, 2016). Galinkin e colaboradores (2004) associaram a importância dos corredores ecológicos com a redução das taxas de extinção, uma vez que possibilita uma conectividade maior entre os remanescentes de vegetação e, consequente, entre os organismos. Porém, tal conexão, devido aos aspectos da paisagem, pode dificultar ou facilitar o traspasse das espécies entre os fragmentos (Taylor *et al.*, 1993; Seoane *et al.*, 2010; Pereira & Cestaro, 2016). É válido ressaltar que a fauna contribui para os processos de restauração ambiental e que morcegos são importantes agentes para a causa, uma vez que possuem papel ecológico de polinizador e dispersor (Bianconi *et al.*, 2006; García-Morales *et al.*, 2016), principalmente os frugívoros (que no Brasil são representados por parte da família Phyllostomidae) e são dotados da capacidade de se deslocarem por diferentes ambientes em uma noite (Bernard & Fenton, 2003).

Embora devastada, a área de estudo localizada entre o Parque Nacional do Caparaó e o Parque Estadual Serra do Brigadeiro, apresenta um complexo de fragmentos bem conservados com registro de táxons diversos, incluindo espécies raras e endêmicas, como o roedor *Phyllomys lundii* Leite, 2003 (Leite, 2003; Faria *et al.*, 2016). Diante disto e visando contribuir para o conhecimento sobre morcegos em áreas de corredor da Mata Atlântica, o presente trabalho apresenta os resultados de um levantamento da quiropterofauna em duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN's, no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se em um complexo de florestas de Mata Atlântica, localmente conhecido como “Grumarim”, localizado no município de Alto Jequitibá, no Estado de Minas Gerais. Este complexo compreende áreas compostas por algumas RPPN's. Dentre elas, estão a RPPN Refúgio dos Sauás – Resgate III (42°02'24"W; 20°29'13"S; DATUM SIRGAS 2000) e a RPPN Santuário Ecológico Mata dos Jacus – Resgate VI (42°02'51"W; 20°29'01"S; DATUM SIRGAS 2000), onde foi desenvolvido o presente estudo. Vale ressaltar que a RPPN Santuário Ecológico Mata dos Jacus é menos antropizada em relação à RPPN Refúgio dos Sauás. As coletas ocorreram em três meses, novembro de 2013 e nos meses de janeiro e em maio de 2014. Considerando o esforço aplicado na somatória das duas áreas, foram amostradas 12 noites de coleta (seis em cada RPPN), sendo quatro noites consecutivas a cada mês. As RPPN's amostradas possuem 30 hectares (Refúgio dos Sauás) e 20 hectares (Santuário Ecológico Mata dos Jacus), respectivamente. As altitudes variam de 1.150 a 1.470 metros, aproximadamente. O clima é do tipo Cwb, tropical úmido, com inverno seco e verão temperado, de acordo com a classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2013). Os fragmentos florestais estão inseridos em um mosaico composto por

monoculturas de café, pastagens e plantios de eucalipto (Figura 1).

Os espécimes foram coletados por meio de três redes de neblina "mist-nets" com dimensões de 9,00 × 3,00 m, sendo abertas ao entardecer com revisão em intervalos de 15 minutos e fechamento após seis horas de exposição (Pacheco, 2005). Em todas as noites de coletas, as redes foram dispostas da mesma forma, escolhidos ambientes abertos para a disposição de todas no interior da mata, em trilhas já abertas a uma distância de, aproximadamente, 50 m de um córrego d'água. A vegetação era do tipo floresta estacional semidecidual secundária bem preservada. O esforço amostral foi calculado conforme Straube & Bianconi (2002), ou seja, foi utilizada uma fórmula em que o esforço de captura foi obtido pela multiplicação simples da área de cada rede

pelo tempo de exposição, multiplicado pelo número de repetições e, por fim, pelo número de redes. Os animais foram preparados de acordo com as normas da licença de coleta concedida pelo SISBIO (43178-1). Feito isso, os espécimes foram identificados através da chave de identificação (Díaz *et al.*, 2011; Moratelli *et al.*, 2011). Os morcegos coletados foram fixados em Formol 10% e conservados em álcool etílico 70% (Auricchio & Salomão, 2002), e se encontram depositados no Museu de Zoologia Newton Bação de Azevedo da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Carangola.

A estimativa de riqueza e a curva de acúmulo de espécies foram obtidas pelo estimador de riqueza *Jackknife* de 1ª ordem (Helshe & Forrester, 1983), realizada com a somatória de todas as campanhas, no programa Estimate 6.0. Para a curva do coletor, foi calculada a área das

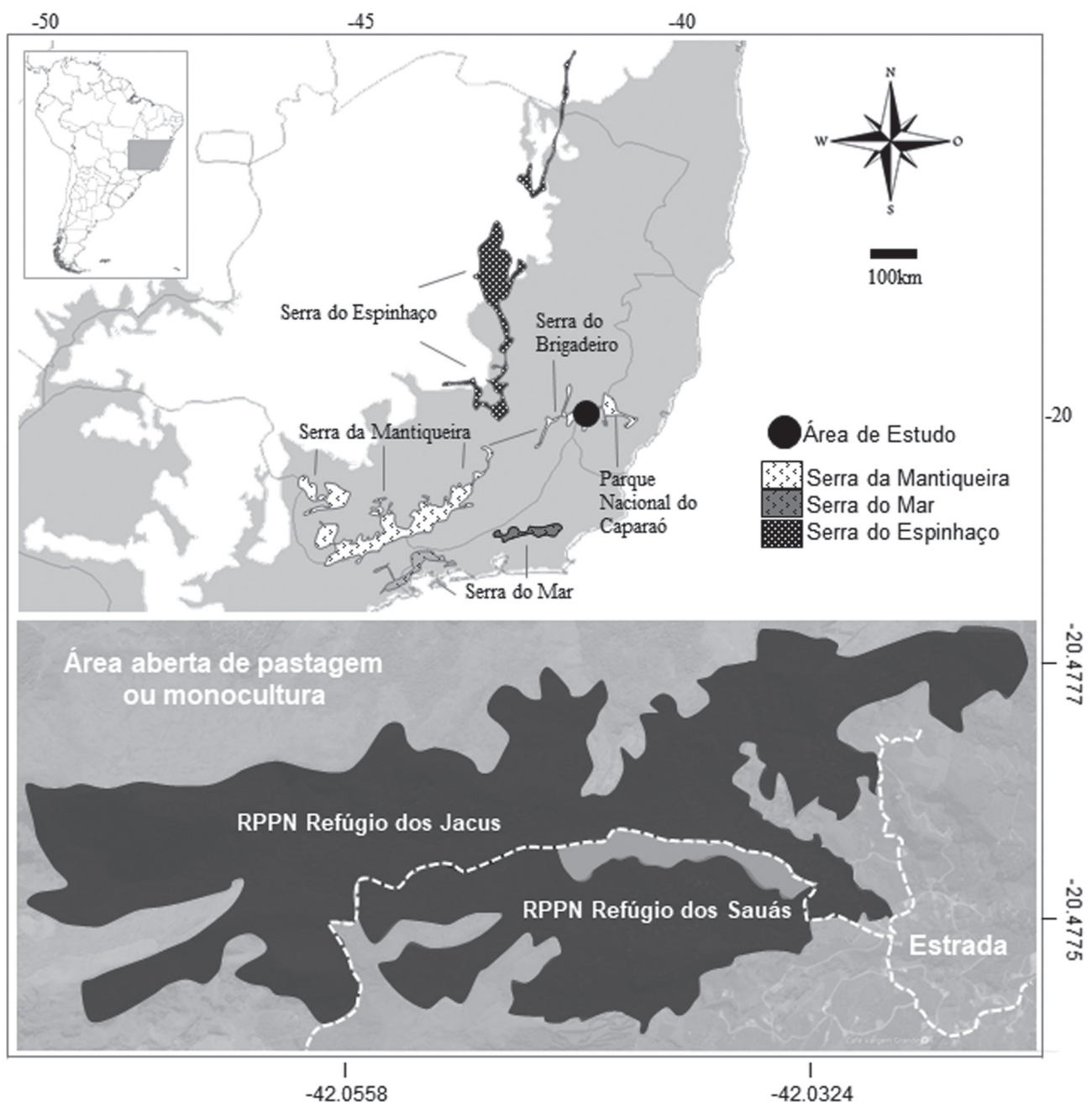


Figura 1: Mapa da região estudada demonstrando as Reservas Particulares do Patrimônio Natural Refúgio dos Jacus e Refúgios dos Sauás, suas conexões e as monoculturas; no município de Alto Jequitibá, Estado de Minas Gerais.

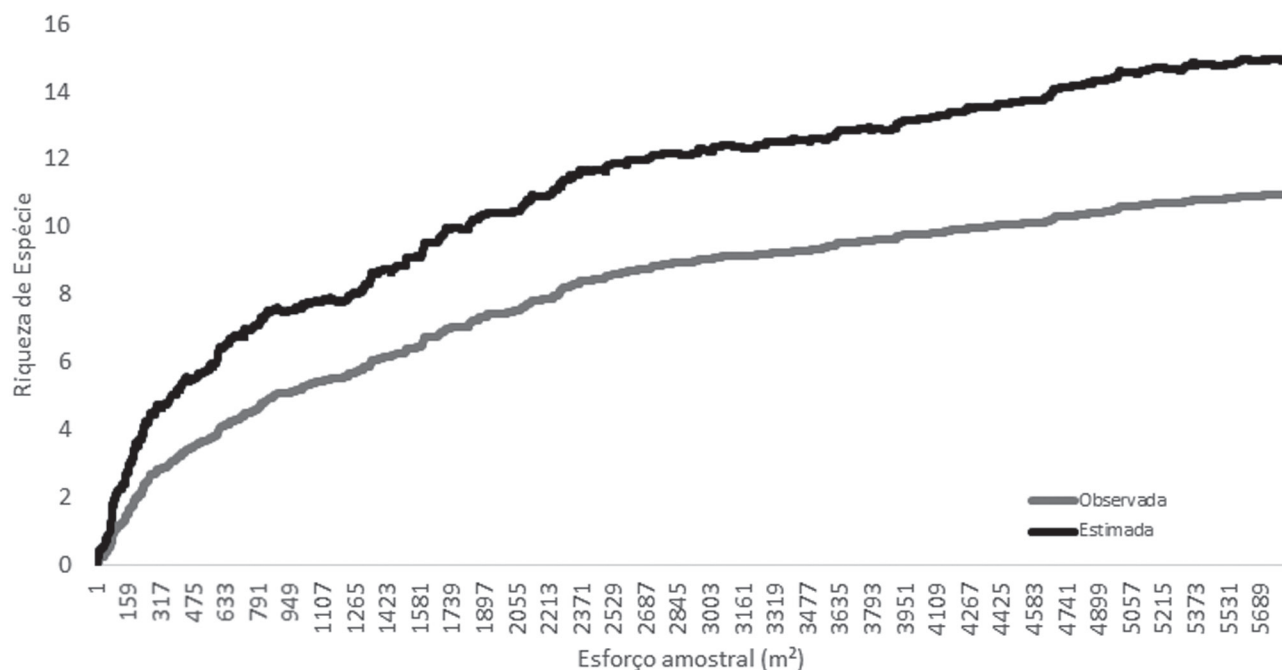


Figura 2: Curva de acumulação de espécies de morcegos e estimativa de riqueza (*Jackknife-1*) nas RPPNs Refúgio dos Sauás e Santuário Ecológico Mata dos Jacus, obtida a partir dos dados coletados conjuntamente entre as campanhas realizadas. O eixo X e Y representam o esforço amostral em rede/noite/hora e o número real e estimado de espécies, respectivamente.

redes (9 × 3 metros), multiplicado pelo número de redes (3), multiplicado pelo tempo de exposição (tempo = horas × dias), e, por fim, multiplicado por dois (por considerar ambas as áreas) (Figura 2). A forma como o esforço amostral é calculado, pode variar entre diferentes autores, como mencionado por Straube & Bianconi (2002). Como forma de maximizar o entendimento, Reis e colaboradores (2000) deixaram para os leitores efetuarem a operação algébrica para ter noção do esforço amostral.

RESULTADOS

Com um esforço amostral de 5.832 h.m², foram obtidos 81 registros e 11 espécies de morcegos. As análises com o estimador *Jackknife-1* (Figura 2) indicam que a realização do inventário não está completa e há a possibilidade de ocorrência de quatro novas espécies, o que é corroborado pela curva do coletor que não se estabilizou, indicando que o aumento do esforço empregado pode registrar novas espécies. Foram registradas duas famílias: Phyllostomidae e Vespertilionidae. A família Phyllostomidae foi a mais abundante (n = 73), representada por: *Carollia perspicillata* Linnaeus, 1785 (25), *Sturnira lilium* É. Geoffroy, 1810 (25), *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838 (nove), *Artibeus planirostris* Spix, 1823 (cinco), *Artibeus lituratus* Olfers, 1818 (dois), *Desmodus rotundus* Geoffroy, 1810 (cinco), *Anoura caudifer* Geoffroy, 1818 (um), e *Diphylla ecaudata* Spix, 1823 (um). Já a família Vespertilionidae foi representada por oito indivíduos e três espécies, *Myotis nigricans* Schinz, 1821 (um), *Myotis ruber* É. Geoffroy, 1806 (um) e *Myotis* sp. (seis) (Tabela 1). Ressaltamos que *Myotis* sp. pode ser considerada uma terceira espécie, pois os espécimes não apresentavam caracteres de *M. ruber* ou *M. nigricans*.

Tabela 1: Lista de espécies e abundância de morcegos coletados nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Refúgio dos Sauás (RS) e Santuário Ecológico Mata dos Jacus (SEMJ).

TAXA	RPPN	ABUNDÂNCIA (nº indivíduos coletados)
Phyllostomidae		
<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	SEMJ	1
<i>Artibeus fimbriatus</i> (Gray, 1838)	SEMJ e RS	9
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	SEMJ	2
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	SEMJ e RS	5
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	SEMJ e RS	25
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	SEMJ e RS	5
<i>Diphylla ecaudata</i> (Spix, 1823)	RS	1
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	SEMJ e RS	25
Vespertilionidae		
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	SEMJ	1
<i>Myotis ruber</i> (É. Geoffroy, 1806)	SEMJ	1
<i>Myotis</i> sp.	SEMJ	6

DISCUSSÃO

O número de capturas e a riqueza foram baixos se comparado ao estudo de Aguiar e Marinho-Filho (2007), realizado na RPPN Feliciano Miguel Abdala, Caratinga, Minas Gerais, em um fragmento de 886 hectares. Este estudo compreende uma Unidade de Conservação próxima à área do presente trabalho, e, por este motivo, foi escolhido para que fosse realizada a comparação e exemplificação de riqueza observada. Esses autores obtiveram 335 registros e obtiveram uma riqueza igual a 18 espécies. Cabe ressaltar que a área estudada foi maior e apresenta menor altitude do que a área do presente estudo. As metodologias aplicadas também foram distintas. Aguiar e Marinho-Filho (2007) trabalharam em



um período de onze meses (abril de 1989 a fevereiro de 1990), com 10 armadilhas disponíveis, utilizando três localidades da RPPN para uma melhor amostragem de espécies, enquanto o presente trabalho foi realizado em apenas uma localidade de cada RPPN. Tais fatores podem ser determinantes para a diferença entre o sucesso de captura (Bergallo *et al.*, 2003; Esbérard & Bergallo, 2008).

Os resultados do presente estudo reforçam a importância dos fragmentos de Mata Atlântica em Unidades de Conservação que não possuem formas de fiscalização, como RPPN's; na manutenção da diversidade local e servem de diagnóstico da qualidade ambiental dessas áreas. Um ponto importante a ser mencionado é a localização da área, estando geograficamente entre dois importantes parques (Parque Nacional do Caparaó e o Parque Estadual Serra do Brigadeiro), que não possuem listas de quiropteroфаuna, próxima ao limite do corredor da Mata Atlântica. A conexão entre estes dois importantes parques, certamente, pode ser facilitada através da conexão de ambos com a área estudada. Nesse sentido, compreender como as espécies de morcegos estão distribuídas e suas interações com o ambiente e os outros organismos, pode servir de base para estratégias de conservação e manejo da localidade estudada, para assim contribuir com a diminuição da desfragmentação da Mata Atlântica através de corredores ecológicos.

Considerando que a área dos fragmentos florestais estudados é composta por monoculturas de café, que os morcegos são considerados agentes biológicos importantes para o controle de insetos herbívoros (Rice & Greenberg, 2000) e que possuem potencial de dispersão de sementes, é possível que os quirópteros insetívoros registrados no presente trabalho, contribuam para tais monoculturas, adquirindo, além de um valor ecológico, um valor econômico; e, consequentemente, possuindo igual importância para dois conceitos distintos. Os registros dos gêneros *Myotis* foram obtidos somente na RPPN's Mata dos Jacus. Isto pode ter se dado pelo fato da referida RPPN ser mais bem conservada e/ou menos antropizada em relação à RPPN Refúgio dos Sauás, que sofreu corte seletivo mais intenso e plantação de eucaliptos na borda e partes do interior. Este fator corrobora estudos já realizados, que relataram a presença de espécies do gênero em ambientes de florestas bem conservadas (Weber *et al.*, 2010; Moratelli *et al.*, 2011).

De acordo com as análises empregadas, a curva do coletor não se estabilizou, indicando que quatro novas espécies podem ser encontradas (Figura 2). Algumas espécies foram registradas apenas uma vez (*Anoura caudifer*, *Diphylla ecaudata*, *Myotis nigricans* e *M. ruber*) e contribuíram para que a curva acumulativa de espécie não se estabilizasse totalmente. Com os devidos resultados correspondentes às metodologias empregadas e com o que se sabe sobre a diversidade biológica da área, estima-se que com um aumento do esforço amostral mais espécies poderiam ser registradas contribuindo ainda mais para a compreensão faunística do local.

Vale destacar duas espécies: *M. ruber* e *D. ecaudata*. *Myotis ruber* já esteve inserida na categoria de Vulnerável pela IUCN (Barquez & Díaz, 2008). Trata-se de

uma espécie que apresenta uma dieta exclusiva de insetos, se mostra sensível aos efeitos antrópicos como desmatamento, queimadas, poluição química ou sonora. A espécie *D. ecaudata* é considerada rara, pois sua captura em estudos sobre quirópteros é pouco observada; alimenta-se principalmente de sangue de aves de médio e grande porte (Piccinini *et al.*, 1991; Santos & Lopes, 2015). Essa espécie se torna sensível quanto à qualidade de seus habitats, pois a fragmentação de ambientes atinge a população de aves de médio e grande porte, consequentemente ocorre uma perpetuação local que irá dificultar a presença desta espécie (Reis *et al.*, 2007).

O presente trabalho revela a importância dos remanescentes de Mata Atlântica para a conservação da quiropteroфаuna. Das espécies registradas, muitas possuem hábitos generalistas e são mais tolerantes às alterações de habitat por pressão antrópica, como *S. lilium*, *C. perspicillata* e *A. planirostris*. O impacto advindo pelas monoculturas implica em alterações na dinâmica de muitas espécies de morcegos, que consequentemente afeta a vegetação e, por ventura, podem causar mudança na estrutura física da paisagem (Sekericioglu, 2006; Federico *et al.*, 2008; Kalka *et al.*, 2008). Dentro do grupo de morcegos estudados, algumas espécies são sensíveis a alterações no ambiente por possuírem características que as tornam mais vulneráveis, tais como o tamanho corporal e requerimentos específicos em termos de área de vida, comida, abrigo e reprodução (Henle *et al.*, 2004). Medidas conservacionistas são necessárias para a preservação da área, tais como a criação de novas Unidades de Conservação e restauração de ecossistemas degradados, associados à implementação de corredores ecológicos (MMA, 2007; Oliveira & Barbosa, 2010). O envolvimento com as comunidades locais por meio de educação ambiental é, também, de extrema importância, pois facilita a aplicação de planos de manejo e conservação, além de minimizar os impactos causados pela poluição antrópica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sr. Carlos Monteiro e sua esposa Rita de Cassia por gentilmente nos permitir estudar suas RPPN's, na fazenda Harmonia; também à Fundação Vida e Meio Ambiente. A Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Carangola pelo apoio logístico. A todos os estudantes do curso de Ciências Biológicas envolvidos no estudo de campo e laboratório: Luiz Fernando, Pamela Queiroz, João Vitor, Cristiano Viana, Lídia Alvim, Rafaela Fernandes, Isteliene Lopes, Rayque Lanes e Moises Siqueira.

REFERÊNCIAS

- Aguiar LMS, Marinho-Filho, J. 2007. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic Forest. *Acta chiropterologica* 9(1): 251-260. [http://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[251:BF IARO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[251:BF IARO]2.0.CO;2).



- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728. <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Auricchio P, Salomão MG. 2002. Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos. Instituto Pau Brasil de História Natural, São Paulo.
- Barquez R, Diaz M. 2008. *Myotis ruber*. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T14197A4419780.en>.
- Bergallo HG, Esbérard CEL, Mello MAR, Lins V, Mangolin R, Melo GGS, Baptista M. 2003. Bat Sampling in Atlantic Forest: How much should the minimum effort be? *Biotropica* 35(2): 278-288. <http://doi.org/10.1646/02033>.
- Bernard E, Fenton B. 2003. Bat mobility in a fragmented landscape in Central Amazonia. *Biotropica* 35(2): 262-277. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00285.x>.
- Bianconi GV, Mikich SB, Pedro WA. 2006. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1199-1206. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752006000400030>.
- Campos WH, Neto AM, Godinho L, Silva E. 2012. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32(72): 00-00. <http://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.00>.
- Díaz MM, Aguirre L.F, Barquez RM. 2011. Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios de Biología Teórica y Aplicada, Cochabamba.
- Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA, Antonini Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Ésberard CEL, Bergallo HG. 2008. Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(1): 67-73. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100010>.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487-515. <http://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>.
- Faria MB, Siqueira MLG, Bonvicino, CR. 2016. New record of the rare Atlantic Forest rodent *Phyllomys lundii* (Mammalia: Rodentia). *Zoology* 33(4): 1-6. <http://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20150208>.
- Federico P, Hallam TG, McCracken GF, Purucker ST, Grant WE, Correa-Sandoval AN, Westbrook JK, Medellín RA, Cleveland CJ, Sansone CG, Lopez JR, Betke M, Moreno-Valdez A, Kunz TH. 2008. Brazilian free-tailed bats as insect pest regulators in transgenic and conventional cotton crops. *Ecological Society of America* 18(4): 826-837. <http://doi.org/10.1890/07-0556.1>.
- Fonseca GAB, Alger KN, Pinto LP, Araújo M, Cavalcante R. 2003. Corredores de biodiversidade: o corredor central da Mata Atlântica. Pp. 47-66. In Arruda MB, Sá LFSN. Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. IBAMA, Brasília.
- Galinkin M, Dias A, Latrubesse EM, Scardua FP, Mendonça AF, Arruma MB. 2004. Projeto Corredor Ecológico Araguaia – Bananal. In Arruda MB, Sá LFSN. Corredores ecológicos – uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. IBAMA, Brasília.
- García-García JL, Santos-Moreno A, Kraker-Castañeda. 2014. Ecological traits of phyllostomid bats associated with sensitivity to tropical forest fragmentation in Los Chimalapas, Mexico. *Tropical Conservation Science* 7(3): 457-474. <http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/194008291400700307>.
- García-Morales R, Moreno CE, Badano EI, Zuria I, Galindo-González J, Rojas-Martínez AE, Ávila-Gómez ES. 2016. Deforestation Impacts on Bat Functional Diversity in Tropical Landscapes. *PLoS ONE* 11(12): 1-16. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0166765>.
- Haddad NM, Brudvig LA, Clobert J, Davies KF, Gonzalez A, Holt RD, Lovejoy TE, Sexton JO, Austin MP, Collins CD, Cook WM, Damschen EI, Ewers RM, Foster BL, Jenkins N, King AJ, Laurance WF, Levey DJ, Margules CR, Melbourne BA, Nicholls AO, Orrock JL, Song D, Townshend JR. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on earth's ecosystems. *Science Advances* 1(2): 1-9. <http://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>.
- Heltshe JF, Forrester NE. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39(1): 1-11. <http://doi.org/10.2307/2530802>.
- Henle K, Davies KF, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13: 207-251. <http://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000004319.91643.9e>.
- Henle K, Davies KF, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004. Biodiversity and Conservation 13: 207-251. www.colorado.edu/eeb/EEBprojects/DaviesLab/Pdfs/Henle%20et%20al.%202004.pdf.
- Henle K, Davies KF, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13: 207-251. <http://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000004319.91643.9e>.
- Kalka MB, Smith AR, Kalko EKV. Bats limit Arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science* 320(5872): 71. <http://doi.org/10.1126/science.1153352>.
- Lagos AR, Muller BLA. 2007. Hotspot brasileiro: Mata Atlântica. *Saúde & Ambiente em Revista* 2(2): 35-45. <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/viewFile/244/233>.
- Leite YL. 2003. Evolution and systematics of the Atlantic tree rats, genus *Phyllomys* (Rodentia, Echimyidae), with description of two new species. *University of California Publications in Zoology* 132: 1-118. <http://doi.org/10.1525/california/9780520098497.001.0001>.
- Magurran, AE. 2013. Medindo a diversidade biológica. Editora UFPR, Curitiba.
- Medlin Jr RE, Connior MB, Gaines KF, Risch TS. 2010. Responses of bats to forest fragmentation in the Mississippi River Alluvial Valley, Arkansas, USA. *Diversity* 2: 1146-1157.
- Ministério do Meio Ambiente. 2007. Corredores Ecológicos – experiências em planejamento e implementação – Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, DF. 57p.
- Moosman Jr PR, Thomas HH, Veilleux JP. 2012. Diet of the widespread insectivorous bats *Eptesicus fuscus* and *Myotis lucifugus* relative to climate and richness of bat communities. *Journal of Mammalogy* 93(2): 491-496. <http://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-274.1>.
- Moratelli R, Calisher CH. 2015. Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses? *Mem Inst Oswaldo Cruz* 110(1): 1-22. <http://doi.org/10.1590/0074-02760150048>.
- Moratelli R, Peracchi AL, Dias D, Oliveira JA. 2011. Geographic variation in South American populations of *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Chiroptera, Vespertilionidae), with the description of two new species. *Mammalian Biology* 76: 592-607. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2011.01.003>.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858. <http://doi.org/10.1038/35002501>.
- Nogueira MR, Peracchi AL, Monteiro LR. 2009. Morphological correlates of bite force and diet in the skull and mandible of phyllostomid bats. *Functional Ecology* 23: 715-723. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2009.01549.x>.
- Oliveira JCC, Barbosa JHC. 2010. Roteiro para criação de Unidades de Conservação Municipais. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 68p.
- Pacheco SM. 2005. Técnicas de campo empregadas no estudo de quirópteros. *Cadernos La Salle*, Porto Alegre.
- Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siliciano S, Kierulff MCM, Mendes SL, Tavares VC, Mittermeier RA, Patton JL. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. Occasional Papers in Conservation Biology. Conservation International, Arlington.
- Pereira VHC, Cestaro LA. 2016. Corredores ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. *Caminhos de Geografia* 17(58): 16-33. www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/29203/18469.
- Piccinini RS, Peracchi AL, Raimundo SDL, Tannure AM, Souza JCP, Albuquerque ST, Furtado LL. 1991. Observações sobre o hábito alimentar de *Diphylla ecaudata* Spix, 1923 (Chiroptera). *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* 13(2): 8-10. <http://r1.ufrrj.br/labmasto/publicacoes/29.pdf>.
- Primack RB, Rodrigues E. 2001. Biologia da Conservação. Midigraf, Londrina.
- Reis NR, Peracchi LA, Pedro WA, Lima IP. 2007. Morcegos do Brasil. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.



- Reis, NR, Peracchi, AL, Sekiama ML, Lima IP. 2000. Diversidade de morcegos (Chiroptera, Mammalia) do estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17(3): 697-704.
- Rice RA, Greenberg R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO* 29(3): 167-173. <http://doi.org/10.1579/0044-7447-29.3.167>.
- Santos TCM, Lopes GP. 2015. First record of *Diphylla ecaudata* Spix, 1823 (Phyllostomidae, Desmodontinae) for the state of Amazonas, and update on species distribution in Brazil. *Chiroptera Neotropical* 21(2): 1347-1354. <http://revistas.bvs-vet.org.br/chiroptera/article/view/29694/31863>.
- Sato TM, Passos FC, Nogueira AC. 2008. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48(3): 19-26. <http://doi.org/10.1590/S0031-10492008300001>.
- Sedlock JL, Krüger F, Clare EL. 2014. Island bat diets: does it matter more who you are or where you live? *Molecular Ecology* 23: 3684-3694. <http://doi.org/10.1111/mec.12732>.
- Sekercioglu CH. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8): 464-471. <http://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>.
- Seoane CES, Diaz VS, Santos TL, Froufe LCM. 2010. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. *Pesquisa Florestal Brasileira* 30(63): 207-216. <http://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.207>.
- SOS Mata Atlântica. 2016. Disponível em: www.aliancamataatlantica.org.br/p=49.
- Straube FC, Bianconi GV. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. *Chiroptera Neotropical* 8(1-2): 150-152. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/264/211>.
- Taylor PH, Fahrig L, Henein K, Merriam G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Nordic Society Oikos* 68(3): 571-573. www.jstor.org/stable/3544927.
- Verçoza FC, Mittermeier G, Baumgratz JFA, Esbérard CE. 2012. Polinização e dispersão de sementes de *Dyssochroa viridiflora* (Sims) Miers (Solanaceae) por morcegos no Parque Nacional da Tijuca, um remanescente de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Natureza on line* 10(1): 7-11. www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_Ver%C3%A7ozaFCetal_007011.pdf.
- Weber MM, Terribile LC, Cárceres NC. 2010. Potential geographic distribution of *Myotis ruber* (Chiroptera, Vespertilionidae), a threatened Neotropical bat species. *Mammalia* 47: 333-338. <http://doi.org/10.1515/MAMM.2010.037>.

Submetido em 22/dezembro/2016

Aceito em 06/julho/2017



A new food resource for *Glossophaga soricina* (Mammalia: Chiroptera) in southeast Brazil

Cecilia Kruszynski^{1,*}; Thais R. Diniz-Reis¹ & Ayesha Ribeiro Pedrozo²

¹ Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

² Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

* Autor para correspondência: ceciliak.assis@gmail.com

Abstract: The Pallas's Long-tongued Bat (*Glossophaga soricina*) has morphological and behavioral specializations that allow it to explore other food sources, like fruits and insects, when the nectar availability is low. These bats were observed licking the exposed receptacle of the mature infructescence of the exotic tree *Pandanus utilis* (common screw pine) at a suburban area in southeast Brazil. Furthermore, we investigated their behavior to feed on the receptacle of fruit by systematic direct observations and if this resource was incorporated by stable isotope analysis of visitors' tissue and resources. We captured 15 individuals on one night for identification and tissue sampling and observed at least 30 foraging in groups on a second night around the same tree. Bats presented two feeding behaviors, hover and landing, for licking the receptacle. They did not seem to incorporate it into their tissues, so the screw pine is probably being used as a fast energy intake. In this anthropic environment, bats seem to be expanding their ecological niche by adding novel food sources in the diet. For that, further investigations should be done to evaluate the role of additional food resources used by bats on anthropic areas.

Key-Words: Bat; Stable isotopes; Feeding behavior; Screw pine; *Pandanus utilis*.

Resumo: Um novo recurso alimentar para *Glossophaga soricina* (Mammalia: Chiroptera) no sudeste do Brasil. *Glossophaga soricina* é uma espécie de morcego que possui especializações morfológicas e comportamentais que lhe permitem explorar diversas fontes de alimento, como frutas e insetos, quando a disponibilidade de néctar está baixa. Estes morcegos foram observados lambendo o receptáculo exposto das infrutescências maduras da árvore exótica *Pandanus utilis* em uma área suburbana no sudeste do Brasil. Investigamos, por meio de observações diretas, o comportamento desses morcegos enquanto se alimentavam da substância liberada pelo receptáculo dos frutos. Além disso, estudamos através de análise isotópica, se este recurso era incorporado aos tecidos dos morcegos. Capturamos 15 indivíduos em uma noite para identificação e coleta de tecidos e observamos em uma segunda, ao menos, 30 indivíduos forrageando em grupo em torno da mesma árvore. Os morcegos apresentaram dois comportamentos de alimentação, adejo e pouso, para lamber o receptáculo, contudo não houve evidência dessa substância incorporada em seus tecidos. *Pandanus utilis* provavelmente está sendo usado como uma fonte de energia para metabolismo rápido pelos morcegos. Neste ambiente antrópico, morcegos parecem estar expandindo seu nicho ecológico, adicionando novas fontes de alimento à sua dieta. Desta forma, mais investigações devem ser conduzidas para avaliar o papel de novos recursos utilizados por morcegos em ambientes antropizados.

Palavras-Chave: Morcego; Isótopos estáveis; Comportamento alimentar; Pinha; *Pandanus utilis*.

INTRODUCTION

Glossophaga soricina (Pallas, 1766), the Pallas's Long-tongued Bat, is a Neotropical small sized animal (7-17 g) (Reis *et al.*, 2007) frequently registered in all Brazilian biomes (Reis *et al.*, 2007) living by itself or in groups (Goodwin & Greenhall, 1961). This nectarivorous species has morphological differentiation in the tongue and teeth, as well as behavioral specializations (Winter & von Helversen, 2003; Tschapka, 2004) which facilitate the provision of flower resources, like nectar (von

Helversen, 1993; Sazima & Sazima, 1977; Lemke, 1984; Heithaus *et al.*, 1974; Bredt *et al.*, 2012; Murphy *et al.*, 2016). However, these bats can adapt its diet according to the temporal and spatial resource availability, due to the differences in flowering and fruiting of different plants (Aguiar & Marinho-Filho, 2004; Bredt *et al.*, 2012, 2002; Lemke, 1984; Luz *et al.*, 2015; Sazima *et al.*, 2003, 1994, Silva & Peracchi, 1999, 1995; Silva *et al.*, 1997) and their distinct energy densities (Morellato *et al.*, 2000; Tschapka, 2004). Additionally, when nectar is scarce, it can also feed on fruits (Bredt *et al.*, 2002, 2012; Lemke,

Kruszynski, C. *et al.*: Exotic food for *Glossophaga*



1984; Pedrozo *et al.*, 2016; Tschapka, 2004) or insects (Clare *et al.*, 2014; Lemke, 1984; Mirón *et al.*, 2006; Pedrozo *et al.*, 2016; Zortéa, 2003). Differences in feeding behavior may depend primarily on the amount of food available (Sazima & Sazima, 1977). When foraging in groups, bats use social calls to transfer information of food (Wilkinson & Boughman, 1996) increasing the probability of its location by all individuals (Rose *et al.*, 2016). These modifications are essential to survive in different or constant changing environments, such as anthropic areas (Reis *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2005; Cabral *et al.*, 2014).

The diet of bats is historically investigated by direct observation, stomach content, and fecal analysis (Heithaus *et al.*, 1974; Kunz & Whitaker Jr, 1983; Oprea *et al.*, 2007; Zortéa, 2003). These direct methods usually underestimate the food intake of soft foods which do not leave any remnants (*e.g.*, nectar) or overestimate the hard ones as they are not fully digested (*e.g.*, exoskeletons, Rabinowitz & Tuttle, 1982). Even if occasional, direct observation allows recording new food resource exploration or even changes in the animals foraging behavior (Oprea *et al.*, 2007; Sazima & Sazima, 1978; Silva & Peracchi, 1999; Silva *et al.*, 1997). Therefore, studies on diet of a species should consist of a combination of different sampling methods (fecal samples, feeding roost, isotopes and direct observations), as each method has its advantages and disadvantages and together are complementary. Here, we combined direct observation with stable isotope analysis of bats that were flying and licking the receptacle of an exotic tree of an anthropic area in Brazil.

Pandanus utilis Bory, the common screw pine, is a palm-like evergreen tree from Madagascar that has long been cultivated in gardens worldwide (Stone, 1994), including Brazil (Freitas *et al.*, 2015). They produce an infructescence formed by pluricarpellate drupes fixed around a subglobose cephalia (Zimmermann *et al.*, 1974). When it is mature, drupes dehiscence and the receptacle, highly rich in a sweet substance, becomes exposed (Rahayu *et al.*, 2012, *pers. obs.*). The consumption of flowers, leaves, and fruits of plants of this genus by fruit bats have been recorded in the Old World (Mickleburgh *et al.*, 1992, Fleming & Muchhala, 2008). Bats feeding on other exotic plants were registered by studies in southeast Brazil (Figueiredo *et al.*, 2008; Perini *et al.*, 2003) and China (Corlett, 2005). Therefore, this exotic plant can also represent a food resource for the native quiroptero fauna (*pers. obs.*).

As the screw pine is a new food source for Brazilian bats, we aimed to verify which species were feeding on it and how important this food was to them. The importance of each food resource to an animal can be evaluated by their contribution to either the metabolism or the body tissue synthesis of the consumer (Hobson & Clark, 1992; del Rio & Wolf, 2005; Voigt *et al.*, 2008). Researchers have been applying stable isotopes analysis, mainly with carbon and nitrogen isotopes (Post, 2002; Fry, 2006; Bond *et al.*, 2016) to evaluate such importance. Carbon isotope values ($\delta^{13}\text{C}$) are used to indicate

the photosynthetic type of environment where the food originated from – tree and shrub plants (C3) or grasses (C4) (DeNiro & Epstein, 1978), whereas $\delta^{15}\text{N}$ values indicate the trophic levels of the consumers along the food chain (DeNiro & Epstein, 1981). Inert tissues, as keratin in fur, can be an useful tool to acquire information about whole pool of consumed resources assimilated and incorporated into tissues of an animal on long term diet, as it is formed along the year (Voigt *et al.*, 2008). Whereas, liver a faster turnover tissue, reflect the incorporated diet of approximately seven days (Caut *et al.*, 2008; Nasar *et al.*, 2003; DeMots *et al.*, 2010). The application of this method on less-invasive tissue, as fur, is highly suitable for studying bats, even endangered ones, as it requires a small amount of tissue collected *in-situ* with a minimal stress to the animal (Voigt *et al.*, 2008) and should be prioritized.

We tested the hypothesis that the receptacle of *P. utilis* infructescence was an important resource for bats in this area. To verify the foraging behavior of the bats with this new resource, we applied systematic direct observation. To estimate the contribution of this resource to the whole diet we applied nitrogen and carbon isotopic analysis on bats and plants' tissues. It was expected that the screw pine would be incorporated into the bats' tissues.

MATERIAL AND METHODS

Data collection and species identification

Fieldwork was carried out along two nights in July 2015 (dry season) around one individual of *P. utilis* tree located nearby a light pole inside the campus of the Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), University of São Paulo, at Piracicaba (22°42'30"S; 47°38'30"W), state of São Paulo, southeast Brazil. The campus has 914.5 ha of a heterogeneous landscape composed of small patches of secondary semi-deciduous forest, extensive and intensive pastures, crops, silviculture, and urban areas (Demétrio *et al.*, 2000). The regional climate is type CWA (hot summer with dry periods in winter), with 1200 mm annual mean rainfall, following the Köppen classification (Setzer, 1946).

At the first night, bats were captured with three mist nets (9 × 2.5 m, Ecotone®) opened around the screw pine tree for two hours, totalizing 135 h.m² of effort (see Straube & Bianconi, 2002). All captured individuals were identified, sexed, measured (forearm and weight), had dorsal hair samples aseptically cut from the top of their right scapula (about 5 mg), and released at the same night and place. Bats were identified to species taxonomic level using the specialized key published by Gardner (2007). Age classes were estimated based on the degree of ossification of phalangeal epiphyses (Kunz & Anthony, 1982). Two individuals were collected as vouchers for accurate identification and deposited in the Zoological Museum of the University of São Paulo (LMUSP-487) and the Zoological Collection of the



Federal University of Minas Gerais (UFMG-5135). From these two individuals, we also collected liver samples. Hair and liver samples were stored in identified plastic microtubes and directed to the Laboratory of Isotopic Ecology, at Center of Nuclear Energy in Agriculture, Piracicaba, São Paulo, for carbon and nitrogen stable isotope analysis.

To check the stable isotopic contribution of the screw pine into the bat assimilated diet, we collected one pine infructescence from the canopy with a pruning pole (Robison & Eads, 1974). Also, we collected other potential resources such as plants consumed by bats (*Ficus*, *Solanum*, *Cecropia*, and *Piper*) and insects at the surrounding areas, during summer time. Insect traps consisted of an electric lamp placed 30 cm away from the center of a white cloth (3 × 2 m) suspended by ropes and folded bottom (Borror & White, 1998) opened for three hours from sunset. Each prey was identified by specialists at ESALQ: plants to the genera level and insects to order. Nectar samples were not analyzed due to methodological problems in collecting it from the available flowers during the experiment period.

At the second night, we performed four hours of direct observations on the foraging bats surrounding the tree, from 18:00 to 22:00, taking notes every minute. Because the tree has a large canopy and the fruits are scattered throughout it, it was not possible to accurately count individuals who visited *P. utilis* at the same time interval. Therefore, we only estimated the number of bats visiting the whole tree and each fruit by direct ocular visualization at specific times. A visit was considered when there was a contact between a bat and an infructescence receptacle by the animal licking the exposed receptacle (after dehiscence of the fruits) (Lemke, 1984). Repeated visits to the same infructescence were counted as separated events.

Sample preparation and stable isotope analysis

Samples were processed following the protocol of the Laboratory of Isotopic Ecology (Center of Nuclear Energy in Agriculture, Piracicaba, São Paulo). All samples were prewashed with distilled water to eliminate impurities, oven dried at 60°C for 48 h and ground to a fine powder with a mortar and pestle and liquid nitrogen. Liver was processed into a Soxhlet extractor with chloroform PA during 8 hours for the elimination of lipids (Post, 2002). Then, samples were oven dried at 60°C for 12 h again for reagents elimination, weighed into tin capsules from 0.8 to 1.2 mg (hair and liver) and 2.5 to 2.8 mg (plants). They were combusted in on-line elemental analyzer Carlo Erba (CHN-1110) and their gases were analyzed in a coupled mass spectrometer Finnigan Delta Plus, through the methodology CF-IRMS (Continuous Flow – Isotope Ratio Mass Spectrometers). Stable isotope ratios were calculated as $\delta X (\text{‰}) = [(R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$, where X represents ^{13}C or ^{15}N , R_{sample} is the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ or $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratio of the sample and R_{standard} the respective ratio of the standard. The standard reference materials were PeeDee

Belemnite for C and atmospheric N_2 for N. Local standard were sugarcane inserted every ten samples to calibrate the system and to allow posterior corrections for any drift over time. The acceptable analytical errors were 0.3 and 0.1‰, for C and N concentrations, and 0.15 and 0.3‰, for isotopic values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$, respectively.

Data analysis

We observed the bat approaching behavior (e.g., solitary or group flight), time and frequency of visits. The forage behavior was classified as solitary when only one individual was in the tree or group when more than one individual was foraging at the same interval on the tree (Lemke, 1984; Sazima *et al.*, 1977). Each visit was classified in: type of visiting (hovering or landing), time of visit (hours: minutes), and frequency of visits (bat number/time). Due to the large tree canopy and distance between infructescences, it was not possible to accurately count the numbers of bats visiting the *P. utilis*. Therefore, their numbers were estimated.

The potential resources were grouped by the stable isotopes mean and standard deviation isotope values in *P. utilis*, other fruits, and insect orders. The contribution of each prey to the bat diet was calculated using Bayesian mixing models with the Siar package (Parnell *et al.*, 2010). This method is based on the premise that heavier atoms will go through the metabolic processes slower than lighter ones, causing a difference between the isotopic values of preys and predators, called fractionation. The mean enrichment for each trophic level is around 1‰ for carbon and 3‰ for nitrogen (Fry, 2006), but we considered for these bats the mean values of $1.56 \pm 1.3\text{‰}$ for $\delta^{13}\text{C}$ and $3.75 \pm 0.57\text{‰}$ for $\delta^{15}\text{N}$ following the specific literature (Mirón *et al.*, 2006; Voigt, 2003; Voigt *et al.*, 2003; Voigt & Matt, 2004). All tests were performed in R software (R Core Team, 2016).

RESULTS

At the first night, we captured 15 individuals of *G. soricina* (three adult females, 11 adult males, one juvenile male). Then, the tree presented a greater number of mature infructescences ($n = 15$) than in the second night ($n = 6$). On the observation night, we estimated at least 30 individuals foraging on the tree simultaneously in groups that varied between two and 20 individuals each time (7.7 ± 0.58 individuals per group).

For the feeding behavior data, we recorded about 385 visits, being only one or more bats by infructescence and solitary or group visits on the tree (Figure 1). Two feeding behaviors were observed for *G. soricina*: hover and landing. In both behaviors, the bats licked the exposed infructescence receptacle. During the hover behavior, bats hovered briefly in front of the exposed receptacle and licked it. When using the landing behavior, bats approached the fruit and landed briefly, holding the receptacle with thumbs, and licking it. Visits were brief

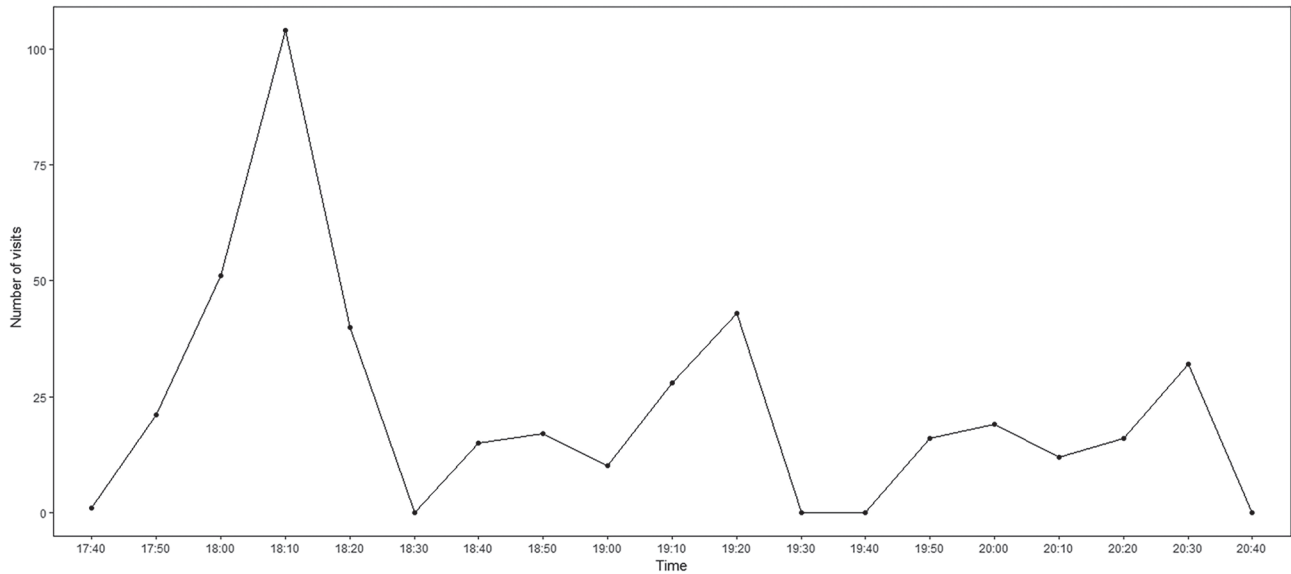


Figure 1: Number of *Glossophaga soricina* visits to the exotic tree (*Pandanus utilis*) on observation night.

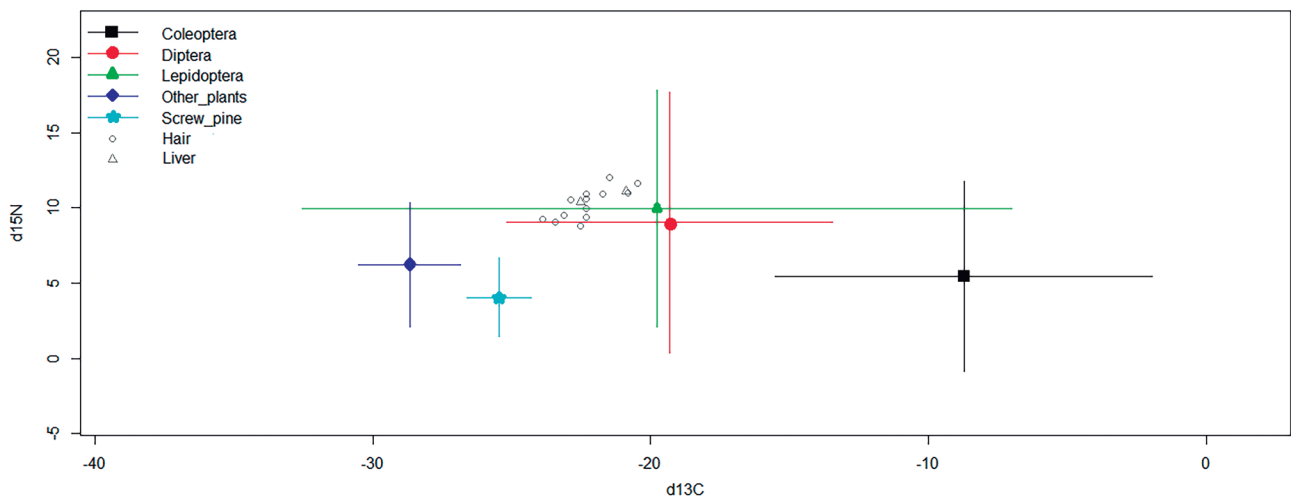


Figure 2: Stable-isotope biplot showing carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopic composition of potential prey sources of *Glossophaga soricina*, represented by crosses in mean values and standard deviation, and bats' tissues, represented by open symbols.

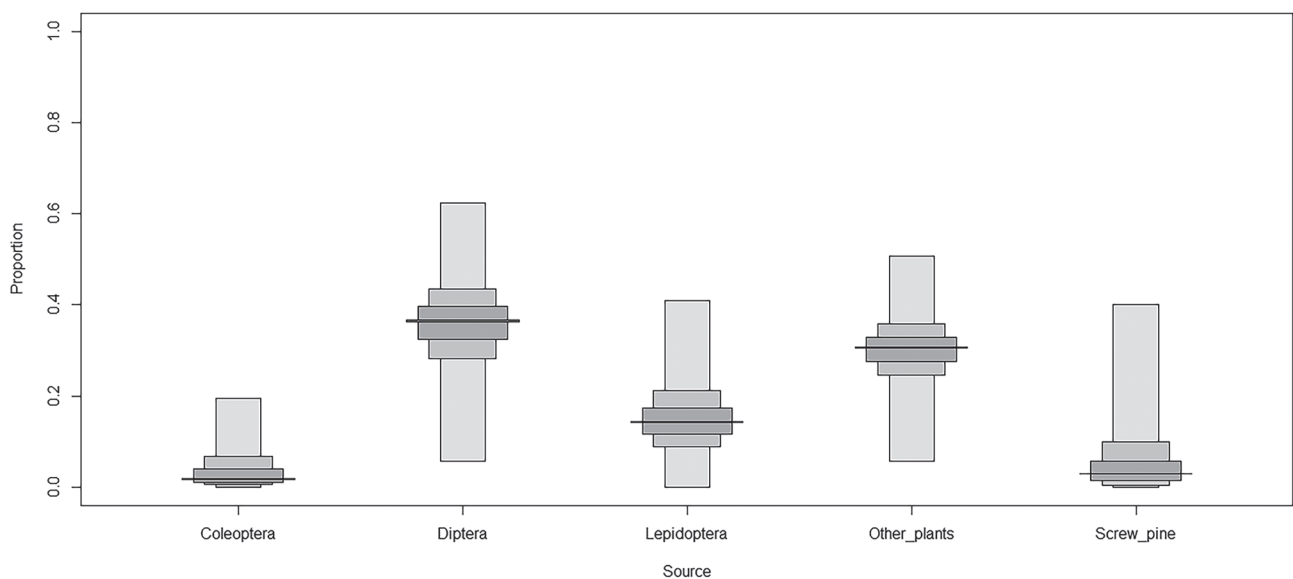


Figure 3: Stable isotope mixing model estimated contributions of each of the five potential prey sources to *Glossophaga soricina* hair, with credible intervals (1% black line, 25% inside dark gray boxes, 50% middle gray boxes, 99% outer light gray boxes).



(about 1 second) and occurred consistently between 17:49 and 19:00. As the study was performed only by direct observation (without filming) and the behaviors were very fast, it was not possible to quantify how many times the individuals hovered or landed. However, it was possible to observe that the number of landings was superior to the number of hoverings at this period. At 18:20, an individual perched for more than ten seconds on one infructescence. After this episode, there was a 21-minute break in bats foraging activity. From 19:15, it was possible to identify that visits were done more by hover than landing. Bats had another break of 23 minutes shortly before 20:00 and restart foraging until 20:40. No further visits were recorded, so we stopped the observations at 21:50 (Figure 1).

Bats' hair and liver presented similar isotopic values. Hair had a mean of $-22.27 \pm 0.97\%$ for $\delta^{13}\text{C}$ and $10.28 \pm 1.02\%$ for $\delta^{15}\text{N}$ and the liver values for $\delta^{13}\text{C}$ were -20.87% and -22.51% and for $\delta^{15}\text{N}$ 11.10% and 10.38% . Among the potential resources, insects were more enriched in carbon and nitrogen (Lepidoptera ($\delta^{13}\text{C} = -23.50 \pm 6.36\%$; $\delta^{15}\text{N} = 8.41 \pm 3.71\%$), Diptera ($\delta^{13}\text{C} = -23.06 \pm 2.88\%$; $\delta^{15}\text{N} = 7.48 \pm 4.13\%$), and Coleoptera ($\delta^{13}\text{C} = -12.47 \pm 3.34\%$; $\delta^{15}\text{N} = 3.89 \pm 2.88\%$)) than plants (screw pine ($\delta^{13}\text{C} = -29.20 \pm 0.01\%$; $\delta^{15}\text{N} = 2.51 \pm 0.01\%$), other plants ($\delta^{13}\text{C} = -32.43\% \pm 0.71$; $\delta^{15}\text{N} = 4.68 \pm 1.60\%$)). Bats values were clustered in an area correspondent to a mixture of C3 and C4 carbon sources and a third trophic level, although, there was some individual variation in isotopic values (Figure 2). Our model indicates that Diptera (33%) and other plants (29%), followed by Lepidoptera (16%), were the preys that mostly contribute to the formation of bats tissues, while screw pine (1%) and Coleoptera (3%) contribute marginally to it (Figure 3).

DISCUSSION

The consumption of a novel and exotic infructescence by *G. soricina* was recorded here using observational data. The isotopic dietary reconstruction revealed that the contribution of this resource to the formation of tissues is marginal.

Several individuals, males and females, fed on the exotic plant *Pandanus utilis*, always as a group, using either hover or landing as a foraging behavior. During the capture night, we estimated a higher number of bats than in the observational night. This is probably due to the greater number of available fruits on the capture night, as nectarivorous bats have their activity closely related to food availability (Aguirre & Marinho-Filho, 2004). The feeding behavior (land and hover) is consistent with that recorded in other studies for this species when feeding on flowers and fruit (Lemke, 1984; von Helversen, 1993; Giannini & Brenes, 2001). Bats landing could be associated with the reduction of accessibility and the low availability of the resource (Lemke, 1984; Silva & Peracchi, 1999). Here, hovering during more than one second was rarely observed. According to Lemke (1984)

and Tschapka *et al.* (2015), short hovering flights rarely last longer than one second.

Our data confirmed the flexible diet of *G. soricina* in areas with less resources, as anthropic landscapes. The mixing model confirmed that bats include insects, to their plant-products based diet (Herrera *et al.*, 2001; Clare *et al.*, 2014). We cannot infer the extent to which insects are consumed by the bat in relation to plant products because our analysis only represents tissue formation. Proteins are usually routed to tissue formation, while carbohydrates, mainly from plants and fruits, are routed to oxidative metabolism (Del Rio & Wolf, 2005; Fleming, 1995; Podlesak & McWilliams, 2006; Voigt & Speakman, 2007). Here we showed bats consuming resources from a mixture of C3 and C4 food chains in this anthropic area in shorter and longer period. Although we only had two samples of liver, their isotopic values did not significantly differ from the isotopic values of hair samples, indicating that the diet might be composed of C3 products (C3 insects, fruits, and flowers) and C4 products probably represented by insects that feed on grasses, as bats do not feed directly on these plants. The nitrogen data of bats indicates that they are secondary consumers, confirming insect consumption. Our isotope dietary reconstruction indicates that the bat feeds mostly on dipterans, as shown in other studies using feces examination (Clare *et al.*, 2014; Fleming, 1995). The low contribution of coleopterans to the bat's diet might be related to their hard exoskeleton because this bat does not have a strong bite (Aguirre *et al.*, 2003).

The Pallas's long-nosed bat seems to be expanding their ecological niche adding exotic plants to their diet in anthropic landscapes. Further investigations should evaluate their role as pollinators of this exotic plant species. We suggest the inclusion of breath samples to reconstruct the contribution of this plant to sustain oxidative metabolism, and of tissues with a faster turnover (*e.g.*, blood plasma) to reconstruct the recent diet of the bats (Herrera & López, 2017; Voigt *et al.*, 2008).

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Prof. Dr. Sinval Silveira Neto for insect identification at the Entomology Museum of ESALQ, Ms. Gabriel Della Colletta for plant identification at the ESALQ Herbarium and Prof^a. Dr^a. Marilena de Menezes Silva Conde from UFRRJ by the specifications on fruit morphology. Also, we thank Prof. Dr. Plínio Barbosa de Camargo and the Laboratory of Isotopic Analysis for providing all the isotopic analysis. Fieldwork was carried out following the guidelines of the American Society of Mammalogists and received permits from the Brazilian Institute for the Environment and Natural Resources (process number 41352-1) and the Ethics Committee for Animal Experimentation of the Centre for Nuclear Energy in Agriculture (protocol number 2013-18). CKA had a Master National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) scholarship.



REFERENCES

- Aguir L, Marinho-Filho J. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 385-390. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752004000200037>.
- Aguirre LF, Herrel A, Van Damme R, Matthysen E. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17: 201-212. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2003.00721.x>.
- Bond AL, Jardine TD, Hobson KA. 2016. Multi-tissue stable-isotope analyses can identify dietary specialization. *Methods in Ecology and Evolution* 7: 1428-1437. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)2041-10X/earlyview?start=41&resultsPerPage=20](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)2041-10X/earlyview?start=41&resultsPerPage=20).
- Borror DJ, White RE. 1998. A field guide to insects: America north of Mexico. Houghton Mifflin Harcourt, Boston.
- Bredt A, Uieda W, Pedro WA. 2012. Plantas e Morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília.
- Bredt A, Uieda W, Pinto PP. 2002. Visitas de morcegos fitófagos a *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) em Brasília, Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias Juiz Fora* 4: 111-122.
- Cabral AD, D'Auria SRN, Camargo MCGO, Rosa AR, Sodré MM, Galvão-Dias MA, Jordão LR, Dubey JP, Gennari SM, Pena HFJ. 2014. Seroepidemiology of *Toxoplasma gondii* infection in bats from São Paulo city, Brazil. *Veterinary Parasitology* 206: 293-296. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.10.014>.
- Caut S, Angulo E, Courchamp F. 2008. Discrimination factors ($\Delta 15\text{ N}$ and $\Delta 13\text{ C}$) in an omnivorous consumer: effect of diet isotopic ratio. *Functional Ecology* 22: 255-263. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2435.2007.01360.x/pdf>.
- Clare EL, Goerlitz HR, Drapeau VA, Holderied MW, Adams AM, Nagel J, Dumont ER, Hebert PDN, Fenton B M. 2014. Trophic niche flexibility in *Glossophaga soricina*: How a nectar seeker sneaks an insect snack. *Functional Ecology* 28: 632-641. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2435.12192/abstract>.
- Corlett RT. 2005. Interactions between birds, fruit bats and exotic plants in urban Hong Kong, South China. *Urban Ecosyst* 8: 275-283. <http://doi.org/10.1007/s11252-005-3260-x>.
- Del Rio CM, Wolf BO. 2005. Mass-balance models for animal isotopic ecology. *Physiological and ecological adaptations to feeding in vertebrates* 141-174.
- Demétrio VA, Chaddad J, Pereira AML, Chaddad Junior J. 2000. Elementos a serem considerados na confecção de projetos paisagísticos. Pp. 57-76. In Demétrio VA (Ed.), *Composição Paisagística em Parques e Jardins*. FEALQ, Piracicaba.
- DeMots RLR, Novak JJM, Gaines KF, Gregor AJ, Romanek CS, Soluk DA. 2010. Tissue-diet discrimination factors and turnover of stable carbon and nitrogen isotopes in white-footed mice (*Peromyscus leucopus*). *Canadian Journal of Zoology* 88: 961-967. <http://doi.org/10.1139/Z10-063>.
- DeNiro MJ, Epstein S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42: 495-506. [http://doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](http://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0).
- DeNiro MJ, Epstein S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animal. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45: 341-351. www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016703781902441.
- Figueiredo RA, Oliveira AA De, Zacharias MA, Barbosa SM, Pereira FF, Cazela GN, Viana JP, Camargo RA De. 2008. Reproductive ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in southeastern Brazil. *Revista Árvore* 32: 993-999. <http://doi.org/10.1590/S0100-67622008000600004>.
- Fleming TH. 1995. The use of stable isotopes to study the diets of plant-visiting bats. Pp. 99-110. In Racey, P. A., Swift, S. M. (Eds.), *Claredon Press, Oxford, United Kingdom*.
- Fleming TH, Muchhala N. 2008. Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: Pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. *Journal of Biogeography* 35: 764-780. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2007.01833.x/abstract>.
- Freitas WK, Pinheiro MAS, Abrahão LLF. 2015. Análise da arborização de quatro praças no bairro da Tijuca, RJ, Brasil. *Floresta e Ambiente* 22: 23-31. <http://doi.org/10.1590/2179-8087.025612>.
- Kruszynski, C. et al.: Exotic food for *Glossophaga*
- Fry B. 2006. *Stable Isotope Ecology*. Springer Science & Business Media.
- Gardner AL (Ed.). 2007 [2008]. *Mammals of South America*. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, and United Kingdom, London.
- Giannini NP, Brenes FJ. 2001. Flight cage observations of foraging mode in *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, and *Glossophaga commissarisi*. *Biotropica* 33: 546-550. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00211.x>.
- Goodwin GG, Greenhall AM. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 122: 187-301. <http://doi.org/10.2307/1377397>.
- Heithaus ER, Opler PA, Baker HG. 1974. Bat Activity and Pollination of *Bauhinia pauletia*: Plant-Pollinator Coevolution. *Ecology* 55: 412-419.
- Herrera MLG, Hobson KA, Mirón ML, Ramírez PP, Méndez CG, Sánchez-Cordero V. 2001. Sources of protein in two species of phytophagous bats in a seasonal dry forest: evidence from stable-isotope analysis. *Journal of Mammalogy* 82: 352-361. [http://doi.org/10.1644/1545-1542\(2001\)082<0352:SOPITS>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1644/1545-1542(2001)082<0352:SOPITS>2.0.CO;2).
- Herrera MLG, López RT. 2017. Columnar cacti as sources of energy and protein for frugivorous bats in a semi-arid ecosystem. *Biotropica* 49(1): 56-62. <http://doi.org/10.1111/btp.12350>.
- Hobson K, Clark R. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of ^{13}C in tissues. *The Condor* 94: 181-188. <http://doi.org/10.2307/1368807>.
- Kalka MMB, Smith ARA, Kalko EKV. 2008. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science* 320: 71. <http://doi.org/10.1126/science.1153352>.
- Kunz TH, Anthony ELP. 1982. Age Estimation and Post-Natal Growth in the Bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy* 63: 23-32. <http://doi.org/10.2307/1380667>.
- Kunz TH, Whitaker Jr JO. 1983. An evaluation of fecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology* 61: 13-17-1321.
- Lemke TO. 1984. Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina*, with respect to resource availability. *Ecology* 65: 538-548.
- Luz JL, Costa LDM, Esbérard CEL. 2015. Variação de recursos alimentares e abundância de morcegos em plantações de banana. *Oecologia Australis* 19: 244-260. <http://doi.org/10.4257/oeco.2015.1901.16>.
- Marinho-Filho JS, Sazima I. 1989. Activity patterns of six phyllostomid bat species in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 777-782.
- Mickleburgh SP, Hutson AM, Racey PA. 1992. *Old World Fruit Bats. An Action Plan for their Conservation* Compiled by. Gland, Switzerland: IUCN.
- Mirón MLL, Herrera MLG, Ramírez PN, Hobson KA. 2006. Effect of diet quality on carbon and nitrogen turnover and isotopic discrimination in blood of a New World nectarivorous bat. *The Journal of Experimental Biology* 209: 541-8. <http://doi.org/10.1242/jeb.02016>.
- Murphy M, Clare EL, Rydell J, Yovel Y, Bar-On Y, Oelbaum P, Fenton MB. 2016. Opportunistic Use of Banana Flower Bracts by *Glossophaga soricina*. *Acta Chiropterologica* 18: 209-213. <http://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.1.011>.
- Oprea M, Brito D, Vieira TB, Mendes P, Lopes SR, Fonseca RM, Coutinho RZ, Ditchfield AD. 2007. A note on the diet and foraging behavior of *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an urban park in southeastern Brazil. *Biota Neotropical* 7: 297-300. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032007000200033>.
- Parnell AC, Inger R, Bearhop S, Jackson AL. 2010. Source partitioning using stable isotopes: Coping with too much variation. *PLoS ONE* 5: 1-5. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0009672>.
- Pedrozo AR, Gomes LAC, Uieda W. 2016. Quiróptero-fauna da Fazenda Santo Antônio dos Ipês, Jaú, estado de São Paulo, Brasil, Material e Métodos, Área de estudo. *Biotemas* 29: 97-107. <http://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p97>.
- Perini FA, Tavares VC, Nascimento CMD. 2003. Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* 9(1-2): 169-173.
- Podlesak DW, McWilliams SR. 2006. Metabolic Routing of Dietary Nutrients in Birds: Effects of Diet Quality and Macronutrient Composition Revealed Using Stable Isotopes. *Physiological and Biochemical Zoology* 79: 534-549. <http://doi.org/10.1086/502813>.



- Post DM. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: Models, methods, and assumptions. *Ecology* 83: 703-718. <http://doi.org/10.2307/3071875>.
- Rabinowitz AR, Tuttle MD. 1982. A test of the validity of two currently used methods of determining bat prey preferences. *Białowieża* 27: 283-293.
- Rahayu SE, Chikmawati T, Kartawinata K, Hartana A. 2012. Morphology vs. taxonomy in the Family Pandanaceae: A case study in the Javanese species. *Reinwardtia* 13: 317-330.
- Reis NR, Peracchi AL, Lima IP. 1998. Updated list of the chiropterans of the city of Londrina, Paraná, Brazil. *Chiroptera Neotropical* 4: 96-98.
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. 2007. Morcegos do Brasil. Nelio R. dos Reis, Londrina.
- Robison J, Eads H. 1974. Pole pruner with improved cutting head. 3835535 A.
- Rose A, Kolar M, Tschapka M, Knörnschild M. 2016. Learning where to feed: the use of social information in flower-visiting Pallas' long-tongued bats (*Glossophaga soricina*). *Animal Cognition* 19: 251-262. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10071-015-0930-9>.
- Sazima I, Sazima M. 1977. Solitary and group foraging: two flower-visiting patterns of the lesser spear-nosed bat *Phyllostomus discolor*. *Biotropica* 9: 213-215. <http://doi.org/10.2307/2387882>.
- Sazima M, Sazima I. 1978. Bat pollination of the passion flower, *Passiflora mucronata* in southeastern Brazil. *Biotropica* <http://doi.org/10.2307/2388012>.
- Sazima M, Sazima I, Buzato S. 1994. Nectar by day and night: *Siphocampylus sulfureus* (Lobeliaceae). *Plant Systematics and Evolution* 191: 237-246. <http://doi.org/10.1007/BF00984668>.
- Sazima M, Buzato S, Sazima I. 2003. *Dyssochroma viridiflorum* (Solanaceae): A reproductively bat-dependent epiphyte from the Atlantic rainforest in Brazil. *Annals of Botany* 92: 725-730. <http://doi.org/10.1093/aob/mcg190>.
- Setzer J. 1946. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo.
- Silva R, Perini FA, Oliveira WR. 2005. Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* 11: 216-219.
- Silva SS, Peracchi AL. 1995. Observação da visita de morcegos (Chiroptera) às flores de *Pseudobombax grandifolium* (Cav.) A. Robyns. *Revista Brasileira de Zoologia* 12: 859-865.
- Silva SS, Peracchi AL. 1999. Visit of bats flowers of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae). *Revista Brasileira de Biologia* 59: 19-22. <http://doi.org/10.1590/S0034-71081999000100003>.
- Silva SS, Peracchi AL, Aragao AO. 1997. Visita de *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) às flores de *Bauhinia cupulata* Benth (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Biologia* 57: 89-92.
- Stone BC. 1994. A note on *Pandanus* (Pandanaceae) in Tiwan. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 35: 129-132.
- Straube FC, Bianconi GV. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. *Chiroptera Neotropical* 8: 150-152.
- Tschapka M. 2004. Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of Neotropical flower-visiting bats. *The Zoological Society of London* 263: 7-21. <http://doi.org/10.1017/S0952836903004734>.
- Tschapka M, Gonzalez-Terrazas TP, Knörnschild M. 2015. Nectar uptake in bats using a pumping-tongue mechanism. *Science Advances* 1(8): 1-5. <http://doi.org/10.1126/sciadv.1500525>.
- Voigt CC. 2003. Reproductive energetics of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae). *Journal of Comparative Physiology, Biochemical, Systemic and Environmental Physiology* 173: 79-85. <http://doi.org/10.1007/s00360-002-0316-6>.
- Voigt CC, Baier L, Speakman JR, Siemers BM. 2008. Stable carbon isotopes in exhaled breath as tracers for dietary information in birds and mammals. *The Journal of Experimental Biology* 211: 2233-2238. <http://doi.org/10.1242/jeb.018523>.
- Voigt CC, Matt F. 2004. Nitrogen stress causes unpredictable enrichments of ^{15}N in two nectar-feeding bat species. *The Journal of Experimental Biology* 207: 1741-1748.
- Voigt CC, Matt F, Michener R, Kunz TH. 2003. Low turnover rates of carbon isotopes in tissues of two nectar-feeding bat species. *The Journal of Experimental Biology* 206: 1419-1427.
- Voigt CC, Speakman JR. 2007. Nectar-feeding bats fuel their high metabolism directly with exogenous carbohydrates. *Functional Ecology* 21: 913-921.
- Von Helversen O. 1993. Adaptations of flowers to the pollination by glossophagine bats. In Barthlott W, Naumann CM, Schmidt-Loske K, Schuchmann KL (Eds.), *Plant-Animal Interactions in Tropical Environments*. Museum Alexander Koenig, Bonn, North Rhine-Westphalia.
- Wilkinson GS, Boughman WJ. 1996. Social calls coordinate foraging in greater spear-nosed bats. *Animal Behaviour* 55: 337-350.
- Winter Y, von Helversen O. 2003. Operational Tongue Length in Phyllostomid Nectar-Feeding Bats. *Journal of Mammalogy* 84: 886-896.
- Zimmermann MH, Tomlinson PB, LeClaire J. 1974. Vascular construction and development in the stems of certain Pandanaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 68: 21-41. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.1974.tb01745.x/abstract>.
- Zortéa M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology* 63: 159-168. <http://doi.org/10.1590/S1519-69842003000100020>.

Submetido em 24/dezembro/2016

Aceito em 07/junho/2017

APPENDIX

Glossophaga soricina (LMUSP-487), *Glossophaga soricina* (UFMG-5135).



Predadores naturais de morcegos no Brasil

Luciana de Moraes Costa^{1,*}; Lorena de Oliveira Tabosa²; Júlia Lins Luz³ & William Douglas de Carvalho⁴

¹ Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

² Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

³ Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

⁴ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

* Autor para correspondência: costalucianam@gmail.com

Resumo: Acredita-se que a predação não é uma causa significativa de mortalidade para os morcegos. No entanto, levantamentos recentes sugerem que essa interação tem sido subestimada. Levando em consideração os inimigos naturais dos morcegos, nossos objetivos foram identificar as diferentes espécies de animais que se alimentam de morcegos, identificar as diferentes espécies de morcegos que apresentam registro de terem sido predadas, verificar o estado e o bioma onde os registros ocorreram, descrever os locais da predação, saber quais foram os comportamentos dos predadores no momento da predação e verificar quais foram as metodologias usadas pelos pesquisadores para comprovar a predação. Para verificar os registros de predação no Brasil realizamos uma revisão de literatura. Encontramos 41 estudos que registraram 107 casos de predação. Registramos 36 espécies que predam morcegos. Os registros de predação ocorreram em 14 estados do Brasil. O bioma com mais registros foi o Cerrado. Treze registros foram em abrigos e cinco em ambiente longe de abrigo. O comportamento de predação variou entre as diferentes espécies. A metodologia mais utilizada foi a análise de pelotas de regurgitação seguida pela análise de conteúdo estomacal. Os morcegos constituem uma presa difícil de capturar por seus hábitos aéreos e noturnos, porém são vulneráveis à predação em seus abrigos diurnos, principalmente na hora da emergência. Não encontramos estudos de longo prazo, mostrando que os animais se alimentam de morcegos regularmente; os estudos aqui apresentados foram registros pontuais. Estudos de acompanhamento são importantes para saber se existe um real impacto na população de morcegos.

Palavras-Chave: Chiroptera; Hábitos alimentares; Interação interespecífica; Predação.

Abstract: Natural predators of bats in Brazil. Current wisdom holds that predation is not a significant cause of mortality for bats. However, recent studies suggest that the importance of predation has been underestimated. In this paper, we aimed to: identify the species of animals that feed on bats; identify the species of bats that have been recorded as having been predated; verify the geographic spread of records across the states and biomes of Brazil; describe the predation sites and predator behavior; and verify the methodologies used to show that predation had occurred. To do so, we performed a literature review. We found 41 studies that recorded 107 cases of predation of bats by 36 predator species. Predation records occurred in 14 Brazilian states, and most commonly in the Cerrado biome. Thirteen predation records were made within roosts and five were made far from roosts. The behavior form varied among the different species of predators. Analysis of pellets was the most commonly used methodology to confirm predation, followed by analysis of stomach contents. Bats are a difficult prey to catch due to their aerial and nocturnal habits, however they are vulnerable to predation whilst using their diurnal roosts, especially at the time of emergency. All the records presented here are point records, we found no long-term studies to show that predators regularly feed on any of the species of bats. As such, we conclude that monitoring studies are now important to understand the real impact of natural predation on bat populations.

Key-Words: Chiroptera; Feeding habits; Interspecific interaction; Predation.

INTRODUÇÃO

Predação é uma interação em que indivíduos de uma espécie matam e são capazes de consumir uma fração significativa da biomassa de indivíduos de outra espécie (Abrams, 2000). Grandes predadores podem consumir presas pequenas e grandes, enquanto que pequenos predadores têm acesso apenas a presas

pequenas (Rosenzweig, 1966). No entanto, um evento descrito como predação também poderia ser considerado como necrofagia dependendo do tipo de método e da abordagem utilizada. Necrofagia é quando um animal se alimenta de cadáveres em decomposição (Curio, 1976). Sendo assim, existe uma dificuldade em confirmar se o animal ingerido foi predado ou ingerido já morto. Uma forma de diferenciar predação e necrofagia é a



presença/ausência de larvas e pupas de insetos necrófagos nas amostras fecais (Sazima & Strussmann, 1990).

Entre os predadores existe um contínuo entre os generalistas, que apresentam uma dieta muito ampla, e os especialistas, com uma dieta estreita (Ma & Levin, 2006). Aves de rapina, por exemplo, podem ser generalistas, alimentando-se de insetos a pequenos mamíferos (e.g., Motta-Junior & Alho, 2000; Lesinski *et al.*, 2009). Outras podem utilizar um item principal em sua dieta. É o caso do falcão morcego (*Macheiramphus alcinus*), que utiliza, principalmente, morcegos em sua alimentação (Fenton *et al.*, 1977; Lima & O'Keefe, 2013).

A ordem Chiroptera é uma das mais diversas entre os mamíferos, tanto taxonomicamente quanto ecologicamente (Simmons, 2005; Reis *et al.*, 2017) e é crescente o interesse em estudos com morcegos no Brasil. Apesar disso alguns aspectos de sua biologia ainda permanecem pouco conhecidos, como a ecologia trófica (Reis *et al.*, 2017). Geralmente, acredita-se que a predação não é uma causa significativa de mortalidade para os morcegos (Manville, 1963), mas estudos recentes (Nyffeler & Knörnschild, 2013; Mikula *et al.*, 2015; Mikula, 2016) sugerem que ocorre mais frequentemente do que suposto anteriormente. Os morcegos podem ser vítimas de uma grande variedade de animais (Altringham, 1996) e o conhecimento sobre quem se alimenta de morcegos aos poucos está sendo desvendado devido a revisões bibliográficas (Nyffeler & Knörnschild, 2013; Speakman, 1991; Mikula *et al.*, 2015; Mikula, 2016). Todavia, estas revisões descrevem predação de morcegos somente por aranhas (Nyffeler & Knörnschild, 2013), pássaros (Speakman, 1991; Mikula, 2016), peixes e anfíbios (Mikula *et al.*, 2015), e não abordam todos os grupos de animais que são predadores de morcegos.

Em relação ao Brasil, existem diversos registros de morcegos sendo predados em redes de neblina, incluindo predação por outros morcegos (Nogueira *et al.*, 2006; Oprea *et al.*, 2006), corujas (Carvalho *et al.*, 2011; Rocha & López-Baucells, 2014), marsupiais (Gazarini *et al.*, 2008; Patricio-Costa *et al.*, 2010; Breviglieri & Pedro, 2010) e felinos nativos (Rocha-Mendes & Bianconi, 2009) e exóticos como o gato-doméstico – *Felis catus* (Breviglieri & Pedro, 2010). No entanto, os registros de predação de forma natural, sem interferência do pesquisador, são mais escassos e encontram-se dispersos na literatura.

Levando em consideração o conhecimento sobre os inimigos naturais dos morcegos, nosso objetivo foi revisar e descrever os registros de animais que se alimentam de morcegos no Brasil em relação aos seguintes aspectos: (i) identificar as diferentes espécies de animais que se alimentam de morcegos, (ii) identificar as diferentes espécies de morcegos que apresentam registro de terem sido predadas, (iii) verificar em quais estados e biomas do Brasil houve os registros, (iv) descrever os locais da predação, (v) saber quais foram os comportamentos dos predadores no momento da predação (quando a metodologia usada foi a observação) e (vi) verificar quais foram as metodologias usadas para comprovar a predação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar os registros de consumo de morcegos realizamos uma revisão de literatura através dos seguintes buscadores: Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), Scientific Electronic Library Online (SciELO, www.scielo.org), e Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>). Para realizar esta busca, utilizamos uma combinação das seguintes palavras-chave em português e em inglês: "Chiroptera", "Morcego", "Bat", "Predação", "Predation", "Presa", "Prey", "Brasil" e "Brazil". Posteriormente, selecionamos os estudos conforme o assunto proposto, ou seja, predação natural de morcegos. Sendo assim, não relacionamos estudos que reportaram predação de morcegos em redes de neblina.

Após o levantamento e seleção dos estudos, separamos os animais que se alimentaram de morcegos por ordem e os morcegos predados por família. Em relação as localidades registradas, foram analisados em qual estado do Brasil houve o registro, além do bioma e a característica de cada local (caverna, folha, oco de árvore, construção e trilha) onde houve observação direta da predação. Além disso, também foi observado o tipo de metodologia usada para o registro de predação (observação e/ou vestígios). Alguns casos encontrados poderiam ser de necrofagia, pois incluímos amostras fecais e conteúdo estomacal como comprovação de predação. No entanto, na maioria desses casos as espécies eram predadoras conhecidas e a observação direta da predação por espécies aparentadas também é um indicativo de que sejam mesmo casos de predação.

RESULTADOS

Nesta revisão bibliográfica, encontramos 107 registros de animais predando morcegos de forma natural no Brasil, somando 41 estudos com esses relatos. Ao todo, 36 espécies que se alimentam de morcegos foram identificadas, sendo duas de artrópode, duas de peixe, duas de anfíbio, quatro de mamífero, 12 de aves e 14 de répteis (Tabelas 1 e 2). Em um dos estudos não foi possível identificar a espécie do predador, mas sabe-se que foi da Ordem Squamata. A ordem com mais registro foi a Strigiformes, que inclui aves de rapina noturnas tais como corujas, com 60 registros (Tabela 2). A espécie com mais registro foi *Asio stygius* da ordem Strigiformes, com 25 registros (Tabela 2). Não encontramos registro de consumo de morcego por espécies exóticas e domésticas.

Levantamos um total de 28 espécies de morcegos consumidos, pertencentes a sete famílias, Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Phyllostomidae e Vespertilionidae. Dentre essas famílias, Phyllostomidae e Molossidae foram as que apresentaram o maior número de registros, com 30 e 29 registros, respectivamente. Alguns estudos não chegaram em nível de espécie na identificação, chegando somente a gênero, família, ou até mesmo sem nenhuma identificação. Os morcegos predados pertenciam a cinco guildas alimentares: insetívora (19 espécies), frugívora



Tabela 1: Predadores naturais de morcegos no Brasil, riqueza dos predadores, número de registros de predação, riqueza de morcegos predados e família de morcegos. Ni = Não identificado.

Predador	Riqueza predador	Registros	Riqueza morcegos	Família de morcegos
Centopeia	1	2	2	Vespertilionidae e Molossidae
Aranha	1	1	1	Mormoopidae
Peixe	2	2	Ni	Ni
Sapo	2	2	1	Mormoopidae
Cobra	14	22	8	Phyllostomidae, Noctilionidae, Vespertilionidae e Molossidae
Ave	12	66	24	Phyllostomidae, Noctilionidae, Vespertilionidae e Molossidae
Macaco	1	1	1	Ni
Morcego	3	11	6	Phyllostomidae, Emballonuridae, Furipteridae, Vespertilionidae e Molossidae

(sete espécies), nectarívora (uma espécie), onívora (uma espécie) e piscívora (uma espécie).

Os registros de predação ocorreram em 14 estados do Brasil, sendo que o estado com mais registros foi São Paulo (Tabela 2). Quatro estudos utilizaram espécimes tombadas em museus do Brasil, sem a descrição da localidade no estudo. Em todos os biomas houve registros de predação: Caatinga (um registro), Amazônia (quatro registros), Pampa (quatro registros), Pantanal (10 registros), Mata Atlântica (28 registros) e Cerrado (45 registros) (Tabela 1).

Em 18 estudos houve observação direta e pôde-se identificar o local da predação. A maioria dos ataques a morcegos ocorreram em abrigos ou próximos a estes, podendo ser naturais (caverna, gruta, folha e oco de árvore) ou artificiais (estrutura de madeira, fissuras de um prédio, telhado e casa abandonada). Oito registros foram em abrigos naturais, cinco em abrigos artificiais e cinco foram em ambiente longe de abrigo.

A forma de predação variou entre as diferentes espécies de predadores. Houve predadores que predaram pelo método “senta e espera”, em que o predador se posiciona no chão, dentro do abrigo ou próximo à saída, até que algum morcego caísse e pudesse ser predado com maior facilidade. Esse método foi observado para aranhas e anfíbios. Outro método utilizado para captura e predação dos morcegos foi a busca ativa no refúgio. Esse método foi empregado por centopeias, aves e mamíferos, incluindo outros morcegos. Um estudo registrou a predação com os morcegos em atividade, a cobra que se posicionou próxima à planta *Parkia nitida* tentando atacar os morcegos que se aproximavam para beber o néctar das flores, e espécies de passeriformes foram vistas carregando morcegos, no entanto não foi possível determinar o local da captura (Tabela 2).

A metodologia mais utilizada para o registro da predação de morcegos foi a análise de pelotas de regurgitação, com 61 registros. A observação direta, com a descrição do comportamento somaram 18 registros. Tiveram estudos que usaram mais de uma metodologia (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Répteis e aves são os principais predadores de morcegos e caçam principalmente em abrigos diurnos. Os

Costa, L.M. et al.: Predadores de morcegos

répteis tiveram o maior número de espécies que se alimentaram de morcegos, sobretudo com registros de alimentação por serpentes da ordem Squamata. Esbérard & Vrcibradic, 2007 realizaram uma revisão bibliográfica sobre predação de morcegos por serpentes na região neotropical e destacaram que os hábitos semi-arborícolas de algumas espécies de serpentes podem favorecer a predação de morcegos, além do seu maior porte e preferência por se alimentarem de mamíferos. Dessa maneira, as serpentes podem aproximar-se de abrigos como ocos de árvores, folhas e cavernas (Esbérard & Vrcibradic, 2007). As diferentes estratégias apresentadas por serpentes também podem explicar os resultados obtidos, já que podem apresentar tanto um comportamento de busca ativa quanto de emboscada (Schoener, 1971). Essas estratégias podem variar de espécie para espécie e, em alguns casos, a mesma espécie pode apresentar ambos os comportamentos, como *Corallus hortulanus* (Pizzato et al., 1999).

O maior número de registros de alimentação por morcegos ocorreu nas aves. Motta-Junior (2006) realizou um estudo sobre as relações tróficas entre cinco espécies de aves da ordem Strigiformes, em São Paulo, onde foi observada relação entre o tamanho da presa e o porte dos predadores, sendo *Asio stygius*, a coruja que mais utilizou morcegos como alimentos dentre as espécies estudadas (Motta-Junior & Taddei, 1992). Todos os estudos com Strigiformes foram realizados através da análise de pelotas de regurgitação. Os demais registros de consumo por aves ocorreram pelo método de visualização, sendo dois casos por gravação. Esses métodos foram usados em aves diurnas (*Cyanocorax chrysops*, *Falco sparverius*, *Pitangus sulphuratus*, *Perissocephalus tricolor* e *Xiphocolaptes major*), portanto, existe a facilidade para o registro por essa metodologia. Uma revisão global sobre predação de morcegos por aves diurnas encontrou mais de 1.500 registros, no entanto, somente quatro ocorreram no Brasil (Mikula et al., 2015), além de um registro em 2016 (Camargo & Laps, 2016).

Os morcegos das Famílias Phyllostomidae e Molossidae foram os mais utilizados como alimento. A família Phyllostomidae é a mais diversa e muito abundante nos trópicos e a maioria dos estudos estão voltados para esse grupo, portanto já era esperado que fosse a com mais registros. Morcegos da família Molossidae podem formar colônias de centenas de indivíduos (Fabián & Gregorin, 2007; Esbérard, 2011), fator facilitador para

Tabela 2: Espécies de predadores, morcegos predados, estado Brasileiro, bioma, local do ataque, metodologia usado pelo pesquisador, comportamento do predador e Referência. Ni = não identificado.

Predador	Morcego	Estado	Bioma	Local	Metodologia	Comportamento	Referência
CHILOPODA							
Scolopendromorpha							
<i>Scolopendra viridicornis</i>	<i>Eptesicus furinalis</i>	ES	Mata Atlântica	Telhado	Observação direta	Predador atacou no refúgio	1
<i>Scolopendra viridicornis</i>	<i>Molossus molossus</i>	MT	Cerrado	Estrutura de madeira a cerca de três metros de altura	Observação direta	Predador picou várias vezes o pescoço e região abdominal da presa, agarrando a presa com as pernas anteriores e se pendurando ao teto com as pernas posteriores	2
ARACHNIDA							
Araneae							
<i>Lasiodora</i>	<i>Pteronotus personatus</i>	SE	Mata Atlântica	Caverna	Observação direta	Predadores permaneceram em posição de "senta e espera" embaixo da presa	3
ACTINOPTERYGII							
Characiformes							
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Chiroptera	MS	Cerrado		Conteúdo estomacal		4
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Chiroptera	MS	Cerrado		Conteúdo estomacal		4
AMPHIBIA							
Anura							
<i>Leptodactylus vastus</i>	<i>Pteronotus personatus</i>	SE	Mata Atlântica	Caverna	Observação direta	Predadores permaneceram em posição de "senta e espera" na entrada da caverna	5
<i>Rhinella jimi</i>	<i>Pteronotus personatus</i>	SE	Mata Atlântica	Caverna	Observação direta	Predadores permaneceram em posição de "senta e espera" na entrada da caverna	5
REPTILIA							
Squamata							
<i>Boa constrictor amarali</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Boa constrictor constrictor</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Boa constrictor</i>	<i>Noctilio albigentrus</i>	MT	Cerrado	Oco de <i>Ficus</i>	Observação direta	A cabeça do predador estava escondida entre as raízes que cobriam parcialmente a cavidade da árvore, e de repente surgiu com a presa em suas mandíbulas	7
<i>Bothrops neuwiedi pauloensis</i>	Chiroptera	Ni	Cerrado		Conteúdo estomacal		8
<i>Corallus caninus</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Corallus hortulanus</i>	<i>Artibeus obscurus</i>	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Corallus hortulanus</i>	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	RJ	Mata Atlântica	Folha	Observação direta	O predador capturou a presa sob uma da folha	7
<i>Corallus hortulanus</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Corallus hortulanus</i>	Phyllostomidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Corallus hortulanus</i>	Chiroptera	AM	Amazônia		Conteúdo estomacal		9
<i>Epicrates assisi</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Epicrates cenchria</i>	<i>Lonchorhina aurita</i>	SE	Mata Atlântica	Caverna	Observação direta	O predador foi observado com a presa em fase de constrição	10
<i>Epicrates cenchria</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Epicrates crassus</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6





Predador	Morcego	Estado	Bioma	Local	Metodologia	Comportamento	Referência
<i>Euneptes murinus</i>	Molossidae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e fecal		6
<i>Oxyrhopus petolaris</i>	<i>Carollia perspicillata</i>	BA	Mata Atlântica		Conteúdo estomacal		11
<i>Philodryas olfersii</i>	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	RS	Pampa	Fenda entre rochas	Observação direta	O predador estava próximo à entrada do abrigo engolindo o morcego	12
<i>Philodryas nattereri</i>	<i>Myotis nigricans</i>	CE	Caatinga		Conteúdo estomacal		13
<i>Pseustes sulphureus sulphureus</i>	<i>Molossus molossus</i>	PA	Amazônia	Telhado da uma casa	Observação direta e posterior análise do conteúdo estomacal		14
<i>Siphlophis cervinus</i>	<i>Myotis</i>	Ni	Ni		Conteúdo estomacal e intestinal		15
<i>Spilotes pullatus</i>	Phyllostomidae	SP	Mata Atlântica		Conteúdo estomacal		16
Ni	Phyllostomidae	AM	Amazônia	Árvore <i>Parkia nitida</i>	Observação direta	O predador ficou na árvore atacando as presas que se aproximavam das flores para beber néctar	17
Accipitriformes							
<i>Buteo albicaudatus</i>	Chiroptera	MG	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação		18
Falconiformes							
<i>Falco sparverius</i>	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	MG	Cerrado	Espaço entre as placas de metal fixas na superfície externa da parede e a própria parede	Observação direta e conteúdo fecal	Os predadores ficavam esperando ao redor do edifício e após o ataque voavam com presa para longe dali	19
Passeriformes							
<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Myotis</i>	MS	Cerrado	Nas fissuras do prédio da Base de Estudos do Pantanal	Observação direta, coleta de peças descartadas sob o ninho e gravação por câmera	Ground Sally-gleaning. O manuseio consistia em matar e dilacerar a presa batendo contra um ramo de árvore, perto do ninho	20
<i>Perisoreocephalus tricolor</i>	Chiroptera	RR	Amazônia	Vegetação	Observação direta	O predador estava empoleirado quase imóvel, movendo a cabeça lentamente à procura da presa. Lançou-se na vegetação e apareceu com a presa no bico	21
<i>Cyanocorax chrysops</i>	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	SP	Mata Atlântica	Floresta	Observação por gravação de câmera	Predador voou com a presa no bico. Ao pousar em uma árvore, o seguiu com as garras e bicou sua cabeça	22
<i>Xiphocolaptes major</i>	<i>Noctilio albigentris</i>	MS	Pantanal	Vegetação	Observação por gravação de câmera e fotografia	O morcego estava caído no chão e a ave o martelava com o bico	23
Strigiformes							
<i>Aegolius harrisii</i>	<i>Sturnira lilium</i>	Ni	Ni		Pelotas de regurgitação		24
<i>Asio clamator</i>	<i>Archieus lituratus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		25
<i>Asio clamator</i>	Chiroptera	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		25
<i>Asio stygius</i>	<i>Chiroderma doriae</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Chiroderma doriae</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Eptesicus furinalis</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Eptesicus furinalis</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Eumops glaucinus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Eumops glaucinus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26



Predador	Morcego	Estado	Bioma	Local	Metodologia	Comportamento	Referência
<i>Asio stygius</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Histiotus velatus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Histiotus velatus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus cinereus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus blossevillii</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus blossevillii</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus cinereus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus ega</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Lasiurus ega</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Nyctinomops macrotis</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Nyctinomops macrotis</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Pygoderma bilabiatum</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	<i>Pygoderma bilabiatum</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	Phyllostomidae	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	Vespertilionidae	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Asio stygius</i>	Chiroptera	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		26
<i>Athene cunicularia</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		25
<i>Athene cunicularia</i>	Phyllostomidae	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		25
<i>Athene cunicularia</i>	Chiroptera	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		25
<i>Athene cunicularia</i>	Chiroptera	RS	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação		27
<i>Athene cunicularia</i>	Chiroptera	RS	Pampa		Pelotas de regurgitação		28
<i>Tyto alba</i>	<i>Artibeus lituratus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	<i>Eumops glaucinus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	<i>Eumops glaucinus</i>	PE	Mata atlântica		Pelotas de regurgitação		30
<i>Tyto alba</i>	<i>Eumops perotis</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	<i>Lasiurus ega</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	<i>Lophostoma brasiliense</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus ater</i>	PE	Mata atlântica		Pelotas de regurgitação		30
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus molossus</i>	PE	Mata atlântica		Pelotas de regurgitação		30
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus molossus</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus molossus</i>	PE	Mata atlântica		Pelotas de regurgitação		32
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus molossus</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	<i>Molossus molossus</i>	RS	Pampa		Pelotas de regurgitação		33
<i>Tyto alba</i>	<i>Myotis</i>	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	<i>Myotis nigricans</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	<i>Noctilio albiventris</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31



Predador	Morcego	Estado	Bioma	Local	Metodologia	Comportamento	Referência
<i>Tyto alba</i>	<i>Phyllostomus discolor</i>	PE	Mata atlântica		Pelotas de regurgitação		32
<i>Tyto alba</i>	<i>Phyllostomus discolor</i>	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	<i>Tadarida brasiliensis</i>	RS	Pampa		Pelotas de regurgitação		33
<i>Tyto alba</i>	Phyllostomidae	MT	Pantanal		Pelotas de regurgitação		31
<i>Tyto alba</i>	Chiroptera	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto alba</i>	Chiroptera	SP	Cerrado		Pelotas de regurgitação		29
<i>Tyto furcata</i>	<i>Artibeus obscurus</i>	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
<i>Tyto furcata</i>	<i>Carollia perspicillata</i>	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
<i>Tyto furcata</i>	<i>Eptesicus</i> sp.	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
<i>Tyto furcata</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
<i>Tyto furcata</i>	<i>Lasiurus cinereus</i>	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
<i>Tyto furcata</i>	<i>Myotis nigricans</i>	RJ	Mata Atlântica		Pelotas de regurgitação e ossos desagregados		34
MAMMALIA							
Chiroptera							
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Carollia perspicillata</i>	MS	Pantanal		Análise fecal no abrigo		35
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Glossophaga soricina</i>	MT	Cerrado	Gruta	Observação direta	Ataque no abrigo. As espécies coabitavam	36
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Myotis</i>	Ni	Ni		Conteúdo estomacal		37
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Myotis</i>	RS	Mata Atlântica		Conteúdo fecal e restos alimentares em cavernas		38
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Perotterix macrotis</i>	MS	Pantanal		Análise fecal no abrigo		35
<i>Chrotopterus auritus</i>	<i>Tadarida brasiliensis</i>	RS	Mata Atlântica		Análise fecal e restos alimentares em cavernas		38
<i>Trachops cirrhosus</i>	<i>Carollia perspicillata</i>	PE	Mata Atlântica		Restos alimentares		39
<i>Trachops cirrhosus</i>	<i>Furipterus horrens</i>	Ni	Ni		Conteúdo estomacal		37
<i>Trachops cirrhosus</i>	<i>Furipterus horrens</i>	PE	Mata Atlântica		Conteúdo estomacal		40
<i>Trachops cirrhosus</i>	<i>Myotis nigricans</i>	PE	Mata Atlântica		Restos alimentares		39
<i>Vampyrus spectrum</i>	Emballonuridae	Ni	Ni		Conteúdo estomacal		37
Primata							
<i>Callithrix flaviceps</i>	Chiroptera	ES	Mata Atlântica	Vegetação	Observação direta	Ataque no solo ou próximo a ele	41

1 = Sberber-Araujo et al., 2012; 2 = Noronha et al., 2015; 3 = Dias et al., 2015; 4 = Ferreira et al., 2014; 5 = Gouveia et al., 2009; 6 = Pizzatto et al., 2009; 7 = Esbérard & Vrcibradic, 2007; 8 = Valdujo et al., 2012; 9 = Martins & Oliveira, 1998; 10 = Donato et al., 2012; 11 = França & Lima, 2012; 12 = Barros et al., 2015; 13 = Mesquita et al., 2010; 14 = Rufino & Bernardi, 1999; 15 = Prudente et al., 1998; 16 = Barbo, 2011; 17 = Hopkins & Hopkins, 1982; 18 = Granzinoli, 2003; 19 = Aguiar et al., 2012; 20 = Fisher et al., 2010; 21 = Whittaker, 1996; 22 = Farina et al., 2011; 23 = Camargo & Laps, 2016; 24 = Lima & Castro, 1994 Apud de Girão & Albano, 2010; 25 = Motta-Junior, 2006; 26 = Motta-Junior & Taddei, 1992; 27 = Zilio, 2006; 28 = Bastian et al., 2008; 29 = Motta-Junior & Alho, 2000; 30 = Roda, 2006; 31 = Escarlate-Tavares & Pessôa, 2005; 32 = Souza, 2009; 33 = Brasil et al., 2010; 34 = Lemos et al., 2015; 35 = Bordignon, 2005; 36 = Acosta & Lara, 1951 Apud de Peracchi & Albuquerque, 1976; 37 = Bonato et al., 2004; 38 = Witt & Fabian, 2010; 39 = Rodrigues et al., 2004; 40 = Bonato & Facure, 2000; 41 = Hilário & Ferrari, 2010.



predação desses morcegos. Fenton *et al.* (1994) estudaram a predação de molossídeos por aves de rapina na África do Sul e perceberam, dentre as estratégias utilizadas pelos predadores, os ataques a morcegos durante as emergências do abrigo e também, durante o retorno, no início da manhã. Ao mesmo tempo, o hábito gregário pode diluir esse risco, o que pode ser observado quando predadores escolhem indivíduos isolados e marginais (Hamilton, 1971), como o registro da predação pela centopeia *Scolopendra viridicornis* a um indivíduo solitário de *Molossus molossus*, no Mato Grosso (ver Noronha *et al.*, 2015).

Dentre as observações diretas em abrigos diurnos naturais, a maioria (quatro registros) foi em cavernas, indicando que possivelmente uma maior exploração dessas cavidades pode fornecer novas informações a respeito das características e diversidade dos predadores de morcegos. Somente um trabalho registrou a predação diretamente no oco de uma árvore (Esbérard & Vrcibradic, 2007). Mas acredita-se que outras espécies não registradas até o momento, possam preda morcegos nesse tipo de abrigo. *Didelphis albiventris*, por exemplo, abriga-se, dentre outros locais, em ocos de árvores onde, eventualmente, pode alimentar-se de morcegos (Breviglieri *et al.*, 2010).

Somente um estudo registrou a predação pela cobra *Corallus hortulanus* de um morcego *Platyrrhinus lineatus* que estava em abrigo externo, em uma folha, no estado do Rio de Janeiro (Esbérard & Vrcibradic, 2007). Esse evento contrariou o esperado, pois a parte inferior das folhas parecem ser locais menos propícios de ocorrer predação, já que os morcegos podem fugir mais facilmente após presença de um predador (Esbérard & Vrcibradic, 2007). Em um outro exemplo, na Costa Rica, o macaco-de-cheiro *Saimiri oersted* predou um morcego *Artibeus watsoni* por busca ativa nas folhas em que essa espécie se abriga (Boinski & Timm, 1985). Somente um estudo, que foi realizado no estado do Espírito Santo, registrou a predação de um morcego por um primata, sendo que um indivíduo de *Callithrix flaviceps* capturou um morcego próximo ao solo (Hilário & Ferrari, 2010).

Cinco registros de predação foram obtidos em abrigos artificiais, de morcegos das famílias Molossidae e Vespertilionidae, por aves e artrópodes (Fisher *et al.*, 2010; Aguiar *et al.*, 2012; Srberk-Araujo *et al.*, 2012; Noronha *et al.*, 2015). Abrigos artificiais são utilizados como refúgios diurnos por esses morcegos e estão próximos à iluminação artificial, atrativa para insetos, que são fonte de alimentos para eles (Bredt *et al.*, 1996; Biavatti *et al.*, 2015).

Há uma lacuna no registro de predação de morcegos por espécies domésticas e exóticas

A crescente urbanização gera mais abrigos artificiais e promove um aumento populacional de animais domésticos, como o gato-doméstico. Isso poderia levar a maior taxa de predação de morcegos por esses animais, o que pode levar a um aumento de registro de animais

domésticos com zoonoses (*e.g.*, raiva). Há registros de predação de animais silvestres por espécies domésticas, como o gato-doméstico, ao longo de todo o mundo, como por exemplo, na América do Norte (Medina *et al.*, 2011), América Central (Rodríguez-Durán *et al.*, 2010), Nova Zelândia (Scrimgeour *et al.*, 2012) e Europa (Ancillotto *et al.*, 2013; Rocha, 2015). Entretanto, para nosso conhecimento ainda não há estudo sobre predação natural de morcego por gato-doméstico no Brasil. Aqui, mencionamos somente o gato-doméstico (*F. catus*) pois ele é considerado um dos maiores predadores doméstico de animais silvestres em áreas urbanas e rurais no mundo (ver Loss *et al.*, 2013; Woods *et al.*, 2013), predando morcegos principalmente na saída de abrigos diurnos (Rodríguez-Durán *et al.*, 2010; Scrimgeour *et al.*, 2012). No Brasil, há somente registros de predação oportunística de morcegos por gato-doméstico em redes de neblina (*e.g.*, Breviglieri & Pedro, 2010). Registros de predação oportunística são facilitados pela presença do pesquisador próximo a rede de neblina e pela carcaça do morcego que fica preso à rede, pois o gato-doméstico não consegue retirá-lo. O resultado que encontramos é curioso, pois o Brasil é o segundo país em número de espécies de morcegos no mundo (Paglia *et al.*, 2012), tendo sua população de gatos-domésticos estimada em aproximadamente 22 milhões (IBGE, 2015). Além disso, no Brasil temos o conhecimento da existência da predação de morcego por gato-doméstico por intermédio de populações locais e não pela literatura científica.

A falta de estudos relacionando predação de morcegos por gatos-domésticos ou outras espécies domésticas pode ser o reflexo: (1) da falta de interesse dos pesquisadores por esse tema, (2) falta de divulgação de resultados de estudos que ficam muito tempo engavetados nos laboratórios (Tonelli, 2006), (3) falta de pesquisadores em diferentes regiões do Brasil (Brito *et al.*, 2009) e a (4) falta de interação entre pesquisador e população, o que poderia melhorar o conhecimento sobre este tipo de interação. Quebrar essas quatro barreiras poderia impulsionar nosso conhecimento sobre esse tema. Tomamos como um exemplo a publicação do primeiro registro no mundo da predação de um tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) por um tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) (Barbosa-Filho *et al.*, 2016), que somente foi possível devido a interação entre o pesquisador e a população local. Sendo assim, para proporcionar o desenvolvimento de novas abordagens ecológicas (Hind, 2014), o conhecimento popular pode auxiliar muito na melhoria sobre a interação entre diferentes espécies, e em nosso caso, para melhorar o conhecimento sobre os potenciais predadores de morcegos.

Esperávamos encontrar estudos descrevendo o consumo de morcegos por espécies exóticas regionais, ou seja, espécies que tem sua distribuição atual fora de sua distribuição original dentro do Brasil, como por exemplo, o sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*). Espécies do gênero *Callithrix* são conhecidas por predarem aves (ver Lyra-Neves *et al.*, 2007) e ocasionalmente morcegos (apenas um registro no Brasil – ver Hilário *et al.*, 2010). Todavia, na presente revisão não



encontramos estudos descrevendo predação de morcegos por espécies exóticas.

A concentração de estudos em determinadas áreas geográficas e de pesquisadores em determinadas regiões do Brasil reflete nos registros de predação

Esperávamos encontrar mais estudos descrevendo o consumo de morcegos em regiões cársticas, pois no Brasil existem cavernas que alojam grandes colônias de morcegos (ver Trajano, 1995). Esses abrigos naturais são, na maioria dos casos, providos de poucas aberturas ou uma única abertura, o que acabaria sendo uma vantagem para os predadores capturarem morcegos (Esbérard & Vrcibradic, 2007). Além disso, há uma fauna associada ao guano de morcegos nesses abrigos, que promoveria a maior ocorrência de predadores de invertebrados e pequenos vertebrados (e.g., *Lasiadora* sp. e *Scolopendra viridicornis*), que também são potenciais predadores de morcegos como verificamos na presente revisão. Entretanto, das mais de 10 mil cavernas registradas no Brasil, é pequeno o número de cavernas estudadas e catalogadas cientificamente (Ortiz, 2013), refletindo no baixo número de estudos publicados sobre a interação dos morcegos com esse tipo de abrigo (Guimarães & Ferreira, 2014). Esse resultado também está relacionado ao baixo número de estudos que avaliam abrigos artificiais de morcegos no Brasil. Por exemplo, Biavatti *et al.* (2015) encontraram somente 75 estudos sobre morcegos em abrigos artificiais no Brasil.

As regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil concentram a maior parte dos mastozoólogos brasileiros, refletindo no número de publicações sobre mamíferos (Brito *et al.*, 2009) e nessas regiões encontramos a maioria dos pesquisadores que estudam morcegos no Brasil (Barros *et al.*, 2012). Nossos resultados são o reflexo dessa concentração de pesquisadores, visto que o estado de São Paulo foi o que apresentou o maior número de registros de predação. Mesmo quando classificamos as predações por biomas, Mata Atlântica e Cerrado tiveram mais registros de predação do que a Amazônia, por exemplo. O bioma Amazônia é o que apresenta o menor número total de pesquisadores no Brasil (Brito *et al.*, 2009) e tem grandes lacunas de conhecimento (Brito *et al.*, 2009; Carvalho & Mustin, 2017), apesar de ser um dos locais no mundo com maior diversidade e endemismo (Dirzo & Raven, 2003).

Podemos melhorar o registro de predação de morcegos melhorando os métodos e a descrição dos hábitos alimentares de predadores

Grande parte dos dados sobre hábitos alimentares baseia-se em análise de pelotas de regurgitação, do conteúdo estomacal e fecal (ver Motta-Junior & Taddei, 1992; Martins & Oliveira, 1998; Prudente *et al.*, 1998; Bonato & Facure, 2000; Motta-Junior & Alho, 2000; Granzinoli, 2003; Bonato *et al.*, 2004; Escarlata-Tavares & Pessoa, 2005; Zilio, 2006; Bastian *et al.*, 2008; Witt & Fabián, 2010; Bordignon, 2005; Motta-Junior, 2006; Roda, 2006; Souza, 2009; Brasil *et al.*, 2010; Mesquita *et al.*, 2010; Barbo, 2011; Pizzatto *et al.*, 2009; França & Lima, 2012; Valdujo *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2014; Lemos *et al.*, 2015). A análise de pelotas de regurgitação, exclusiva para aves de rapina, são restos alimentares não digeridos que são compactados pelo estômago e regurgitados (Errington, 1930; Mallet-Rodrigues, 2010). Para uma análise do conteúdo estomacal, o animal estudado precisa estar morto (IBAMA normatiza a coleta de material zoológico através da Portaria nº 332/90.), por outro lado, o estudo pode ser feito com animais de coleção zoológica. A maioria das observações diretas relatadas aqui foram em refúgios diurnos (ver Rufino & Bernardi, 1999; Esbérard & Vrcibradic, 2007; Gouveia *et al.*, 2009; Fisher *et al.*, 2010; Aguiar *et al.*, 2012; Sberk-Araujo *et al.*, 2012; Donato *et al.*, 2012; Barros *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2015; Noronha *et al.*, 2015). Apenas três estudos relataram a predação longe de refúgio (ver Hopkins & Hopkins, 1982; Whittaker, 1996; Farina *et al.*, 2011). A metodologia mais completa seria a de observação direta, pois pode dar o maior número de informações sobre os animais. Porém, em relação aos morcegos, é difícil essa observação, pois são animais noturnos e aéreos. Sendo assim, outros métodos são essenciais para entendermos as relações existentes desde que tenhamos cautela ao interpretar os resultados.

Para a melhoria do conhecimento das relações ecológicas dos morcegos brasileiros, esta é a primeira revisão geral sobre animais que se alimentam de morcegos no Brasil, sem focar em um determinado grupo taxonômico de predador. Trinta e seis espécies predaram e 28 espécies de morcegos, em 14 estados brasileiros e seis biomas. A maior riqueza de predadores foi de répteis e aves. A predação de morcegos, provavelmente é mais frequente no Brasil do que os registros aqui indicados. O Brasil é um país de proporções continentais e é importante considerar a elevada biodiversidade nos diferentes biomas. Comparado com outros pequenos mamíferos, os morcegos provavelmente constituem uma presa mais difícil de capturar por seus hábitos aéreos e noturnos, porém são vulneráveis à predação, principalmente na hora da emergência de seus abrigos diurnos. Não encontramos estudo de longo prazo, mostrando que os animais se alimentam de morcegos regularmente; os estudos aqui apresentados foram registros pontuais. Estudos de monitoramento são importantes para saber se existe um real impacto na população de morcegos e verificar se os morcegos são importantes itens alimentares ou se apenas complementam a dieta de seus predadores.

AGRADECIMENTOS

Luciana de Moraes Costa agradece à CAPES e FAPERJ pela bolsa de Pós-Doutorado (PAPDRJ E-26/101.399/2014). William D. Carvalho agradece à CAPES pela bolsa de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES). Júlia Lins Luz agradece ao CNPq pela bolsa de desenvolvimento tecnológico e industrial (DTI). Agradecemos à Karen Mustin pela revisão do inglês do abstract.



REFERÊNCIAS

- Abrams PA. 2000. The Evolution of Predator-Prey Interactions: Theory and Evidence. Annual Review of Ecology and Systematics 31: 79-105. www.jstor.org/stable/221726.
- Acosta y Lara EF. 1951. Notas ecológicas sobre algunos quirópteros del Brasil. Comunicaciones zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 3(65): 1-2.
- Aguiar LMS, Motta A, Esbérard CEL. 2012. *Falco sparverius* (Aves: Falconiformes) preying upon *Nyctinomops laticaudatus* (Chiroptera: Molossidae). Zoologia 29(2): 180-182. <http://doi.org/10.1590/S1984-46702012000200011>.
- Altringham JD. 1996. Bats: Biology and Behaviour. Oxford University Press, New York. <http://doi.org/10.2307/1382962>.
- Ancillotto L, Serangeli MT, Russo D. 2013. Curiosity killed the bat: Domestic cats as bat predators. Mammalian Biology 78(5): 369-373. <http://doi.org/10.1016/j.mambio.2013.01.003>.
- Barbosa-Filho, MLV, Costa-Neto EM, Ribeiro P, Alvarez MR, Alves RRN. 2016. Armadillo consumption by a tiger shark: na ethnozoological contribution. Edentata 17: 41-45. <http://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.EDENTATA-17-1.7.en>.
- Barbo FE, Marques OAV, Sawaya RJ. 2011. Diversity, Natural History, and Distribution of Snakes in the Municipality of São Paulo. South American Journal of Herpetology, 6(3): 135-160. <http://doi.org/10.2994/057.006.0301>.
- Barros MAS, Luz JL, Esbérard CEL. 2012. Situação atual da marcação de quirópteros no Brasil e perspectivas para a criação de um programa nacional. Chiroptera Neotropical 18.1: 1074-1088. www.chiropteraneotropical.net/index.php/cn/article/view/83.
- Barros MAS, Pinto LC, Pfau RO, Kisłowski FF, Freire MD. 2015. *Philodryas olfersii* (Serpentes, Dipsadidae) feeding on bats in southern Brazil. Revista Brasileira de Biociências 13(4): 231-236. www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3376.
- Bastian MAS, Fraga Ed, Mäder A, Garcia AS, Sander M. 2008. Análise de Egagrópilas de Coruja-Buraqueira, *Athene Cunicularia* (Molina, 1782) no Câmpus da Unisin, São Leopoldo, RS (Strigiformes: Strigidae). Biodiversidade Pampeana 6(2): 70-73. <http://revistasletronicas.pucrs.br/famecos/ojs/index.php/biodiversidadepampeana/article/view/4655/3817>.
- Biavatti, T, Costa LM, Esbérard CEL. 2015. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em refúgios diurnos artificiais na região sudeste do Brasil. Mastozoologia Neotropical 22.2(2015): 239-253. www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832015000200003.
- Boinski S, Timm RM. 1985. Predation by squirrel monkeys and double-toothed kites on tent-making bats. American Journal of Primatology 9(2): 121-127. <http://doi.org/10.1002/ajp.1350090205>.
- Bonato V, Facure KG. 2000. Bat predation by the fringe-lipped bat *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae, Chiroptera). Mammalia 64(2): 241-243. <http://doi.org/10.1515/mamm.2000.64.2.241>.
- Bonato V, Facure KG, Uieda W. 2004. Food habits of bats of subfamily Vampyrinae in Brazil. Journal of Mammalogy 85(4): 708-713. <http://doi.org/10.1644/BWG-121>.
- Bordignon MO. 2005. Predação de morcegos por *Chrotopterus auritus* (Peters) (Mammalia, Chiroptera) no pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22(4): 1207-1208. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400058>.
- Bredt, A. et al. 1996. Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde.
- Breviglieri B, Paulo C, Pedro WA. 2010. Predação de morcegos (Phyllostomidae) pela cuica d'água *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780) (Didelphimorphia, Didelphidae) e uma breve revisão de predação em Chiroptera. Chiroptera Neotropical 732-739. <http://hdl.handle.net/11449/22553>.
- Brasil AO, Ribeiro S, Niederauer GI, Geiger D, Pacheco AM. 2010. Quirópteros encontrados na dieta de *Tyto alba* (Strigiformes, Tytonidae) no Centro de Porto Alegre, RS, Brasil. Chiroptera Neotropical 16(1), Supl.: 35-36.
- Brito D, Oliveira LC, Oprea M, Mello MAR. 2009. An overview of the Brazilian mammalogy: trends, biases and future directions. Zoologia 26: 67-73. <http://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100011>.
- Camargo PH, Laps RR. 2016. Predation on Lesser Bulldog Bat (*Noctilio albiventris* Noctilionidae) by Great Rufous Woodcreeper (*Xiphocolaptes major*, Dendrocolaptidae). The Wilson Journal of Ornithology 128(4): 903-912. <http://doi.org/10.1676/15-200.1>.
- Carvalho LF, Cunha NL, Fischer E, Santos CF. 2013. Predation on Broad-eared bat *Nyctinomops laticaudatus* by the Spectacled Owl *Pulsatrix perspicillata* in southwestern Brazil. Revista Brasileira de Ornithologia-Brazilian Journal of Ornithology 19(45): 417-418. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/article/viewFile/4415/pdf_693.
- Carvalho WD, Mustin K. 2017. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. Nature Ecology & Evolution 1(100): 1-3. <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0100>.
- Curio E. 1976. The ethology of predation, Springer-Verlag, Berlin. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-81028-2>.
- Dias SC, Rocha PA, Bomim LS, Ferrari SF. 2015. Predation of the bat *Pteronotus personatus* (Mormoopidae), by a tarantula *Lasiadora* sp. (Theraphosidae, Araneae), in cave in northeastern Brazil. Biotemas, 28(4): 173-175. <http://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n4p173>.
- Dirzo R, Raven PH. 2003. Global state of biodiversity and loss. Annual Review of Environment and Resources 28: 137-67. <http://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105532>.
- Donato CR, Dantas MAT, Rocha, PA. 2012. *Epicrates cenchria* (rainbow boa). Diet and foraging behavior. Herpetological Review 43(2): 343-344. <https://ssarherps.org/herpetological-review-pdfs>.
- Errington PL. 1930. The pellet analysis method of raptor food habits study. Condor 32: 292-296. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/condor/v032n06/p0292-p0296.pdf>.
- Esbérard CEL. 2011. Variação do tamanho de colônias de *Molossus molossus* e *Molossus rufus* no Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. Neotropical Biology & Conservation 6(2): 71-77. <http://doi.org/10.4013/nbc.2011.62.01>.
- Esbérard CEL, Vrcibradic D. 2007. Snakes preying on bats: new records from Brazil and a review of recorded cases in the Neotropical Region. Revista Brasileira de Zoologia 24(3): 848-853. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300036>.
- Escarlate-Tavares F, Pessoa LM. 2005. Bats (chiroptera, mammalia) in barn owl (*Tyto alba*) pellets in northern pantanal, Mato grosso, Brazil. Mastozoologia neotropical 12(1): 61-67. www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832005000100007.
- Fabian ME, Gregorin, R. 2007. Família Molossidae. Pp. 149-166. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), Morcegos do Brasil. Nélio R. dos Reis, Londrina.
- Farina O, Carvalho C, Pedro WA. 2011. Predation of *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae) by *Cyanocorax chrysops* (Vieillot, 1818) (Passeriformes: Corvidae). Chiroptera Neotropical 17(2): 993-996. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/130>.
- Fenton MB, Cumming DHM, Oxley DJ. 1977. Prey of bat hawks and availability of bats. Condor 79, 495-497. <http://doi.org/10.2307/1367732>.
- Fenton MB, Rautenbach IL, Smith SE, Swanepoel CM, Grosell J, Van Jaarsveld J. 1994. Raptors and bats: threats and opportunities. Animal Behaviour 48(1): 9-18. <http://doi.org/10.1006/anbe.1994.1207>.
- Ferreira FS, Vicentin W, Costa FES, Suárez YR. 2014. Trophic ecology of two piranha species, *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Characidae), in the floodplain of the Negro River, Pantanal. Acta Limnologica Brasiliensis, 26(4): 381-391. <http://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400006>.
- Fischer E, Munin RL, Longo JM, Fischer W, Souza PR. 2010. Predation on bats by Great Kiskadees. Journal of Field Ornithology 81(1): 17-20. <http://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00256.x>.
- França FGR, Lima RA. 2012. First record of predation on the bat *Carollia perspicillata* by the false coral snake *Oxyrhopus petolarius* in the Atlantic Rainforest. Biotemas 25(4). <http://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n4p307>.
- Gazarini J, Brito JEC, Bernardi I. 2008. Predação oportunista de morcegos por *Didelphis albiventris* no sul do Brasil. Chiroptera neotropical 14(2): 408-411. <http://revistas.bvs-vet.org.br/chiroptera/article/view/11981/12707>.
- Girão W, Albano C. 2010. Sinopse da história, taxonomia, distribuição e biologia do caboré *Aegolius harrisii* (Cassin, 1849). Revista Brasileira de Ornithologia 18(2): 102-109. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/article/view/3904.



- Gouveia SF, Rocha PA, Mikalauskas JS, Silveira, VVB. 2009. *Rhinella jimi* (Cururu Toad) and *Leptodactylus vastus* (Northeastern Pepper Frog). Predation on bats. *Herpetological Review* 40(2): 2010. <https://ssarherps.org/herpetological-review-pdfs>.
- Granzinoli MAM. 2003. Ecologia alimentar do gavião-do-rabo-branco *Buteo albicaudatus* (Falconiformes: Accipitridae) no município de Juiz de Fora, sudeste do estado de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado em Ciências (Ecologia). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Guimarães MM, Ferreira RL. 2014. Morcegos cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para conservação. *Revista Brasileira de Espeleologia* 2.4: 1-34. www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/RBESP/article/view/430.
- Hamilton WD. 1971. Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology* 31(2): 295-311. [http://doi.org/10.1016/0022-5193\(71\)90189-5](http://doi.org/10.1016/0022-5193(71)90189-5).
- Hilário RR, Ferrari SF. 2010. Feeding ecology of a group of buffy-headed marmosets (*Callithrix flaviceps*): fungi as a preferred resource. *American journal of primatology* 72(6): 515-521. <http://doi.org/10.1002/ajp.20804>.
- Hind EJ. 2014. A review of the past, the present, and the future of fishers' knowledge research: a challenge to established fisheries science. *ICES Journal of Marine Science* 72: 341-358. <http://doi.org/10.1093/icesjms/fsu169>.
- Hopkins HC, Hopkins MJG. 1982. Predation by a snake of a flower-visiting bat at *Parkia nitida* (Leguminosae: Mimosoideae). *Brittonia* 34(2): 225-227. <http://doi.org/10.2307/2806382>.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2015. Pesquisa nacional de saúde: 2013: acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento – Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 100p.
- Lemos HM, Silva CAO, Patiu FM, Gonçalves PR. 2015. Barn Owl pellets (Aves: *Tyto furcata*) reveal a higher mammalian richness in the Restinga de Jurubatiba National Park, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 15(2): e20140121. <http://doi.org/10.1590/1676-06032015012114>.
- Lesiński G, Ignaczak M, Manias J. 2009. Opportunistic predation on bats by the tawny owl *Strix aluco*. *Animal Biology* 59(3): 283-288. <http://doi.org/10.1163/157075609X454917>.
- Lima PC, Castro, JO. 1994. Ocorrência e reprodução de *Aegolius harrisi* na Bahia. Pp. 136. In Resumos do IV Congresso Brasileiro de Ornitologia: 28 de novembro a 3 de dezembro de 1994. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- Lima SL, O'Keefe JM. 2013. Do predators influence the behaviour of bats? *Biological Reviews* 88(3): 626-644. <http://doi.org/10.1111/brv.12021>.
- Loss SR, Will T, Marra PP. 2013. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nature Communications* 4(1): 1396. <http://doi.org/10.1038/ncomms2380>.
- Lyra-Neves RM, Oliveira MA, Telino-Júnior WR, Santos EM. 2007. Comportamentos interespecíficos entre *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(3): 709-716. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300022>.
- Ma, J, Levin, SA. 2006. The evolution of resource adaptation: how generalist and specialist consumers evolve. *Bulletin of Mathematical Biology* 68(5): 1111-1123. <http://doi.org/10.1007/s11538-006-9096-6>.
- Mallet-Rodrigues F. 2010. Técnicas para amostragem da dieta e procedimentos para estudos do forrageamento de aves. Pp. 459-470. In Matter SV, Straube FC, Accordi I, Piacentini V, Cândido-Jr JF (Eds.), *Ornitologia e Conservação – Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Technical Books, Rio de Janeiro.
- Manville RH. 1963. Accidental mortality in bats. *Mammalia* 27: 361-366. <http://doi.org/10.1515/mamm.1963.27.3.361>.
- Martins M, Oliveira ME. 1998. Natural History of snakes in forests in the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6(2): 78-150. <http://eco.ib.usp.br/labvert/Martins&Oliveira-HNH-1999.pdf>.
- Medina FM, Bonnaud E, Vidal E, Tershy BR, Zavaleta ES, Josh Donlan C, Keitt BS, Le Corre M, Horwath SV, Nogaes M. 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology* 17(11): 3503-3510. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02464.x>.
- Mesquita PCMD, Borges-Nojosa DM, Monteiro FAC. 2010. *Philodryas nattereri* (Paraguay Green Racer). Diet. *Herpetological Review* 41(1): 96. <https://ssarherps.org/herpetological-review-pdfs>.
- Mikula P. 2015. Fish and amphibians as bat predators. *European Journal of Ecology* 1(1): 71-80. <http://doi.org/10.1515/eje-2015-0010>.
- Mikula P, Morelli F, Lučan RK, Jones DN, Tryjanowski P. 2016. Bats as prey of diurnal birds: a global perspective. *Mammal Review* 46: 160-174. <http://doi.org/10.1111/mam.12060>.
- Motta-Júnior JC. 2006. Relações tróficas entre cinco Strigiformes simpátricas na região central do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14(4): 359-377. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/issue/view/30.
- Motta-Junior JC, Alho CJR. 2000. Ecologia Alimentar de *Athene cunicularia* e *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) nas Estações Ecológica de Jataí e Experimental de Luiz Antônio. Pp. 303-315. In Santos JE, Pires JSP (Eds.), *Estação Ecológica Jataí*. Rima, São Carlos.
- Motta JC, Taddei VA. 1992. Bats as prey of Stygian Owls in southeastern Brazil. *Journal of Raptor Research* 26(4): 259-260. www.raptorresearchfoundation.org/publications/journal-of-raptor-research/back-issues.
- Nyffeler M, Knörnschild M. 2013. Bat predation by spiders. *PLoS ONE* 8(3): e58120. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0058120>.
- Noronha JC, Battirola LD, Chagas Júnior A, Miranda RM, Carpanedo RS, Rodrigues DJ. 2015. Predation of bat (*Molossus molossus* Molossidae) by the centipede *Scolopendra viridicornis* (Scolopendridae) in Southern Amazonia. *Acta Amazonica* 45(3): 2015: 333-336. <http://doi.org/10.1590/1809-4392201404083>.
- Nogueira MR, Monteiro LR, Peracchi AL. 2006. New evidence of bat predation by the woolly false vampire bat *Chrotopterus auritus*. *Chiroptera Neotropica* 12: 286-288. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/118>.
- Oprea MTB, Vieira VT, Pimenta P, Mendes D, Brito AD, Ditchfield LV, De Knecht EC, Esbérard CEL. 2006. Bat predation by *Phyllostomus hastatus*. *Chiroptera Neotropica* 12(1): 255-258. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/228>.
- Ortiz F. 2013. O mito das cavernas brasileiras. *Jornal O Eco*. Disponível em: www.oeco.org.br/reportagens/26853-o-mito-das-cavernas-brasileiras. Acessado em: 24/12/2016.
- Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siciliano S, Kierulff MCLM, Mendes SRL, Tavares VRC, Mittermeier RA, Patton JL. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Conservation International do Brasil*, Belo Horizonte.
- Patrício-Costa P, Pie MR, Passos FC. 2010. Ataques oportunistas da cuíca *Philander frenatus* (Mammalia, Didelphidae) a morcegos em redes de neblina. *Chiroptera Neotropica* 16(1), Supl.: 40-41.
- Peracchi AL, Albuquerque AT. 1976. Sobre os hábitos alimentares de *Chrotopterus auritus australis* Thomas, 1905 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Biologia* 36(1): 179-184.
- Pizzatto L, Marques OAV, Facure K. 2009. Food habits of Brazilian boid snakes: overview and new data, with special reference to *Corallus hortulanus*. *Amphibia-Reptilia* 30(4): 533-544. <http://doi.org/10.1163/156853809789647121>.
- Prudente ALC, Moura-Leite JC, Morato SAA. 1998. Alimentação das espécies de *Siphophis fitzinger* (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Pseudoboini). *Revista Brasileira de Zoologia* 15(2): 375-383. <http://doi.org/10.1590/S0101-81751998000200010>.
- Reis NR, Peracchi AL, Batista CB, Lima IP, Pereira AD. 2017. História Natural dos morcegos Brasileiros Chave de identificação de espécies. Technical Books Editora. Rio de Janeiro.
- Rocha R. 2015. Look what the cat dragged in *Felis silvestris catus* as predators of insular bats and instance of predation on the endangered *Pipistrellus maderensis*. *Barbastella* 8(1): 1-4. http://secemu.org/wp-content/uploads/2016/12/Rocha_2015.pdf.
- Rocha-Mendes F., Bianconi GV. 2009. Opportunistic predatory behaviour of margay, *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821), in Brazil. *Mammalia* 73: 151-152. <https://www.degruyter.com/view/j/mamm.2009.73.issue-2/mamm.2009.017/mamm.2009.017.xml?format=INT>.
- Rocha R, López-Baucells A. 2014. Opportunistic predation by Crested owl *Lophotrix cristata* upon Seba's Short-tailed Bat *Carollia*



- perspicillata*. Revista Brasileira de Ornitologia 22(1): 35-37. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/article/viewFile/5605/pdf_874.
- Roda AS. 2006. Dieta de *Tyto alba* na Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia 14(4): 449-452. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/issue/view/30.
- Rodríguez-Durán A, Pérez J, Montalbán MA, Sandoval JM. 2010. Predation by free-roaming cats on an insular population of bats. Acta Chiropterologica 12(2): 359-362. <http://doi.org/10.3161/150811010X537945>.
- Rodrigues FHG, Reis ML, Braz VS. 2004. Food habits of the frog-eating bat, *Trachops cirrhosus*, in Atlantic Forest of Northeastern Brazil. Chiroptera Neotropical, 10(1-2): 180-182. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/246/194>.
- Rosenzweig ML. 1966. Community structure in sympatric Carnivora. Journal of Mammalogy 47(4): 602-612. <http://doi.org/10.2307/1377891>.
- Rufino N, Bernardi JAR. 1999. *Pseustes sulphureus sulphureus* (Papa-Ovo). Diet. Herpetological Review 30(2): 103. <https://ssarherps.org/herpetological-review-pdfs>.
- Sazima I, Strüssmann C. 1990. Necrofagia em serpentes brasileiras: exemplos e previsões. Revista Brasileira de Biologia 50(2): 463-468.
- Schoener TW. 1971. Theory of feeding strategies. Annual review of ecology and systematics 369-404. <http://doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002101>.
- Scrimgeour J, Beath A, Swanney M. 2012. Cat predation of short-tailed bats (*Mystacina tuberculata rhyocobia*) in Rangataua Forest, Mount Ruapehu, Central North Island, New Zealand. New Zealand Journal of Zoology 39(3): 257-260. <http://doi.org/10.1080/03014223.2011.649770>.
- Simmons NB. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529. In Wilson DE, Reeder DM (Eds.), Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference. Third Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Souza DP. 2009. Dieta de *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) em Áreas Urbana e Rural de Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Animal), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.
- Speakman JR. 1991. The impact of predation by birds on bat populations in the British Isles. Mammal Review 21(3): 123-142. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1991.tb00114.x>.
- Srbek-Araujo AC, Nogueira MR, Lima IP, Peracchi AL. 2012. Predation by the centipede *Scolopendra viridicornis* on roof-roosting bats in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. Chiroptera Neotropical 18(2): 1128-1131. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/159>.
- Tonelli, DF. 2014. Entre a pesquisa científica e a inovação tecnológica: o desafio da transformação de conhecimento em desenvolvimento. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, Brasil.
- Trajano E. 2012. Protecting caves for bats or bats for caves? Chiroptera Neotropical 1(2): 19-21. www.chiropteraneotropical.net/index.php/cn/article/view/1.
- Valdujo PH, Nogueira C, Martins M. 2002. Ecology of *Bothrops neuwiedi pauloensis* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) in the Brazilian Cerrado. Journal of Herpetology 36(2): 169-176. <http://doi.org/10.2307/1565988>.
- Witt AA, Fabián ME. 2010. Hábitos alimentares e uso de abrigos por *Chrotopterus auritus* (Chiroptera, Phyllostomidae). Mastozoología Neotropical, 17(2): 353-360. www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832010000200009.
- Whittaker A. 1996. Notes on feeding behaviour, diet and anting of some cotingas. Bulletin of The British Ornithologists' Club 116: 58-62. <http://biostor.org/reference/112057>.
- Woods M, McDonald RA, Harris S. 2003. Predation of wildlife by domestic cats *Felis catus* in Great Britain. Mammal Review 33(2): 174-188. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00017.x>.
- Zilio F. 2006. Dieta de *Falco sparverius* (Aves: Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia 14(4): 379-392. www4.museu-goeldi.br/revistabrornito/revista/index.php/BJO/issue/view/30.

Submetido em 11/janeiro/2017

Aceito em 01/maio/2017



Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na praça: percepção popular e educação ambiental em vias públicas

Priscilla Maria Peixoto Patricio^{1,*}; Elizabete Captivo Lourenço² & Kátia Maria Famadas¹

¹ Laboratório de Artrópodes Parasitas, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

² Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

* Autor para correspondência: priscilla-patricio@hotmail.com

Resumo: Investigações da percepção popular sobre os morcegos confirmam a relação de preconceito e desconhecimento da história desses animais. Por este motivo foram realizadas ações para formação de recursos humanos para lidar com coleta de informações e educação ambiental individual, e um evento educativo público tendo como tema morcegos. Simultaneamente, uma pesquisa investigativa foi conduzida com objetivo de gerar conhecimento sobre a percepção da população local a respeito dos morcegos. O público alvo foram os transeuntes da Praça Barão de Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. A coleta dos dados foi realizada através de entrevista. Como parte dos atos de educação ambiental realizados, ocorreu o evento “Dia do Morcego”, que constou de brincadeiras lúdicas, *banners* e *folders* informativos sobre morcegos. A população amostral foi dividida em Classes (I e II), seguindo a mediana das idades (= 25 anos). Foram realizadas 118 entrevistas. O nível de escolaridade variou do 1º ano do ensino fundamental à Pós-Graduação. Poucos transeuntes relacionaram morcegos a mitos. O conhecimento empírico relacionado à biologia dos morcegos se mostrou em geral condizente com o conhecimento científico. Questões relacionadas à saúde pública, como a raiva, correto manejo e procedimentos em caso de mordidas não foram conhecidas, pela grande maioria, gerando preocupação. Os transeuntes da Praça Barão do Tinguá, talvez pela proximidade de áreas protegidas e naturais e de uma ONG ambientalista tem consciência do papel que os morcegos desempenham na natureza e estão abertos a aquisição de novos conhecimentos.

Palavras-Chave: Conhecimento popular; Etnozootologia; Divulgação científica; Rio de Janeiro.

Abstract: Bats (Mammalia: Chiroptera) on the square: popular perception and environmental education for public roads. Investigations of the popular perception about bats confirm the relation of prejudice and ignorance of the history of these animals. For this reason, actions were taken to train human resources to deal with information collection and individual environmental education, and a public educational event with bats as the theme. Simultaneously, an investigative a research was conducted with the objective of generating knowledge about the perception of the local population regarding bats. The target audience were passersby from Barão the Tinguá Square, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, the data was collected through an interview. As part of the environmental education acts carried out, the event “Day of the Bat” consisted of playful games, banners and informative folders about bats. The sample population was divided into Classes (I and II), following the median age (= 25 years). A total of 118 interviews were conducted. The level of schooling ranged from the first year of elementary school to post-graduation. Few passers-by linked bats to myths. The empirical knowledge related to the biology of the bats was generally in agreement with the scientific knowledge. Issues related to public health, such as anger, proper management and procedures in the event of bites were not known, for the most part, causing concern. Passers of Barão do Tinguá Square, perhaps because of the proximity of protected and natural areas and an environmental NGO, are aware of the role that bats play in nature and are open to the acquisition of new knowledge.

Key-Words: Popular knowledge; Ethnozootology; Scientific divulgation; Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Morcegos representam cerca de 20% de todos os mamíferos sendo os únicos com real capacidade de voo. Embora muitas das vezes sejam considerados desprezíveis, os morcegos são muito importantes para o

Patricio, P.M.P. et al.: Percepção popular sobre morcegos

ambiente, haja vista seu papel na dispersão de sementes e recuperação de áreas degradadas, polinização e na redução das populações de insetos (Kunz *et al.*, 2011).

O crescimento da economia, a contínua expansão urbana e agrícola, propiciou a aproximação dos morcegos com as populações humanas (Rodríguez-Aguilar *et al.*,



2016). Os ambientes naturais, antes habitat dos morcegos, foram sendo reduzidos e modificados de tal forma que algumas espécies foram forçadas a procurar outros locais para suprirem suas necessidades básicas, e outras, mais vulneráveis, tiveram suas populações reduzidas (Fenton *et al.*, 1992; Fenton, 1997; Pacheco *et al.*, 2010).

No entanto, o processo de urbanização das cidades trouxe vantagens à instalação de algumas espécies de morcegos nesses ambientes. Espécies vegetais utilizadas na arborização e a iluminação pública que propicia a concentração de insetos são exemplos de fonte de alimentos aos morcegos herbívoros e insetívoros, respectivamente (Kunz, 1982); construções abandonadas, sótãos, porões, forros de telhados, bueiros, pontes e fossos de elevadores oferecem a esses mamíferos condições ideais de abrigo (Altringham, 2011). No entanto, a proximidade dos morcegos à população humana tem causado incômodos e gerado muitas das vezes impactos negativos às próprias populações de morcegos, principalmente pela falta de esclarecimento dos humanos sobre o papel ecológico e sanitário desses mamíferos (Pacheco *et al.*, 2010).

As poucas investigações sobre a percepção da população humana, em geral, têm confirmado a relação entre o preconceito aos morcegos e o desconhecimento sobre sua história natural (Esbérard *et al.*, 1996; Marques *et al.*, 2004; Donato *et al.*, 2009). Essa falta de conhecimento pode ser prejudicial à conservação das espécies e ainda determinante nos casos de eliminação e maus tratos aos morcegos (Marques *et al.*, 2004).

A presença dos morcegos no ambiente urbano, por serem erroneamente associados às pragas urbanas, levam aos humanos ao pensamento e prática da eliminação dos mesmos. Vale destacar que esses animais silvestres são protegidos por lei (Lei Federal nº 5.197). No entanto, a ação ou ímpeto de eliminação pode incorrer no manuseio incorreto desses animais e exposição a fatores de risco à saúde humana (Tomaz *et al.*, 2007). Outro fato que levou a população à aversão aos morcegos é a possibilidade de transmissão de doenças para os seres humanos (zoonoses), destacando-se a Raiva (Correa *et al.*, 2013; Sabino-Santos *et al.*, 2015).

A importância dos morcegos em saúde humana merece destaque devido a maior incidência de casos de transmissão do vírus da raiva para humanos no Brasil e a constatação do aumento na detecção de casos em espécies silvestres (Wada *et al.*, 2011; Moutinho *et al.*, 2013; Moutinho *et al.*, 2015). Essa mudança no perfil epidemiológico da doença poderia ser explicada por vários fatores, como, a expansão das áreas urbanas, o desmatamento, a falta de planejamento da arborização urbana, entre outros fatores ambientais, ou mesmo o maior cuidado com os animais domésticos.

Nas grandes cidades brasileiras, a maioria dos morcegos encaminhados aos órgãos de saúde provém de espécies coloniais de refúgios em construções humanas (Pacheco *et al.*, 2010). Em geral, estes animais são encontrados e/ou capturados em áreas externas ou no interior das edificações, o que intensifica o risco de contato de morcegos infectados com o vírus rábico com

humanos e animais de estimação (Albuquerque *et al.*, 2012). Morcegos que estão infectados com o vírus da raiva tem comportamento anômalo e são constantemente encontrados fora do seu abrigo em horários que não o de costume (Pacheco *et al.*, 2010).

O fato de morcegos serem animais noturnos e de haver espécies que se alimentam de sangue, e ainda a associação desses com a raiva, pode ter sido o início da ojeriza das pessoas por esses animais, podem ter contribuído para a criação de lendas e mitos a respeito dos morcegos. Vale ressaltar que apenas três espécies de morcegos, das mais de 1.300, se alimentam de sangue (Fenton & Simmons, 2015).

Morcegos, na cultura popular, são considerados como objetos de repúdio e receio (Andrigueto & Cunha, 2004; Bruno & Kraemer, 2010; Marques *et al.*, 2011). A imagem dos morcegos é associada aos vampiros (Silva *et al.*, 2013), às bruxas e ao mau agouro. Há quem acredite que morcegos são ratos velhos transformados, ou que se enrolam no cabelo das pessoas, ou que são cegos (Oliveira & Silva, 2009). Isto se deve a muitos anos de desinformação e uma cultura errônea associada a uma história fantasiosa e repleta de crendices.

É importante levar a educação ambiental (EA) à população como um todo, e neste contexto, principalmente para informar sobre o papel dos morcegos para o ambiente, em termos de saúde e economia nas cidades (Pacheco *et al.*, 2010). Entre as ferramentas utilizadas em trabalhos de EA se enquadram os estudos de percepção ambiental, que norteiam a compreensão da relação homem-natureza, além de ser uma forma de fornecer informações que poderão contribuir nas ações de educação ambiental.

A utilização de ambientes não formais de ensino para o aprendizado sobre os morcegos, possibilita a abordagem do assunto de uma forma mais abrangente e lúdica, favorecendo a fixação do conhecimento (Vieira *et al.*, 2005); além disso, possibilita uma maior aproximação dos participantes com o material de estudo. O conhecimento da população sobre os morcegos, esclarecendo acerca dos efeitos benéficos e/ou maléficos que podem causar, é um facilitador para estabelecimento e aplicação de estratégias para a conservação, o correto manejo dos morcegos e o cuidado com a saúde pública.

A Reserva Biológica do Tinguá (REBIO-Tinguá) é uma região de alto interesse ambiental para a conservação de fauna, flora e dos recursos hídricos. O bairro Tinguá em sua área de amortecimento, assim como a REBIO-Tinguá, apresenta uma das maiores riquezas de morcegos registradas na mata atlântica, totalizando 34 espécies (Dias *et al.*, 2008; Lourenço *et al.*, 2014a).

A equipe de pesquisa do Laboratório de Artrópodos Parasitos (LAPar) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), durante trabalhos de pesquisa de campo com quirópteros, no Bairro Tinguá, Município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, através de conversas informais, atentou para o fato de que algumas pessoas da localidade, apesar da curiosidade, tinham falta de conhecimentos sobre morcegos. Frequentemente membros da equipe eram interpelados por transeuntes que



solicitavam esclarecimentos, faziam reclamações pela presença desses animais ou refúgios nas habitações. Tal fato motivou a elaboração de ações com abordagens meramente educacionais que enfocassem as questões sanitárias e de conservação que envolviam os morcegos e a população. Foram então realizadas ações para formação de recursos humanos para lidar com coleta de informações e educação ambiental individual, e um evento educativo público tendo como tema morcegos. Simultaneamente, uma pesquisa investigativa foi conduzida com objetivo de gerar conhecimento sobre a percepção da população local a respeito dos morcegos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Praça Barão de Tinguá, que se situa no bairro Tinguá (22°35'28.13"S; 43°24'53.94"O), Município de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro. O bairro Tinguá está incluído na Unidade Regional de Governo (URG) Tinguá juntamente com os bairros Montevideo, Adrianópolis, Rio d'Ouro e Jaceruba. A Reserva Biológica do Tinguá (REBIO-Tinguá) e as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Jaceruba, Rio d'Ouro e Tinguá. No bairro Tinguá está a sede administrativa da REBIO-Tinguá.

O bairro Tinguá é considerado um polo turístico, além de domicílios permanentes e periódicos, apresenta sítios, áreas naturais com presença de cachoeiras, sendo o fluxo de visitantes maior principalmente nos finais de semanas do verão (Martins, 2011). Tinguá apresenta população de 1.778 habitantes, sendo na sua maioria entre 15 e 64 anos de idade (62,4%) (IBGE, 2010).

Pesquisa investigativa

O público alvo, consistiu de transeuntes da Praça Barão de Tinguá e a amostragem foi por conveniência, ou seja, não houve seleção de grupo etário, social ou de gênero para abordagem. Na Praça os locais de maior movimentação e disponibilidade de transeuntes foram estratégicos para a abordagem.

Foi elaborada previamente uma entrevista piloto, constando de questões objetivas de múltipla escolha baseadas em literatura existente (Paiva, 2010; Silva *et al.*, 2013; Ranucci *et al.*, 2015), que foi aplicada para averiguar a funcionalidade na obtenção de dados para análise e servir de base para elaboração de materiais educativos de divulgação, como *folder* e *banners* (Patricio *et al.*, 2015). Visto a não adequação do modelo das perguntas utilizadas na entrevista piloto, foi elaborada uma segunda etapa (Etapa II).

Na Etapa II, baseados nas principais dúvidas observadas nas entrevistas piloto (Etapa I), foi elaborada uma entrevista estruturada (Britto-Júnior & Feres-Júnior, 2011) com quatro tópicos principais: 1. O que é um morcego; 2. Onde e como vivem os morcegos; 3. Relação dos morcegos com a saúde pública; 4. Noções de preservação dos morcegos.

Patricio, P.M.P. *et al.*: Percepção popular sobre morcegos

As questões iniciais de cada tópico consistiram em respostas dicotômicas do tipo sim/não, para facilitar as análises quantitativas e outras perguntas secundárias subjetivas, das quais foram retiradas as análises qualitativas explicativas. Constavam ainda dados do entrevistado, como, idade, sexo, escolaridade e profissão.

Para facilitação da abordagem aos entrevistados a equipe trajou uniforme composto de camiseta identificada com o logotipo do projeto e nome do pesquisador (Patricio *et al.*, 2015). Alguns transeuntes, devido à curiosidade, se dirigiam aos entrevistadores e espontaneamente se candidatavam à entrevista.

Foi preconizado que na abordagem seria realizada apresentação do entrevistador, com identificação, posterior esclarecimento do tema, propósito da pesquisa e da obrigatoriedade de assinatura do termo de concordância para participação como voluntário.

Foram realizadas quatro campanhas em datas distintas, sendo 06 de agosto (quarta), 28 de setembro de 2014 (Domingo, Evento Dia do Morcego), 16 e 17 de abril de 2016 (aulas práticas do minicurso). Todas com a participação de até 15 entrevistadores.

Ações simultâneas de formação de recursos humanos e educação ambiental

Realização do minicurso "MORCEGOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONHECER PARA PRESERVAR", com carga horária de 20 horas, sendo oito teóricas e 12 práticas, cujo conteúdo versou sobre conhecimentos básicos sobre educação ambiental e comportamento na coleta de dados em pesquisas socioeducativas. O curso foi oferecido para discentes de graduação, principalmente, em Ciências Biológicas. Como forma de avaliação, os alunos participaram de duas campanhas com atividades práticas de entrevista a transeuntes.

Elaboração no *Facebook* do perfil "Projeto Morcego na Praça" (06 de janeiro de 2014), para exposição das atividades do grupo de pesquisa, divulgação de informações técnicas e científicas de outros grupos, servir como fonte de conhecimento e orientação para a população em casos de dúvidas sobre morcegos e atuar como referência e facilitador à aproximação da equipe com o público alvo da investigação.

Evento educativo público

Foi organizado um evento público na Praça Barão de Tinguá, com fins educativos, já conhecido e comemorado em muitas partes do planeta como "Dia do Morcego". O público alvo foi a população em geral, mas com atrações principalmente direcionada às crianças.

Foram organizados pequenos balcões com atrações e cartazes educativos confeccionados pela equipe. Simulações do método de captura dos morcegos com exposição de redes de neblina e exposição de morcegos taxidermizados constaram das atividades. Foram elaboradas fichas catalográficas de espécies de morcegos que ocorrem



na região, contendo foto colorida e informações como nome científico, distribuição e hábito alimentar (Lourenço *et al.*, 2014a) para compor a exposição. Também foram realizadas brincadeiras e atividades interativas lúdicas para crianças, como o uso de pintura, quebra-cabeça, confecção de máscaras e de balões de gás em formato de morcego. Concomitante ao evento, entrevistas foram executadas, posteriormente realizado esclarecimento às principais dúvidas sobre os temas abordados e doação de panfletos educativos sobre morcegos e a raiva.

Análise estatística

Os dados foram analisados através de métodos descritivos qualitativos, e quantitativos (Kirschbaum, 2013). As respostas referentes às perguntas abertas (Günther & Lopes Jr, 1990) foram categorizadas para seu computo baseada na frequência com que se repetiam, e um entrevistado pode ter sido incluído em mais de uma categoria.

Visando uma análise comparativa baseada na faixa etária, a amostra foi dividida em duas classes. No entanto, devido a não homogeneidade das faixas etárias, já esperada nas amostras por conveniência, para divisão das classes foi utilizada a mediana da idade (25 anos) em detrimento da média. Na Classe I (CI) com 56 indivíduos, a idade variou de 6 a 25 anos e Classe II (CII) com 62 indivíduos, de 26 a 91 anos. Para a comparação das respostas entre as diferentes classes foi utilizado o teste do qui-quadrado de contingência (χ^2), no programa estatístico Past 3.0 Program (Hammer *et al.*, 2006).

A escolaridade foi considerada como tempo mínimo de estudo, em anos, não considerando as classes de educação infantil. Assim, uma pessoa com ensino médio completo possuía ao menos 12 anos de estudo, enquanto alguém no quarto ano do ensino médio possuía, ao menos, três anos de estudo.

RESULTADOS

Foram realizadas 118 entrevistas com indivíduos variando entre 6 e 91 anos de idade ($32,6 \pm 20,5$). O nível de escolaridade dos entrevistados variou do 1º ano do ensino fundamental até Pós-Graduação. O tempo mínimo de estudos foi de $8,7 \pm 3,5$ (1-16) anos. Cinco entrevistados não forneceram essa informação.

Em relação ao gênero dos entrevistados 39% e 61% eram do sexo feminino e masculino, respectivamente. Quando as questões foram comparadas entre as duas classes analisadas, em relação àquelas com alternativas sim ou não, houve diferenças apenas para as perguntas 1b; 2a; 2b; 3b e 4b ($p < 0,05$; $\chi^2 = 2,92$) (Tabela 1).

Dos participantes alocados na Classe I e II, ouviram falar de morcegos 95,08% e 92,98%, respectivamente. Nesta questão, a maioria associou morcego com raiva e sangue (13,64%) na Classe I e sangue (32,14%) na Classe II; ainda, houve relato em ambas as classes, I e II, de que os morcegos são vampiros (3,57%; 3,27%) e que se assemelham aos roedores (3,57%; 3,27%).

Das pessoas que assinalaram ter visto morcegos (CI = 85,25% e CII = 94,74%), mais da metade (CI = 51,06% e CII = 54,76%) citaram suas residências. A opção “na rua” foi marcada somente por membros da Classe II (16,67%).

No quesito que tratou sobre a compreensão da população acerca do local onde os morcegos moram, responderam positivamente 55,74% dos indivíduos da Classe I e 78,95% da Classe II, tendo 45,45% e 28,21%, respectivamente, relatado que esses animais moram nas árvores.

Dos participantes que disseram saber o que os morcegos comem, 62,3% da Classe I e 91,23% da Classe II, citaram como alimentos: as frutas (60,00%; 78,85%), sangue (25,71%; 15,38%) e insetos (11,43%; 3,85%) para ambos os grupos, respectivamente.

A raiva foi relatada pela maioria (80,00%, CI e 86,36%, CII) como doença transmitida por morcegos, sendo que apenas na Classe I alguns participantes (3,28%) não souberam responder se os morcegos transmitem doenças. A necessidade pela procura de um órgão de saúde em caso de mordedura foi citada por 43,9% e 80,49% nas Classes I e II, respectivamente, entre aqueles que *a priori* mencionaram raiva e a associação da mordida de morcegos com a transmissão de doenças.

Quando perguntado aos participantes se já haviam matado algum morcego, apenas 6,56% e 29,82% responderam que sim nas Classes I e II, respectivamente. Na CII houve relatos de que os morcegos foram mortos devido a brincadeiras na infância (5,18%). Em relação à importância dos morcegos, poucos não souberam responder nas duas classes, I (3,28%) e II (3,51%); e dos que responderam que morcegos eram importantes, a categoria de resposta mais frequente foi “dispersão de sementes pelas fezes” (CI = 61,54%; CII = 55,56%).

DISCUSSÃO

Este estudo representa um dos poucos que trabalhou a percepção da população em relação aos morcegos, focado numa amostra sem direcionamento às classes etárias específicas, de sexo, idade, grupo escolar, racial ou social (Esbérard *et al.*, 1996; Novaes *et al.*, 2008; Menezes-Júnior *et al.*, 2017). Apesar de utilizar entrevista estruturada, a existência de perguntas secundárias do tipo abertas deram oportunidade de obtenção de respostas com livre arbítrio dos entrevistados. Evidenciando a possibilidade de associação entre pesquisa científica e trabalho de educação à população. A maioria dos artigos que aborda esse tema é restrito a grupos fechados, principalmente a alunos do Ensino Fundamental e Médio (Scavroni, 2008; Donato *et al.*, 2009; Bruno & Kraemer, 2010; Silva-Filho *et al.*, 2010; Ranucci *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2013; Ranucci *et al.*, 2015; Oliveira & Boccardo, 2015) e baseada em respostas de múltipla escolha (Esbérard *et al.*, 1996; Novaes *et al.*, 2008).

A população de Tinguá foi considerada bem informada sobre a existência dos morcegos. No entanto o fato da residência dos entrevistados ter sido o local mais

**Tabela 1:** Percepção dos transeuntes da Praça Barão do Tinguá, Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro a respeito dos morcegos.

Perguntas Categorias para resposta afirmativa (%)*	Classe I (n = 61)			Classe II (n = 56)		
	Sim	Não	Não sei	Sim	Não	Não sei
<i>Análise da compreensão do que é um morcego:</i>						
Já ouviu falar de morcegos?	95,08	4,92	0	92,98	7,02	0
Raiva	13,64			3,57		
Mamífero	6,82			7,14		
Frutas	6,82			28,57		
Sangue	13,64			32,14		
Noturno	9,09			7,14		
Outros (Vampiros, cabeça para baixo, Batman, ratos)	50			21,43		
Já viu um morcego?	85,25	14,75	0	94,74	5,26	0
Casa	51,06			54,76		
Rua	0			16,67		
Praça	10,64			2,38		
Árvore	14,89			11,90		
Outros (Voando, Escola, Internet, lugares escuros)	12,77			14,29		
<i>Compreensão sobre onde e como vivem os morcegos:</i>						
Você sabe onde os morcegos moram?	55,74	44,26	0	78,95	21,05	0
Árvore	45,45			28,21		
Escuro	3,03			23,08		
Caverna	30,3			20,51		
Construções abandonadas	3,03			17,95		
Outros (Tocas, Pedreiras, de cabeça para baixo)	18,18			10,26		
Você sabe o que eles comem?	62,3	37,7	0	91,23	8,77	0
Frutas	60			78,85		
Sangue	25,71			15,38		
Insetos	11,43			3,85		
Outros (Sementes e animais)	2,86			1,92		
<i>Relação dos morcegos com saúde:</i>						
Os morcegos atacam seres humanos?	47,54	49,18	0	33,33	64,91	1,74
Ameaçados	50			70,59		
Procura por sangue	35			23,53		
Outros (Difícilmente, Carnívoro, animais com raiva)	15			5,88		
Eles podem causar doenças?	78,69	18,03	3,28	15,79	84,21	0
Raiva	80			86,36		
Outros (Alergia, Tétano)	20			13,64		
Caso você seja mordido por um morcego, o que faria?	50	0	50	90,25	0	9,76
Ir ao médico	43,9			80,49		
Lavar	6,1			9,76		
<i>Noções de preservação sobre morcegos:</i>						
Você já viu morcegos em sua casa?	47,54	52,46	0	59,65	40,35	0
Árvores	25			40,00		
Casa	25			20,00		
Outros (Voando, forros, quintal)	50			40,00		
Você já matou algum morcego?	6,55	86,89	0	29,82	77,18	0
Alguém da sua família já matou um morcego?	0	0	0	0	0	0
Você acha que os morcegos são importantes para o planeta?	22,95	73,77	3,28	14,04	82,45	3,51
Dispersão	61,54			55,56		
Cadeia alimentar	7,69			18,52		
Outros (Todos animais são importantes, comem insetos)	30,77			25,93		
Caso um morcego seja encontrado dentro de sua casa, o que você faria?	57,38	39,34	3,28	70,18	28,07	1,75
Expulsaria	42,37			60,98		
Mataria	22,03			21,95		
Nada	13,56			7,32		
Outros (Deixaria lá, chamaria alguém, abriria a casa)	35,59			9,76		

* O somatório dos valores das categorias não representam o percentual total (100%) da resposta afirmativa (sim), pois um mesmo entrevistado pode ter sido computado em mais de uma categoria, com exceção da pergunta **“Caso você seja mordido por um morcego, o que faria?”** Obs.: As Classes I e II compreendem participantes nas faixas etárias de 6 a 25 e 26 a 91 anos de idade, respectivamente. n, número de participantes nas classes.



citado onde os morcegos foram vistos, pode ser considerado algo inusitado haja vista que a região do Tinguá é circundada por várias áreas naturais, inclusive de proteção ambiental. A urbanização nas áreas de amortecimento de reservas biológicas ou nas proximidades às áreas naturais preservadas tem levado a aproximação dos morcegos com humanos e isso tem sido justificado pela variedade de alimentação, como árvores frutíferas e pequenos insetos devidos à iluminação pública (Kunz, 1982), como também vastos e propícios refúgios artificiais, como edificações abandonadas, telhados e manilhas (Biavatti *et al.*, 2015).

O conhecimento empírico dos entrevistados, relacionado aos vários aspectos da biologia dos morcegos, embora tendencioso, se mostrou em geral condizente com o conhecimento científico, principalmente no que concerne à alimentação e abrigo dos morcegos. A idade avançada (CII = 26-91 anos) pode ser um fator importante no maior número de participantes detentores de conhecimento, mesmo que empírico, sobre morcegos, tal fato pode estar relacionado ao maior tempo e por conseguinte aumento da possibilidade de um encontro com os morcegos, em algum momento de suas vidas, e para tanto, propagação de mitos e lendas para gerações mais novas (Machado *et al.*, 2006).

Nas questões relacionadas aos tópicos de saúde foi verificado um conhecimento prévio sobre doenças transmitidas por morcegos, sendo a raiva e mordedura, a zoonose e principal via de transmissão mais citadas, respectivamente. Tal resultado já foi encontrado por outros autores (Novaes *et al.*, 2008; Ranucci *et al.*, 2015) e a constatação do conhecimento da população nesse quesito se deve às fortes campanhas realizadas pelos órgãos do governo, mídias sociais e/ou através da escola (Ranucci *et al.*, 2015). No entanto, Novaes e colaboradores (2008), ressaltaram que a população desconhece outras doenças que os morcegos podem transmitir, como por exemplo, as hantavírus (de Araújo *et al.*, 2012).

Apesar da maioria dos participantes terem conhecimento sobre como proceder mediante acidentes com mordedura de morcegos, o desconhecimento, mesmo que por parte de uma minoria, nesse caso, é fator preocupante devido às questões de saúde pública. Destaca-se, que o procedimento correto em caso de mordedura por um morcego foi passado para todos os entrevistados. O vírus da Raiva é transmitido através da saliva dos animais infectados, sendo necessário a procura imediata a um posto de saúde para que seja iniciado o protocolo de sorovacinação (Costa *et al.*, 1999).

Vale ressaltar que após a entrevista, quando necessário, foi utilizado o folder para prestar esclarecimentos ao entrevistado de como proceder em caso de encontro com um morcego morto ou vivo, ou da entrada de morcego na residência.

A maioria dos participantes tem conhecimento da importância dos morcegos para o ambiente, e utilizando palavras mais simples, reconheceram inclusive seu papel como dispersores de sementes. A noção dos participantes sobre dispersão de sementes pelos morcegos parece ser surpreendente já que Novaes e colaboradores (2008)

apesar de terem verificado que a maioria dos frequentadores do Parque Natural Municipal da Prainha afirmavam ter conhecimento da importância dos morcegos para o meio ambiente, em contraposição desconhecia que esses participavam na dispersão de sementes e no controle populacional de insetos. Ainda, Ribeiro & Magalhães-Júnior (2015) destacam que poucas são as pessoas que conhecem a real importância dos morcegos no meio urbano. A explicação para o elevado conhecimento dos transeuntes sobre a importância dos morcegos, talvez resida no fato da existência de uma organização não governamental (ONG), que realiza trabalho de educação ambiental.

O fato de alguns poucos participantes já terem matado morcegos sugere a proximidade desses animais silvestres com os humanos, mostra a falta de conhecimento para o crime ambiental (Lei Federal 9.605/98) cometido, e vulgarização e menosprezo por esses animais (Marques *et al.*, 2011). A frequência de ocorrência mais elevada de pessoas que mataram os animais na classe dos indivíduos acima de 25 anos, pode estar relacionada ao incômodo e/ou sujeira que os morcegos provocavam e pelo medo da transmissão de doenças, mas essas são só hipóteses que devem ser averiguadas. Alguns transeuntes de idade mais avançada relataram que na infância era comum, como forma de brincadeira, a utilização de bambus ou cordas como meio de desorientar os morcegos, que conseqüentemente morriam (Barreiro & Ortêncio-Filho, 2016). Embora não computado, a grande maioria dos que relataram ter matado se diziam arrependido e incriminava a falta de conhecimento como o principal motivo.

Embora não tenha sido objetivo da pesquisa calcular o impacto das ações educativas sobre morcegos, implementadas de forma indireta, o trabalho individualizado realizado pela equipe mostrou ser um bom método para estimular a população na busca conhecimento sobre o tema e em contrapartida, proporcionou à pesquisa a obtenção de novos entrevistados. As crianças entrevistadas, em especial, relatavam com frequência ter sensibilizado seus pais e/ou colegas a não maltratarem os morcegos.

Outro facilitador de aproximação da equipe com a comunidade do bairro Tinguá foi a criação do perfil no *Facebook* do Projeto Morcego na Praça, que se mostrou bastante efetivo para a sensibilização e divulgação, principalmente entre os jovens da comunidade, seus principais usuários. Deve ser destacado a participação de técnicos, profissionais, cientistas e, ainda, amadores que se dedicam aos morcegos como fornecedores de conhecimento, com postagem de artigos, notas ou curiosidades no perfil. O que nos fez constatar, como usuários, a eficácia da rede de conhecimento através meios eletrônicos.

Do ponto de vista do trabalho científico realizado pela equipe na região, o perfil criado no *Facebook* foi um facilitador para levar resultados de estudos (Lourenço *et al.*, 2014a; b) à população, que muitas das vezes ficam restritos a comunidade científica. Vale ressaltar que o *Facebook* tem sido amplamente utilizado como ferramenta de ensino, segundo Alencar & Ribeiro (2016), ele traz benefícios para facilitar o aprendizado.



Em relação à transmissão de conhecimento sobre os morcegos no momento da entrevista, é sabido que a educação em ambientes não formais promove a diversidade de saberes às pessoas com diferentes níveis socioeconômicos, escolares e idades (Vieira *et al.*, 2005, Guimarães & Vaconcellos, 2006); além de ser mais atrativa, proporciona experiências que dificilmente seriam obtidas com o ensino formal. Nesse contexto deve ser destacado o evento realizado na Praça do Tinguá que repercutiu de forma positiva sobre a comunidade.

Os transeuntes da Praça Barão do Tinguá, talvez pela proximidade de áreas protegidas e naturais e da presença de uma ONG ambientalista tem consciência do papel que os morcegos desempenham na natureza e estão abertos a aquisição de novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa concedida; Proext/UFRRJ pela impressão do material didático; a Luiza Prado, Kleiton Ivanchuk, Clara S. Varela; Kelly Freitas e Amanda Vianna pelo auxílio no trabalho de campo. ECL agradece a bolsa de Pós-Doutorado Programa de Apoio ao Pós-Doutorado do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ/CAPES).

REFERÊNCIAS

- Albuquerque P, da Silva LAM, da Cunha MC, da Silva CJ, Machado JLM, de Lima MDL M. 2012. Vigilância epidemiológica da raiva em morcegos no Município de Moreno, Pernambuco, Brasil. *Revista Biociências* 18(2): 5-13. <http://revistas.unitaui.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/1578/1107>.
- Alencar YA, Ribeiro EF. 2016. Possibilidades educativas no Facebook: análise sobre as práticas de sociabilidade no grupo MOBJOR. *Temática* 12(12): 153-166. <http://periodicos.ufpb.br/index.php/tematica/article/view/32065/16615>.
- Altringham JD. 2011. Roosting and feeding ecology. In *Bats: from Evolution to Conservation*. Oxford University Press, New York.
- Andriguetto AC, Cunha AMO. 2004. O papel do ensino na desconstrução de mitos e credências sobre morcegos. *Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental* 12: 123-134. <https://www.bdpa.cnpqia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1045499&biblioteca=vazio>.
- Barreiro MJ, Ortêncio Filho H. 2016. Analysis in the textbooks on "bats". *Ciência & Educação (Bauru)* 22(3):671-688. <http://doi.org/10.1590/1516-731320160030008>.
- Biaivatti T Costa LM, Esbérard CEL. 2015. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em refúgios diurnos artificiais na região sudeste do Brasil. *Mastozoológica Neotropical* 22(2): 239-253. www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2015/12/SAREM_MastNeotrop_22-2_03_Biaivatti.pdf.
- Britto Júnior AF, Feres Júnior N. 2011. A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos. *Evidência* 7(7): 237-250. www.uniaraxa.edu.br/ojs/index.php/evidencia/article/view/200.
- Bruno M, Kraemer BM. 2010. Percepções de estudantes da 6ª série (7º ano) do "Ensino Fundamental" em uma Escola Pública de Belo Horizonte, MG sobre os Morcegos: Uma Abordagem Etnozoológica. *Revista Científica do Departamento de Ciências Biológicas Ambientais e da Saúde* 3(2): 45-50. www.unibh.br/revistas/escientia.
- Corrêa MMO, Lazar A, Dias D, Bonvicino CR. 2013. Quirópteros Hospedeiros de Zoonoses no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoológica* 67: 23-38. https://www.researchgate.net/publication/263470276_Quirópteros_Hospedeiros_de_Zoonoses_no_Brasil.
- Costa WA, Ávila CA, Valentine EJG, Reichmann MLAB, Cunha RS, Guidolin R, Panachão RI, Omoto T, Bolzan VL. 1999. Profilaxia da Raiva Humana. Instituto Pasteur.
- de Araújo J, Thomazelli LM, Henriques DA, Lautenschlager D, Ometto T, Dutra LM, Aires CC, Favorito S, Durigon EL, BMC. 2012. Detection of hantavirus in bats from remaining rain forest in São Paulo, Brazil. *Research Notes*, 5(690): 1-4. <http://doi.org/10.1186/1756-0500-5-690>.
- Dias D, Peracchi AL. 2008. Bats from Tinguá Biological Reserve, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Mammalia: Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 333-369. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752008000200023>.
- Donato CR, dos Santos M, Oliveira AGA, de Campos DR, Dantas MAT. 2009. Conscientização dos alunos da Escola Municipal Maria Ione Macedo Sobral (Laranjeiras, Sergipe) sobre os morcegos e sua importância ecológica. *Scientia Plena* 5(9): 1-4. <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/671/341>.
- Esbérard CEL, Chagas AS, Luz EM, Carneiro RA. 1996. Pesquisa com público sobre morcegos. *Chiroptera Neotropical* 2(1): 44-45. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/177>.
- Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK, Syme DM. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3): 440-446. <http://doi.org/10.2307/2388615>.
- Fenton MB. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy* 78(1): 1-14. <http://doi.org/10.2307/1382633>.
- Fenton MB. 2010. Convergences in the diversification of bats. *Current Zoology* 56(4): 454-468. www.actazool.org/temp/%7B44FED508-38DD-4BF7-958A-F412F8A310F2%7D.pdf.
- Fenton MB, Simmons NB. 2015. *Bats: A world of science and mystery*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Günther H, Lopes JJr. 1990. Perguntas abertas versus perguntas fechadas: Uma comparação empírica. *Psicologia: Teoria e Pesquisa* 6(2): 203-213. <https://revistaptp.unb.br/index.php/ptp/article/view/1399/393>.
- Guimarães M, Vasconcellos MDMN. 2006. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. *Educar* 27: 147-162. <http://revistas.ufpr.br/educar/article/view/6464>.
- Hammer O, Harper DAT, Rian P. 2006. *Paleontological statistics – PAST versão 1.92*. Disponível em: www.folk.uio.no/ohammer/past.
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro.
- Kirschbaum C. 2013. Decisões entre pesquisas quali e quanti sob a perspectiva de mecanismos causais. *Revista Brasileira de Ciências Sociais* 28(82): 179-193. www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v28n82/v28n82a11.
- Kunz TH, Torreze EB, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of sciences* 1223(1): 1-38. <https://pdfs.semanticscholar.org/4798/3c16f4152d584f3bc3604960408c1c29f08c.pdf>.
- Kunz TH. 1982. Roosting ecology of bats. *Ecology of bats*. Springer US, Nova Iorque. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-3421-7_1.
- Lourenço ECa, Gomes LAC, Pinheiro MC, Patrício PMP, Famadas KM. 2014. Composition of bat assemblages (Mammalia: Chiroptera) in tropical riparian forests. *Zoologia* 31(4): 361-369. <http://doi.org/10.1590/S1984-46702014000400007>.
- Lourenço ECB, Patrício PMP, Pinheiro MDC, Dias RM, Famadas KM. 2014. Streblidae (Diptera) on bats (Chiroptera) in an area of Atlantic Forest, state of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 23(2): 164-170. <http://doi.org/10.1590/S1984-296120140029>.
- Machado RFO, Garcia V, Fermin C, Amim V. 2006. O encontro da política nacional da educação ambiental com a política nacional do idoso. *Saúde e Sociedade* 15(3): 162-169. <http://doi.org/10.1590/S0104-12902006000300013>.
- Marques MA, Testa D, Maranhão GB, Ortêncio-Filho H. 2004. Sensibilização da População do Município de Cianorte – Paraná, acerca dos morcegos e a sua importância ecológica. In II Mostra Científica – IV Jornada de Ciências Biológicas de Cianorte, Universidade Paranaense, Paraná.
- Marques MA, Ortêncio Filho H, Júnior CAOM. 2011. Percepção de agricultores acerca da importância dos morcegos na manutenção da mata ciliar. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação*



- Ambiental 26(1): 113-124. <https://www.seer.furg.br/remea/article/view/3350>.
- Martins ALL. 2011. Lazer e área protegida: conflitos na busca de "emoções agradáveis". *Ambiente & Sociedade* 14(2): 51-67. <http://doi.org/10.1590/S1414-753X2011000200005>.
- Moutinho FFB, Rocha MRD, Borges FVB, Pereira AG, Serra CMB. 2013. Reclamações da comunidade à Seção de Controle de População Animal do Centro de Controle de Zoonoses de Niterói, RJ, Brasil, no período 2006-2010. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 20(1): 26-31. www.uff.br/rbcv/ojs/index.php/rbcv/article/download/124/pdf_1.
- Menezes-Junior LF, Silva JP, Neves AFDS, Alves S. 2017. Pesquisa de opinião sobre morcegos com moradores de Realengo, RJ. *Revista Científica Multidisciplinar das Faculdades São José* v. 9(1): 2-9. <http://inseer.ibict.br/cafsj/index.php/cafsj/article/view/172/147>.
- Moutinho FFB, do Nascimento ER, Paixão RL. 2015. Raiva no Estado do Rio de Janeiro, Brasil: análise das ações de vigilância e controle no âmbito municipal. *Revista Ciência & Saúde Coletiva* 20(2): 577-586. www.scielo.br/pdf/csc/v20n2/1413-8123-csc-20-02-0577.pdf.
- Novaes RLM, Menezes Jr LF, Duarte AC, Façanha AC. 2008. Pesquisa de opinião sobre morcegos com frequentadores do Parque da Prainha, Rio de Janeiro. *Educação Ambiental em Ação* 25: 1-4. www.revista.uea.org/artigo.php?idartigo=600&class=21.
- Oliveira JCT, da Silva LAM. 2009. O imaginário infantil e a sua percepção sobre morcegos. Pp. 17. In XVII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Oliveira IS, Boccardo L. 2015. Percepções sobre a biotransformação de morcegos: uma abordagem etnozoológica com estudantes em Jequié, Bahia, Brasil. *Revista Ouricuri* 5(1): 030-044. <https://revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/1266>.
- Pacheco SM, Sodré M, Gama AR, Bredt A, Cavallini EM, Marques RV, Guimarães MM, Bianconi G. 2010. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 629-647. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/53>.
- Paiva VMF. 2010. Educação Ambiental: Impacto na percepção e mudança de atitudes em relação aos morcegos. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências Departamento de Biologia Animal. Lisboa, Portugal.
- Patrício PMP, Lourenço EC, Prado L, Ivanchuk KH, Famadas KM. 2015. Percepção Popular Sobre Morcegos: Educação Ambiental Para Conservação E Saúde. *Caderno da Extensão* 1: 71-75.
- Ranucci L, Janke L, Aguiar ES, Ortêncio Filho H, Júnior CADOM. 2015. Concepção de Estudantes sobre a Importância dos Morcegos no Ambiente. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas* 15(1): 5-10. <http://doi.org/10.17921/2447-8938>.
- Ranucci L, Janke L, Aguiar ES, Ortêncio Filho H, Júnior CADOM. 2011. Percepção dos alunos do ensino médio de um colégio do município de Japurá, Paraná, sobre os morcegos e sua relação com o meio ambiente. *Chiroptera Neotropical* 17: 172-176.
- Ribeiro NCG, Júnior CADOM. 2015. Crianças e Adultos no Museu: Suas Concepções Sobre Morcegos. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas* 16(4): 263-268. <http://doi.org/10.17921/2447-8733.2015v16n4p263-268>.
- Sabino-Santos GJR, Maia FG, Vieira TM, de Lara Muiyler R, Lima SM, Gonçalves CB, Barroso PD, Melo MN, Jonsson CB, Goodin D, Salazar-Bravo J, Figueiredo LT. 2015. Evidence of Hantavirus Infection Among Bats in Brazil. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 93(2): 404-406. <http://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0032>.
- Silva SG, Manfrinato MHV, Anacleto TCDAS. 2013. Morcegos: Percepção dos alunos do ensino fundamental 3º e 4º ciclos e práticas de educação ambiental. *Ciências e Educação* 19(4): 859-877. <http://doi.org/10.1590/S1516-73132013000400006>.
- Silva Filho TP, da Silva LAM, da Silva RR, de Oliveira P A, de Oliveira JDCT, da Silva EMVG, da Cunha MTS. 2010. A influência do ensino e aprendizagem na formação de conceitos sobre morcegos entre alunos de 5ª e 6ª séries em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. *Chiroptera Neotropical* 16(1): 111-113. <http://revistas.bvs-vet.org.br/chiroptera/article/view/36081>.
- Simmons NB. 2005. Ordem Chiroptera. Pp. 312-529. In Wilson DE, Reeder D.M (Eds.), *Espécies de mamíferos do mundo: Uma referência taxonômica e geográfica*. John Hopkins University Press. Baltimore.
- Rodríguez-Aguilar G, Orozco-Lugo CL, Vleut I, Vazquez L. B. 2016. Influence of urbanization on the occurrence and activity of aerial insectivorous bats. *Urban Ecosystems* 1-12. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-016-0608-3>.
- Tomaz LA, Zortéa M, Souza AM, Jayme V S. 2007. Isolamento do vírus rábico no morcego *Carollia perspicillata* em Niquelândia, Goiás. *Chiroptera Neotropical* 13(1): 309-312. <https://chiroptera.unb.br/index.php/cn/article/view/233>.
- Vieira V, Bianconi ML, Dias M. 2005. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura* 57(4): 21-23. <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n4/a14v57n4.pdf>.
- Wada MY, Rocha SM, Maia-Elkhoury ANS. 2011. Situação da Raiva no Brasil, 2000 a 2009. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 20(4): 509-518. <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/ess/v20n4/v20n4a10.pdf>.

Submetido em 30/dezembro/2016

Aceito em 02/junho/2017



Report on *Desmodus rotundus* (Chiroptera, Phyllostomidae) feeding on *Sus scrofa* (Artiodactyla, Suidae) blood

Alan Deivid Pereira^{1,*}; Carolina Blefari Batista²; Denise Bender³; Nelio Roberto dos Reis² & Sergio Bazilio³

¹ Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina (UEL).

² Laboratório de Mastoecologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina (UEL).

³ Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Campus de União da Vitória.

* Autor para correspondência: alandeivid_bio@live.com

Abstract: Reports on the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) feeding on blood of *Sus scrofa* (wild boar), are rare and recent in the literature. The current paper presents a visual register (a photography) of this food behavior in the Biological Reserve of the Araucarias of Paraná, Brazil (25°16'50.70"S; 50°20'13.80"W). The current report is relevant for provide information on the feeding ecology of *D. rotundus* in the Brazilian Atlantic Rain Forest.

Key-Words: Camera-trap; Food; Brazil; Boar; Vampire bats.

Resumo: Registro de *Desmodus rotundus* (Chiroptera, Phyllostomidae) alimentando-se de sangue de *Sus scrofa* (Artiodactyla, Suidae). Registros sobre o morcego vampiro comum (*Desmodus rotundus*) alimentando-se de *Sus scrofa* (javali), são raros e recentes na literatura. Este trabalho investigou um registro visual (fotografia) deste comportamento alimentar na Reserva Biológica das Araucárias do Paraná, Brasil (REBIO) (25°16'50.70"S; 50°20'13.80"W). Este registro é relevante para obtenção de informações detalhadas sobre a ecologia alimentar de *D. rotundus* na Mata Atlântica brasileira.

Palavras-Chave: Armadilha-fotográfica; Alimento; Brasil; Javali; Morcegos vampiros.

Desmodus rotundus (E. Geoffroy, 1810), known as the common vampire bat, is a hematophagous species from the Neotropical region, distributed throughout all Central and South America plus Mexico (Peracchi *et al.*, 2011). Its diet mainly consists of blood from medium and large-sized native mammals (Sánchez-Cordero *et al.*, 2010; Sekiama *et al.*, 2013), such as capybara (*Hydrochoeris hydrochaeris*), llamas (*Lhama glama*), monkeys, and deers (Greenhall & Schmidt, 1988), the species was also photographed feeding on *Odocoileus virginianus* (wild-tailed deer) in a Mexican forest (Sánchez-Cordero *et al.*, 2010) even though such registers are very rare in the literature. Other common food sources include cattle, horses, pigs and fowl. They also eventually feed on human blood when other food is not available (Arroyo-Cabral & Ray, 1997; Voigt *et al.*, 2008; Mialhe, 2014; Bobrowiec *et al.*, 2015).

The characteristics that distinguish *D. rotundus* from other hematophagous bats are easily pinpointed. They include a long thumb provided with "cushions" on its surface, long and strong hind parts and a well-developed forearm, permitting the species to adopt a quadruple position, with a raised body on the prey (Figures 1B and C) (Sazima, 1978). This position is important for the bat to arrive discreetly on the prey, since the flight of *D. rotundus* makes a characteristic sound,

a loud swishing, that could alert and frighten the prey (Dalquest, 1995).

We report a visual register (photo) of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) feeding on a wild boar (*Sus scrofa*), a non-native species which has been introduced in Brazil and has become feral in many regions of the world (Deberdt & Scherer, 2007) (Figure 1). The photograph was obtained by a camera trap (25°16'50.70"S; 50°20'13.80"W), which remained connected from March 2014 to March 2015, installed on a trail close to a water body. The occurrence was registered in a strictly protected conservation unit – the Biological Reserve of the Araucarias of Paraná, Brazil, a 14,930 ha reserve of Mixed Ombrophile Forest (25°16'50.70"S; 50°20'13.80"W), mean altitude 840 m. The region's environmental matrix comprises ranches with pastures for breeding cattle, equine and swine ranches (personal observation). Local farmers frequently report wounds produced by the common vampire bat on these farm animals. Further, other medium and big size mammals such as *Mazama americana*, *Mazama gouazoubira*, *Hydrochoeris hydrochaeris*, *Cuniculus paca* and others (Bender & Bazilio, 2015) were also registered in the region, which may also be preyed by *D. rotundus*. The photographic register was taken from a wild boar foraging with a specimen of *D. rotundus* on its dorsal region, probably featuring the feeding process (Figures 1A and B). The

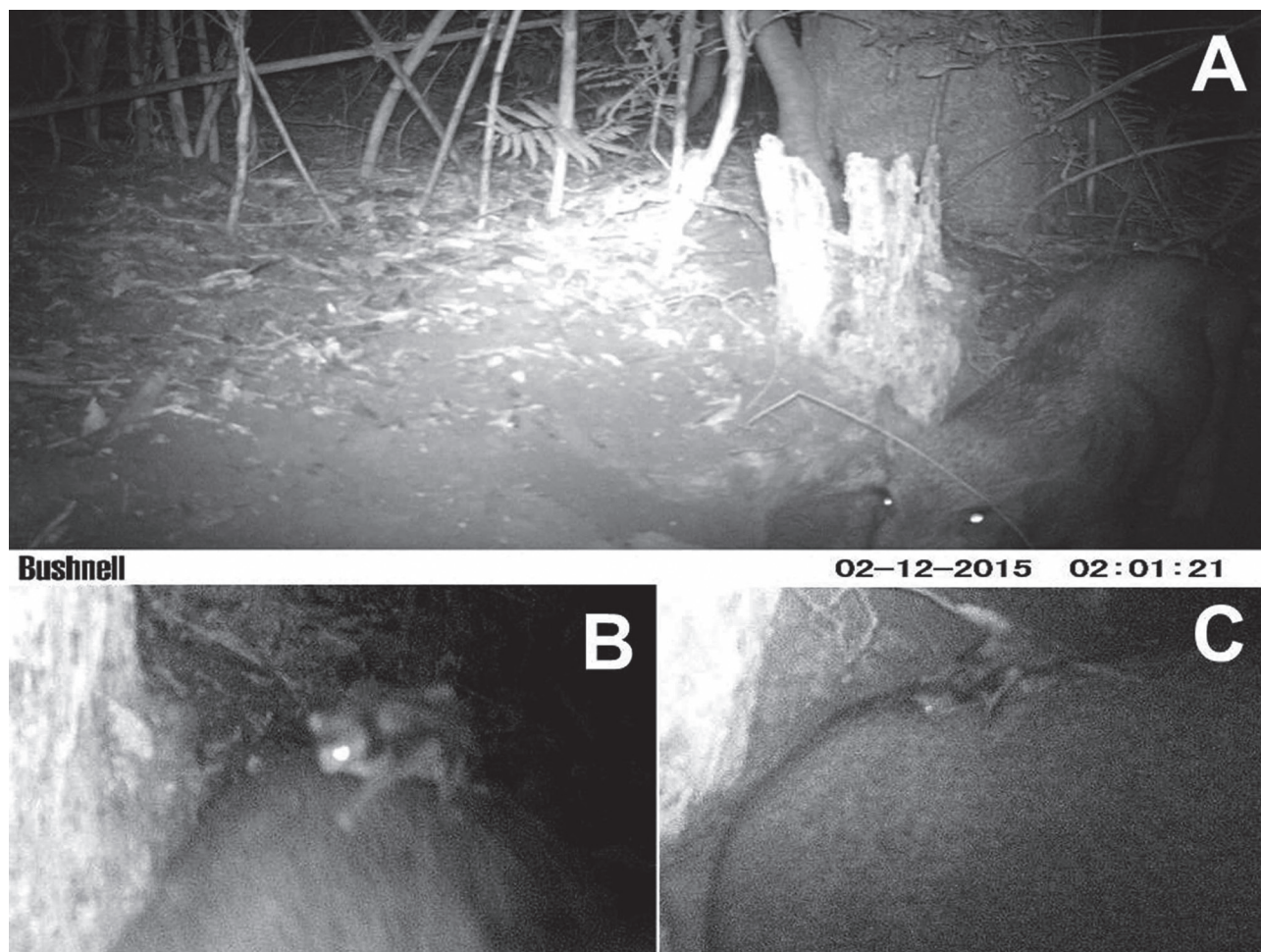


Figure 1: (A) Wild boar (*Sus scrofa*) foraging in the Biological Reserve of the Araucarias of Paraná, Brazil, whilst a vampire bat (*Desmodus rotundus*) feeds on its dorsal region. (B, C) Note the elongated thumb and the characteristic position of the species.

specimen's behavior has already been reported feeding on cattle and horses biting the dorsal region of its prey (Greenhall & Schmidt, 1988; Aguiar, 2007; Peracchi *et al.*, 2011).

The current register is an important information for in-depth studies on feeding ecology of *D. rotundus* in the Brazilian Atlantic Rain Forest mainly because reports of the species feeding on wild animal's blood are rare and recent in Brazil (for example Galetti *et al.*, 2016, in the Brazilian Amazon). Other studies that were carried out on the food ecology of *D. rotundus* identified the preference of domestic animals as prey [q.v., Voigt & Kelm, 2006 (in Costa Rica) and Bobrowiec *et al.*, 2015 (in the Brazilian Amazon)]. Therefore, this record is relevant to obtain detailed information about diet of the common vampire bat in the Brazilian Atlantic Forest. Further studies are required to verify whether the vampire bats frequently or opportunistically feed on *S. scrofa* or on other animals of the wild fauna in the Biological Reserve of the Araucarias of Paraná, Brazil.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the support and partnership of the whole team REBIO-Araucárias, help and encouragement for this work granted by Fundação Araucária and CAPES.

REFERENCES

- Aguiar LMS. 2007. Subfamília Desmodontinae. Pp. 40-42. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, LIMA, IP (Eds.), Morcegos do Brasil. Londrina.
- Arroyo-Cabral J, Ray CE. 1997. Revisión de los vampiros fósiles (Chiroptera: Phyllostomidae, Desmodontinae) de México. Pp. 69-86. In Arroyo-Cabral J, Polaco OJ (Eds.), Homenaje al Profesor Tícul Álvarez. Colección Científica, Instituto Nacional de Antropología e Historia de México.
- Bender D, Bazilio S. 2015. Levantamento preliminar da mastofauna na Reserva biológica das araucárias. Paraná. In XII Congresso de Ecologia do Brasil, Anais.
- Bobrowiec PED, Lemes MR, Gribel R. 2015. Prey preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*, Chiroptera) using molecular analysis. Journal of Mammalogy 96: 54-63. <http://doi.org/10.1093/jmammal/gyu002>.
- Dalquest WW. 1995. Natural History of the Vampire Bats of Eastern Mexico. American Midland Naturalist 53: 79-87. www.jstor.org/stable/2422300.
- Deberdt AJ, Scherer SB. 2007. O javali asselvajado: ocorrência e manejo da espécie no Brasil. Natureza e Conservação 5: 31-44. www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EEI/Javali_Debert.pdf.
- Galetti M, Pedrosa F, Keuroghlian A, Sazima I. 2016. Liquid lunch – vampire bats feed on invasive feral pigs and other ungulates. Frontiers in Ecology and the Environment 14: 505-506. <http://doi.org/10.1002/fee.1431>.
- Greenhall AM, Schmidt U. 1988. Natural history of vampire bats. CRC Press, Florida.
- Mialhe PJ. 2014. Preferential prey selection by *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810, Chiroptera, Phyllostomidae) feeding on domestic

Pereira, A.D. *et al.*: Report of *Desmodus rotundus* feeding (Chiroptera, Phyllostomidae)



- herbivores in the municipality of São Pedro, SP. Brazilian Journal of Biology 74: 579-584. <http://doi.org/10.1590/bjb.2014.0086>.
- Peracchi AL, Lima IP, Reis NR, Nogueira MR, Ortêncio-Filho H. 2011. Ordem Chiroptera. Pp. 155-234. In Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), *Mamíferos do Brasil*. Londrina.
- Sánchez-Cordero V, Botello F, Magaña-Cota G, Iglesias J. 2010. Vampire bats, *Desmodus rotundus*, feeding on white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*. Mammalia 75: 91-92. <http://doi.org/10.1515/mamm.2010.065>.
- Sazima I. 1978. Aspectos do comportamento alimentar do morcego hematófago, *Desmodus rotundus*. Boletim de Zoologia da USP 3: 97-120.
- Sekiama ML, Rocha VJ, Peracchi AL. 2013. Subfamília Desmondontinae. Pp. 48-51. In Reis NR, Fregonezi MN, Peracchi AL, Shibatta OA (Eds.), *Morcegos do Brasil: Guia de campo*. Technical Books Editora Ltda., Rio de Janeiro.
- Voigt CC, Grasse P, Rex K, Hetz SK, Speakman JR. 2008. Bat breath reveals metabolic substrate use in free-ranging vampires. Journal of Comparative Physiology 178: 9-16.
- Voigt CC, Kelm DH. 2006. Host Preference of the Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*; Chiroptera) Assessed by Stable Isotopes. Mammalia 87: 1-6. <http://doi.org/10.1644/05-MAMM-F-276R1.1>.

Submetido em 21/outubro/2016
Aceito em 05/janeiro/2017



Fruit consumption of *Prosopis juliflora* (Fabaceae) and *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) by *Artibeus* (Phyllostomidae) in the Caatinga biome

William Douglas Carvalho^{1,*}; Andrea Cecília Sicotti Maas^{2,3}; Adriano Lucio Peracchi^{2,3} & Luiz Antonio Costa Gomes^{2,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá.

² Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

³ Laboratório de Mastozoologia, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde.

* Autor para correspondência: wilruoca@hotmail.com

Abstract: *Artibeus* spp. are Neotropical bats that are known to feed on the fruits of many plant species in forest remnants and disturbed areas. Taking in to account the lack of information on bat diet in the Caatinga biome, we report the first record of consumption of the fruits of the invasive species *Prosopis juliflora* and add a new record of the consumption of fruits of *Anacardium occidentale* by *Artibeus* bats in a Caatinga area of the state of Rio Grande do Norte. Our records suggest that algaroba and cashew are important food choices for bats in areas with low fruit availability.

Key-Words: Algaroba; Cashew; Chiroptera; Exotic plant; Frugivory.

Resumo: Consumo de frutos de *Prosopis juliflora* (Fabaceae) e *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) por *Artibeus* (Phyllostomidae) no bioma Caatinga. *Artibeus* spp. são morcegos neotropicais que se alimentam de frutos de muitas espécies de plantas em remanescentes florestais e em áreas alteradas. Considerando a falta de informação sobre a dieta de morcegos na Caatinga, relatamos pela primeira vez o consumo da espécie invasora *Prosopis juliflora* e adicionamos mais um registro de consumo de frutos de *Anacardium occidentale* por morcego em uma área de Caatinga no estado do Rio Grande do Norte. Nossos resultados sugerem que algaroba e caju são opções alimentares importantes para morcegos em áreas com baixa disponibilidade de frutos.

Palavras-Chave: Algaroba; Caju; Chiroptera; Frugivoria; Planta exótica.

The frugivorous bat genus *Artibeus* Leach, 1821, belonging to the family Phyllostomidae (Chiroptera), comprises 22 species that are widespread throughout the Neotropical region (Gardner, 2007). In Brazil, five species of *Artibeus* occur in the six major Brazilian biomes (Amazon Forest, Atlantic Forest, Caatinga, Cerrado, Pantanal and Pampas) – *Artibeus concolor* Peter, 1865, *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821), and *Artibeus planirostris* (Spix, 1823) (Peracchi *et al.*, 2011; Nogueira *et al.*, 2014). The state of Rio Grande do Norte (RN) is 95% covered by the Caatinga that is a biome characterized by xerophytic, woody, and deciduous forest phytophysognomies (typical vegetation of the north-east Brazilian semiarid) (Marinho-Filho & Sazima, 1998; Sampaio, 1995), and by a hot and dry climate (Velooso *et al.*, 1991). In RN, *A. lituratus* and *A. planirostris* are the only species of *Artibeus* that have been recorded (Garcia *et al.*, 2014). *Artibeus* is known to be an effective seed dispersal agent (Teixeira *et al.*, 2009), commonly consuming the fruits of pioneer plants such as *Cecropia*, *Ficus*, *Solanum*, and *Piper* (*e.g.*, Passos & Gracioli, 2004; Pedrozo *et al.*, 2016). *Artibeus* feeds primarily on the fruits of various plant species of forest remnants and

disturbed areas (Bredt *et al.*, 2012). However, there is no information in the literature on fruit consumption in xerophytic areas, such as the Caatinga. Recently, it was observed in the Caatinga that *A. planirostris* consumes leaves from 16 plant species to supply their needs for nutrients and water (Cordero-Schmidt *et al.*, 2016).

Prosopis juliflora (algaroba, common name) belongs to the family Fabaceae and is one of the plants with the highest invasion potential in the world, with its current range reaching millions of hectares of arid and semi-arid lands in Africa, Asia, Australia, and the Americas (Gallaher & Merlin, 2010; Wakie *et al.*, 2014). Algaroba is originally from the United States of America and Mexico (Lorenzi *et al.*, 2003), and it was introduced in to the semi-arid northeast of Brazil in 1942 to be used in cattle fodder (Gomes, 1961) and production of timber and firewood (Pegado *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2010). In Brazilian semi-arid areas, *P. juliflora* was spread by both commercial planting and natural regeneration. In the latter case, spread was facilitated by consumption by cattle (Andrade *et al.*, 2010). In general, *P. juliflora* bears fruits during two periods: between September and November, when precipitation is lowest and there is a water deficit in Brazilian semi-arid areas; and between April

and June, at the end of the rainy season (Ribaski *et al.*, 2009). The pods of algaroba can reach a mean weight of 7.78 g, a mean length of 17.8 cm, contain a mean of 22 seeds per pod, and contain approximately 17-19% of water when mature (FAO, 2006; Gonçalves *et al.*, 2013). In addition, the pod pulp is sweet and may represent up to 56% of the pod (FAO, 2006; Silva *et al.*, 2007), with pods consisting of 8 to 10% crude protein and with 74% of digestibility. The seeds consist of 34-39% crude protein (FAO, 2006). Currently, about a million hectares in the Caatinga biome have been invaded by algaroba (Andrade *et al.*, 2010), with large areas over which this plant is highly dominant (Nascimento, 2008). In contrast, *Anacardium occidentale* L. (cashew, common name) is native

to Brazil (Barros, 1991), where it is mainly concentrated in the northeastern coastal areas of the restinga ecosystem and as cashew crops (Lima, 1986). Indeed, cashew is widely used in agriculture for production of fruits, nuts, pulp or juice (Abreu & Silva Neto, 2007; Fundação Banco do Brasil, 2010) and, for that reason, has fundamental importance for the economy of northeastern Brazil (Fundação Banco do Brasil, 2010). *Anacardium occidentale* usually bears fruits in the dry season, from October to December, with a peak occurring in November (Frota & Parente, 1995). A cashew fruit is composed of a nut (10%) and a peduncle (pseudo-fruit) (90%) (Luciano *et al.*, 2011). In general, fruits are sub-reniform drupes (3-5 × 2-3.5 cm) that weigh from 3 to 20 g and

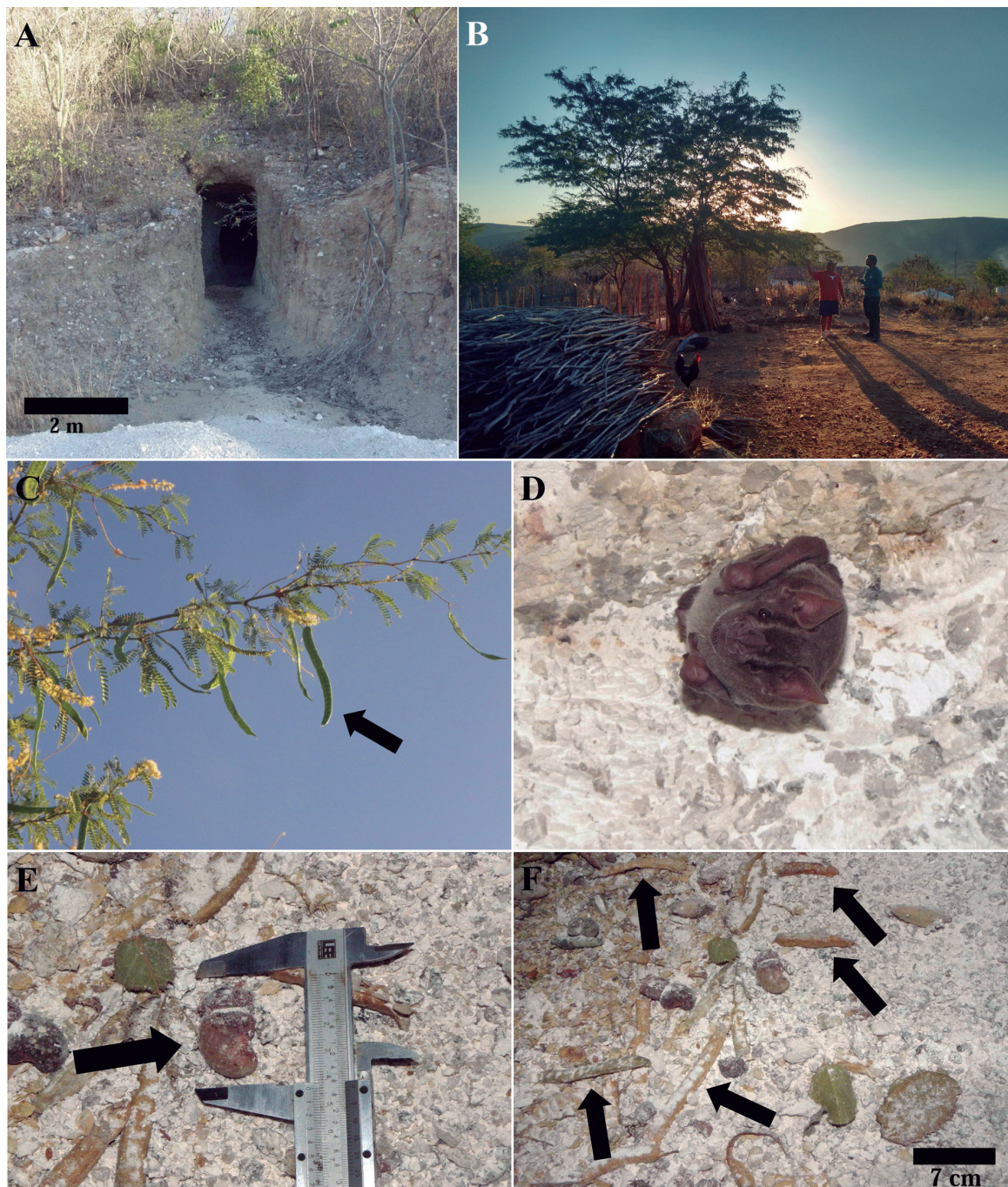


Figure 1: Fruit consumption of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. and *Anacardium occidentale* L. by *Artibeus* Leach, 1821 in an abandoned mine in state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. (A) calcium carbonate mine, (B) *P. juliflora* tree, (C) *P. juliflora* fruit (pod) indicated by arrow, (D) *Artibeus* bat, (E) a cashew seed indicated by arrow, and (F) *P. juliflora* fruits.



are gray or brown at maturation, measuring from 5 to 20 cm in length and from 2 to 8 cm in width; and have pyriform peduncles with coloring ranging from red to yellow at maturation (Johnson, 1974). Cashew distribution is strongly linked to agricultural production of cashew crops, however, there is potential for its dispersal by opportunistic wild animals such as bats (Van der Pijl, 1957; Kunz *et al.*, 2011; Bredt *et al.*, 2012). Given that frugivory by bats is a phenomenon that remains relatively under-reported for Brazil (Bizerril *et al.*, 2005; Bredt *et al.*, 2012), here, we report the first record of fruit consumption of *P. juliflora*, and add one more record of fruit consumption of *A. occidentale* by bats.

The observation took place on September 7th 2015 at 16:00 in an abandoned calcium carbonate mine (Figure 1A) located in the municipality of Parelhas (06°53'58.70"S; 36°43'31.53"W), RN, Brazil. A local inhabitant informed us that he had seen bats removing fruits from a *P. juliflora* tree (Figures 1B and C) near his house and carrying them inside the abandoned mine. Based on this information, we located the mine and inside found an *Artibeus* individual hanging three metres above the ground (Figure 1D) and remnants of fruits of *P. juliflora* and *A. occidentale* on the ground (Figures 1E and F). The remnants of *P. juliflora* found were seedless pods, pods with seeds, and seeds. Nuts and leaves of *A. occidentale* were also found. The distances between the mine and the algaroba and cashew trees were approximately 200 m and 600 m, respectively. As the bat was not handled, its identification was only possible to genus level. This is because many required characteristics to make a reliable identification to species level cannot be seen in pictures (see Ceriaco *et al.*, 2016). The plants were identified comparing botanical material found inside the mine with nearby fruiting algaroba and cashew trees.

In the Atlantic Forest biome, *Artibeus* species act as generalist frugivores feeding on a variety of food resources, including exotic plant species (*e.g.*, Novaes & Nobre, 2009), when native fruits are not available (Galetti & Morellato, 1991; Passos & Gracioli, 2004). In the study area, the consumption of the invasive plant (algaroba) and the uncommon consumption of cashew are likely linked to the highly unpredictable and scarce fruit availability throughout the year and between years in the Caatinga (Machado *et al.*, 1997), and the fact that these were the only two plant species fruiting around the area of the mine at the time of the records (personal observation). Until now, *Artibeus* diet in RN and in the Caatinga biome has only been reported to include folivory (Cordero-Schmidt *et al.*, 2016), and our observation of *A. occidentale* leaves on the floor of the mine supports this feeding behavior. *Prosopis juliflora* leaves have been already found in diet of *A. planirostris* in the Caatinga (Cordero-Schmidt *et al.*, 2016). Given that frugivory in the Caatinga had not been previously reported for *Artibeus*, our records are an important contribution to understanding of bat diets and potential food sources in the Caatinga and highlight the need for further studies to investigate the diet of fruit bats in this biome.

Our observation of the seedless pods on the floor below the bat might indicate that *Artibeus* feeds on the algaroba seeds, acting as a seed predator. Some *Chiroderma* species eat *Ficus* seeds, indicating that seed predation by frugivorous bats is not unusual (see Nogueira & Peracchi, 2003). Seed predation is a feeding behavior to gain nutrients (Nogueira & Peracchi, 2003) and this behavior can be fundamental in the Caatinga where fruit availability is low throughout the year (Machado *et al.*, 1997). On the other hand, pods with seeds and seeds of algaroba, and the cashew nuts on the floor of the mine clearly indicate that seeds of both plant species have been dispersed by the bats. Despite the poor conditions for plant germination inside the mine, bats could be consuming fruits in other feeding roosts (*e.g.*, perched under other plant species), where seeds can find optimal conditions to germinate, and the seeds could also fall or be defecated by the bats during flight (Muscarella & Fleming, 2007). Thus, it is possible that algaroba has a wider distribution in terms of plant abundance than is currently believed, considering also that its seeds are capable of remaining dormant for up to 10 years in the soil until germination conditions are more favorable (GISP, 2005). *Prosopis juliflora* has negative impacts on biodiversity by depleting vital water reserves (GISP, 2005) and excluding native vegetation (GISP, 2005; Pegado *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2009; Andrade *et al.*, 2010). It would be interesting to perform studies focused on the interaction between *P. juliflora* and bats to understand in more detail the importance of this invasive plant to its consumers and whether bats are, indeed, acting as algaroba dispersal agents. In relation to cashew, there are few records of consumption by bats in Brazil (Bredt *et al.*, 2012), however we believe that bats may also be acting as dispersal agents for this species in natural places (away from cashew crops). Therefore, our findings indicate that *P. juliflora* and *A. occidentale* are good food choices for frugivorous bats in the Caatinga, mainly at the end of the rainy season and during the dry season, that are the periods of high intensity fruiting of these plants.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Karen Mustin for reviewing the English of this note and *Resiliência Consultoria Ambiental* for logistic support. WDC is supported by CAPES via a Postdoctoral scholarship (PNPD-CAPES). ACSM and LACG are supported by CAPES via PhD scholarships.

REFERENCES

- Abreu FAP, Silva Neto RM. 2007. Cajuína. Coleção agroindústria familiar: Agregando valor à pequena produção. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil.
- Andrade LA, Fabricante JR, Oliveira FX. 2009. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Acta



- Botanica Brasílica 23(4): 935-943. <http://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400004>.
- Andrade LA, Fabricante JR, Oliveira FX. 2010. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* Maringá 32(3): 249-255. <http://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v32i3.4535>.
- Barros LM. 1991. Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tipos comum e anão-precoce, por meio de técnicas multivariadas. Tese de Doutorado em Ciências (Genética e Melhoramento de Plantas), Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- Bizerril MXA, pereira VCR, Moreira TB, Santos-Júnior LB, Zardo RN. 2005. Análise dos estudos sobre frugivoria e dispersão de sementes no Brasil. *Universitas Ciências da Saúde* 3(1): 73-82. <http://doi.org/10.5102/ucs.v3i1.922>.
- Bredt A, Uieda W, Pedro WA. 2012. Plantas e morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Redes de sementes do Cerrado, Brasília, Brazil*.
- Cordero-Schmidt E, Medeiros-Guimarães M, Vargas-Mena JC, Carvalho B, Ferreira RL, Rodriguez-Herrera B, Venticinque EM. 2016. Are leaves a good option in Caatinga's menu? First record of folivory in *Artibeus planirostris* (Phyllostomidae) in the semi-arid forest, Brazil. *Acta Chiropterologica* 18(2): 489-497. <http://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.2.015>.
- Ceríaco LMP, Gutiérrez EE, Dubois A. (2016). Photography-based taxonomy is inadequate, unnecessary, and potentially harmful for biological sciences. *Zootaxa* 4196(3): 435-445. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4196.3.9>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. "El género prosopis "algarrobo" en américa latina y el caribe. Distribución, bioecología, usos y manejo". (continuar). (www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S06.htm). Acessado em: 20 de janeiro de 2017.
- Frota PCE, Parente JIG. 1995. Clima e fenologia do cajueiro. Pp. 43-54. In Araújo JPP; Silva VV (Org.), *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. EMBRAPA-CNPAT, Fortaleza.
- Fundação Banco do Brasil. 2010. Fruticultura – Caju. Desenvolvimento Regional Sustentável – Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas. Volume 4. Fundação Banco do Brasil, Brasília, Brasil.
- Galetti M, Morellato LPC. 1994. Diet of large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. *Mammalia* 58: 661-665.
- Gallaher T, Merlin M. 2010. Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 6. *Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora* (Algarroba, Mesquite, Kiawe) (Fabaceae). *Pacific Science* 64: 489-526. <http://doi.org/10.2984/64.4.489>.
- Garcia ACL, Leal ESB, Rohde C, Carvalho-Neto FG, Montes MA. 2014. The bats of northeastern Brazil: a panorama. *Animal Biology* 64: 141-150. <http://doi.org/10.1163/15707563-00002440>.
- Gardner AL. (Ed.). 2007 [2008]. *Mammals of South America*. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, and United Kingdom, London.
- GISP (Programa Global de Espécies Invasoras). 2005. América do Sul invadida. A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. GISP, Buenos Aires.
- Gomes PA. 1961. A algarobeira. Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro.
- Gonçalves SG, Andrade LA, Gonçalves EP, Oliveira LSB, Dias JT. 2013. Qualidade fisiológica de sementes de algaroba recuperadas de excrementos de muaras. *Semina: Ciências Agrárias* 34(2): 593-602. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p593>.
- Johnson DV. 1974. O caju do Nordeste do Brasil: um estudo geográfico. Fortaleza: ETENE/BNB. 169p.
- Kunz TH, de Torrez EB, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 1-38. <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>.
- Lima VPMS. 1986. Fruteiras: uma opção para o reflorestamento do Nordeste. BNB/ETENE, Fortaleza.
- Lorenzi H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB. 2003. Árvores Exóticas no Brasil. Madeiras, ornamentais e aromáticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Carvalho, W.D. et al.: Fruit consumption by *Artibeus* in the Caatinga biome
- Luciano RC, Araújo LF, Aguiar EM, Pinheiro LE, Nascimento DS. 2011. Revisão sobre a potencialidade do pedúnculo do caju na alimentação animal. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária* 5(3): 53-59.
- Machado CS, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. *Biotropica* 29(1): 57-68. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00006.x>.
- Marinho-Filho J, Sazima I. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. Pp. 282-294. In Kunz TH, Racey PA (Eds.), *Bat biology and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Muscarella R, Fleming TH. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82(4): 573-590. <http://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x>.
- Nascimento CES. 2008. Comportamento invasor da algarobeira *Prosopis juliflora* (Sw) DC. nas planícies aluviais da Caatinga. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.
- Nogueira MR, Peracchi AL. 2003. Fig-seed predation by 2 species of Chiroderma: discovery of a new feeding strategy in bats. *Journal of Mammalogy* 84(1): 225-233. [http://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0225:FSPBSO>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0225:FSPBSO>2.0.CO;2).
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10: 808-821. <http://doi.org/10.15560/10.4.808>.
- Novaes RLM, Nobre CC. 2009. Dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) em área urbana na cidade do Rio de Janeiro: frugivoria e novo registro de folivoria. *Chiroptera Neotropical* 15(2): 487-493.
- Passos FC, Gracioli G. 2004. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21(3): 487-489. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752004000300010>.
- Pedrozo AR, Gomes LAC, Guimarães M, Uieda W. 2016. Quiroptero fauna da Fazenda Santo Antônio dos Ipês, Jaú, estado de São Paulo, Brasil. *Biotemas* 29: 97-107. <http://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p97>.
- Pegado CMA, Andrade LA, Félix LP, Pereira IM. 2006. Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 20: 887-898. <http://doi.org/10.1590/S0102-33062006000400013>.
- Peracchi AL, Lima IP, Reis NR, Nogueira MR, Ortêncio-Filho H. 2011. *Ordem Chiroptera*. Pp. 135-234 in Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), *Mamíferos do Brasil*. 2 ed. Nelio R. dos Reis, Londrina, Brazil.
- Ribaski J, Drumond MA, Oliveira VR, Nascimento, CES. 2009. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Comunicado Técnico, 240, EMBRAPA Florestas, Colombo, Paraná.
- Sampaio EVSB. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp. 35-63. In Bullock SH, Mooney HA, Medina E (Eds.), *Seasonally tropical dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Silva CGM, Melo-Filho AB, Pires EF, Stamford TLM. 2007. Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 27(4): 733-736. <http://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400010>.
- Teixeira RC, Corrêa CE, Fischer E. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 1-9. <http://doi.org/10.1080/01650520802692283>.
- Wakie TT, Evangelista PH, Jarnevich CS, Laituri M. 2014. Mapping current and potential distribution of non-native *Prosopis juliflora* in the Afar Region of Ethiopia. *PlosOne* 9(11): e112854. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0112854>.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE-Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, RJ.
- Van der Pijl L. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterachory). *Acta Botanica Neerlandica* 6: 291-315.



Origin, diversification and eco-morphological evolution in the Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera)

Adriana Arias-Aguilar¹; Thais Stefansky Chaves¹; Daniela Quinsani² & Maria João Ramos Pereira^{1,3,*}

¹ Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

² Laboratório de Genética de Populações, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro. Portugal.

* Autor para correspondência: ariasaguilar.a@gmail.com

Abstract: Phyllostomidae shows remarkable diversity both in species and in specialized adaptations. Here, we review some possible evolutionary forces behind their rapid and extraordinary radiation. Ecological opportunity for the exploitation of plant parts was the potential driving force for phyllostomid diversification from an ancestral insectivorous form. Adaptive radiation was presumably associated with the exploitation of fruits, allowing the occupation of new niches through the evolution of different skull phenotypes. Phenotypic plasticity probably allowed bats to explore new resources. Yet, many aspects of the speciation processes within phyllostomids including their phylogenetic relations and historical and evolutionary factors remain unclear.

Key-Words: Adaptive radiation; Niche differentiation; New world leaf-nosed bats.

Resumo: Origem, diversificação e evolução eco-morfológica em Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera). A família Phyllostomidae mostra uma notável diversidade de espécies e adaptações especializadas. Aqui, analisamos algumas possíveis forças evolutivas de sua rápida e extraordinária radiação. A oportunidade ecológica para a exploração de plantas potencializou a sua diversificação a partir de uma forma ancestral insetívora. A radiação adaptativa presumivelmente associada à exploração de frutos permitiu a ocupação de novos nichos através da evolução de diferentes fenótipos de crânio. A plasticidade fenotípica provavelmente permitiu a exploração de novos recursos. No entanto, muitos aspectos dos processos de especiação dentro da família, incluindo suas relações filogenéticas e fatores históricos e evolutivos, ainda não são claros.

Palavras-chave: Radiação adaptativa; Diferenciação de nicho; Filostomídeos.

The bats of the family Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) exhibit the greatest diversity of food habits of any mammalian family (Freeman, 2000; Wetterer *et al.*, 2000; Baker *et al.*, 2012; Santana *et al.*, 2011; Dumont *et al.*, 2011). Within phyllostomids, an adaptive radiation from a probable ancestral insectivorous diet into highly specialized frugivorous, nectarivorous, carnivorous, and sanguivorous has taken place (*e.g.*, Freeman, 2000; Nicolay & Dumont, 2000; Aguirre *et al.*, 2002). Such specializations are impressive, they led to a series of adaptations (Griffiths, 1982; Greenhall & Schmidt, 1988; Fleming *et al.*, 2005) that have acted for successful exploitation of new ecological opportunities and no other mammal clade with roots in the early Eocene displays such profound evolutionary modifications (Baker *et al.*, 2012). Leaf-nosed bats went through a rapid radiation: from one lineage, many new species originated in a relatively short time. As defined by Schluter (2000), an adaptive radiation is the origin of ecological diversity within the rapid diversification of one evolutionary lineage, a process that can clearly be seen in the leaf-nosed

bats (Freeman, 2000). Although not all innovative feeding habits emerged at once, the origin of new ecological habits and of new species happened in a short span of time. Some authors argue that for adaptive radiation to happen an ecological opportunity is fundamental, *i.e.*, there must be an unoccupied adaptive zone or the present resources should be underexplored by other taxa (Simpson, 1953; Schuller, 2000). Other authors argue however that the appearance of a new evolutionary feature is necessary for a certain clade to undergo adaptive radiation. Losos & Mahler (2010) believe that flight was a key innovation and allowed bats to feed on insects that were previously not immediately available, such as high flying insects. Teeling *et al.* (2005) support an intermediate hypothesis by considering that the increase in bat species in the early Eocene occurred because potential resources increased in diversity and abundance, and together with the development of distinct echolocation and flight strategies, they ended by exploring new niches.

Was there an empty adaptive zone at the time of phyllostomid radiation? And what were the key



innovations in the group? According to niche theory, sympatric organisms should diverge on how they explore common resources because these are potentially limited in their availability. Also, in rich communities, species are expected to develop higher levels of ecological, morphological or behavioral specialization to reduce niche overlap (Hutchinson, 1959; Schoener, 1974; Santana *et al.*, 2011). The Phyllostomidae and Noctilionidae, as well as the strict insectivorous tropical families of the Emballonuridae, Furipteridae, Mormoopidae, and Thyropteridae probably originated in South America at 52 Mya (Teeling *et al.*, 2005), with the diversification of noctilionoids dated at 45 Mya (Amador *et al.*, 2016). In this scenario, the successful diversification within the Phyllostomidae was possibly a result of the ancestral stock of the family shifting, during the Oligocene, from strict insectivory in the Macrotrinae and Micronycterinae to the inclusion of plant material in their diet, as suggested by Baker *et al.* (2012) and Rojas *et al.* (2011; 2016). Such a shift in diet would have reduced competition with all other those other bat species known to be present in the New World from the early Eocene onward, potentially leading to their diversification. Because phyllostomids are such a diverse group and because there are several hypotheses explaining their outstanding niche diversification, a review is necessary. To our knowledge, Freeman (2000) reviewed and compiled morphological and phylogenetic information on niche diversification of the Phyllostomidae published before the 2000 year. Here, our goal was to unify and synthesize the main posterior conceptual and empirical works on how dietary specializations evolved, and which ecomorphological adaptations occurred within the diversification of the family. We explore three main aspects related to niche diversification in the Phyllostomidae: (1) phylogeny; (2) morphology; and (3) ecology.

We reviewed the biological diversity of the Phyllostomidae, including information on the most recent phylogenetic trees. We searched for articles published between 2000 and 2016 at the Google Scholar platform using the terms “adaptive radiation”, “diet”, “ecomorphology”, “niche diversification”, “phylogenetic” together with “Phyllostomidae”, linked by the refine search word “AND”. We included articles with those words appearing either in the title, abstract or keywords.

We found a total of 75 papers, but only 34 were directly associated with our aim.

The origin of the Phyllostomidae is uncertain, due mostly to the incomplete fossil record of the Chiroptera (Simmons, 2005; Czaplewski & Morgan, 2012). Furthermore, morphological and genetics methods of phylogeny estimation might generate different results. Not surprisingly, there are currently different phylogenetic divisions for Phyllostomidae in the literature. Highly diversified families as the Phyllostomidae often return conflicting phylogenetic results due to divergence events followed by rapid diversifications, inconsistent branching and weakly supported nodes (Botero-Castro, 2013). Most studies suggest dates between 46 Mya to 32 Mya, by the middle and end of the Eocene, as the divergence

time between the Phyllostomidae and their sister group Mormoopidae (Jones *et al.*, 2005; Teeling *et al.*, 2005; Bininda-Emonds *et al.*, 2007; Rojas *et al.*, 2011; Baker *et al.*, 2012; Yu *et al.*, 2014; Shi *et al.*, 2015). Nevertheless, new phylogeny estimations suggest that speciation among extant mormoopids (32.8, 30.8 – 36.2 Ma) and phyllostomids (30.3, 27.3 – 33.9 Ma) began in the Oligocene (Rojas *et al.*, 2016).

The molecular analysis suggested that the appearance of new lineages of phyllostomids through time increased during the Early to Mid-Miocene with a climatic optimum between 17 and 15 Mya, along with the diversification of other groups such as caviomorph rodents and new world monkeys (Hoffman *et al.*, 2008; Rojas *et al.*, 2011). The findings of Baker *et al.* (2012) corroborate this result – according to their study most of the family divergence and dietary specializations occurred in the Miocene (23 Mya – 5 Mya). But Rojas *et al.* (2016) argued that lineage specific traits have been more important than paleoclimatic and landscape changes in the diversification of New World Noctilionoidea, mainly for phyllostomids. For example, an increase in the diversification of fruit and flower-eating bats together with the diversification of flowering and fruiting plants between 40 and 25 Mya (Jones *et al.*, 2005) and the strong correlation between the ecological opportunity of frugivory and phyllostomid diversification (Dumont *et al.*, 2011), partly corroborated this hypothesis.

One of the first explanations of how phyllostomid radiation occurred was based on traditional craniodental characteristics and cladistic phylogeny resulting in a subdivision including five subfamilies: Desmodontinae, Macrotrinae, Micronycterinae, Vampyrinae, and Phyllostominae (Freeman, 2000). Recent studies incorporating modern genetic and molecular techniques lead to the division of the Phyllostomidae into 11 subfamilies: Macrotrinae, Micronycterinae, Desmodontinae, Lonchorhininae, Phyllostominae, Glossophaginae, Lonchophyllinae, Carollinae, Glyphonycterinae, Rhinophyllinae and Stenodermatinae (Baker *et al.*, 2012). Studies based on dietary habits and molecular markers corroborate this division (Rojas *et al.*, 2011; Botero-Castro, 2013; Rojas *et al.*, 2016). This ordering slightly differed to Amador *et al.* (2016) where some major phyllostomid subclades were grouped (Phyllostominae + Lonchorhininae, Glyphonycterinae + Carollinae, and Rhinophyllinae + Stenodermatinae).

The ancestral phyllostomid was probably primarily insectivorous but also ate some fruit (Freeman, 2000; Baker *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2011). Indeed the insectivorous subfamilies Micronycterinae and Macrotrinae are considered basal within the family (Freeman, 2000; Datzmann *et al.*, 2010; Baker *et al.*, 2012; Amador *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2016), supporting the hypothesis of an ancestral insectivorous morphospace of the basal phyllostomids. Also, according to Rojas *et al.* (2011), carnivory, nectarivory, and frugivory as main feeding habits evolved from insectivorous ancestors in independent lineages of the family. In fact, recently analyzes of the phylogeny of Miocene fossils using morphological and



molecular approaches revealed both, a nectar-feeding ancestor (*† Palynephyllum*) of the extant subfamily Lonchophyllinae and a carnivorous (*† Notonycteris*) sister of *Vampyrum* and *Chrotopterus* (Dávalos *et al.*, 2014).

Liquid dietary habits were previously thought to have evolved independently in three clades of the Phyllostomidae – Desmodontinae (sanguinivorous bats), Lonchophyllinae and Glossophaginae (both nectar-feeding bats) – with the genus *Glossophaga* as the most ancestral form of the liquid feeder, while *Desmodus* would be the most derived one (Freeman, 2000). However, more recent classifications have placed the Desmodontinae as basal, been sanguivory previously evolved than nectarivory and *Glossophaga* still considered as the most ancestral form within nectar-feeding bats (Dumont *et al.*, 2011; Rojas *et al.*, 2011; Baker *et al.*, 2012). Obligate frugivory seems to have been the last diet to evolve within the Phyllostomidae, around 10 Mya and has diversified into eight monotypic genera in the last 5 Mya: *Ariteus*, *Ardops*, *Stenoderma*, *Phyllops*, *Centurio*, *Pygoderma*, *Sphaeronycteris* and *Ametrida* (Baker *et al.*, 2012).

Within the Chiroptera, the evolution towards a diet based on plants has presumptively been convergent between the Pteropodidae and the Phyllostomidae (Hutcheon *et al.*, 2002). In Phyllostomidae, a likely ancestral ability to eat and digest fruits may have been the key innovation that allowed evolving from a strict insectivorous habit towards new wide ecological and morphological possibilities, resulting in the huge diversity of foraging habits and eco-morphological guilds within the extant members of the family (Freeman, 2000; Swartz *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005; Dumont *et al.*, 2011). Freeman (2000) argued that the ancestral insectivorous morphology has produced a dynamic equilibrium in bat morphology that has persisted for 60 million years. At the time of the explosion of frugivorous vertebrates, between 38 and 25 Mya (Fleming, 1991), an ancestral phyllostomid began to include some fruits in its diet, allowing for changes in body mass. Nevertheless, Aguirre *et al.* (2002) believe that it was first the change in body mass, possibly associated with flight performance, which might have enabled changes in diet. According to Ratcliffe (2009), phyllostomid adaptive radiation may be at least partially explained by this group's exploitation of fruit and may have been contingent on the evolution of larger brains, which allowed frugivores to remember and locate resources at some distance. The inclusion of hard fruits in the diet may have opened a new adaptive zone that allowed the evolution of a skull phenotype that improved biting performance, thus increasing diversification rates in phyllostomids (Dumont *et al.*, 2011). The diversity of both frugivorous and nectarivorous species is correlated with the diversity of plants, suggesting some causal relation. In fact, because plants and bats possess adaptations that optimize their interactions probably have co-evolved (Fleming *et al.*, 2009). However, more ecological information on those biotic interactions and associated morphological adaptations is needed. The possible mechanism that may have driven phyllostomid

radiation has not yet been clearly determined (Jones *et al.*, 2005). Still, indirect metrics of functional diversity parameters, including evolutionary and ecomorphological relationships based on diet and cranial characteristics through bite force performance, mastication demands, and structures of the mandible (Aguirre *et al.*, 2002; Monteiro & Nogueira, 2010; Villalobos & Arita, 2014), and recent phylogenetic data on the macroevolutionary relationship linking size and diet (Price & Hopkins, 2015) present some explanation of the patterns of trophic niche partitioning and morphological diversity in the Phyllostomidae. Based on analyses of diet, shape and phylogenetic distances, Monteiro & Nogueira (2010) suggest that the morphological adaptations related to diet evolved only once in separate lineages, showing a niche conservatism pattern and that the evolutionary patterns of diversification in the eco-morphological characteristics are related to the demand of function by diet diversification. Frugivore and sanguivore lineages are those most differentiated from the ancestral insectivorous pattern (Monteiro & Nogueira, 2010). Frugivores have relatively larger brains than animalivorous species, which might be a reflection of the cognitive demands of specializing solely on fruit (Ratcliffe, 2009). Sanguivores have a specialized dental configuration for the ingestion of liquid food (Santana, 2016). Nevertheless, there are neither clues in the fossil record, nor from living bats, of how this condition evolved (Freeman, 2000). Nectarivores show a mandibular elongation associated with the enlargement of the tongue, low mechanical advantage and reduced cranial musculature (Monteiro & Nogueira, 2010; Santana *et al.*, 2010). Carnivores increased their body mass but retain some ancestral dental characteristics differing little from insectivore diet, probably because they share the same adaptive peak (Freeman, 2000; Monteiro & Nogueira, 2010). It is important to note that recent studies in evolutionary development have discovered genes influencing cranial morphology in different groups (Parsons & Albertson, 2009), these genes might be candidates for studies to detect signs of selection in bats, which might give more clues about the evolutionary processes behind their radiation, as some authors argue that many of the diversification was allopatric (Monteiro & Nogueira, 2011).

At the time of origin of the Phyllostomidae, the Noctilionidae and the Thyropteridae had likely already diversified in South America (Lim, 2009). So, in a scenario of general absence of specialized bat predators, and subsequent increase in population sizes, there was probably an increase in interspecific and intraspecific competition, a powerful factor prompting divergent selection (Rojas *et al.*, 2012). Neotropical forests similar to those existing today were widely distributed in South America in the Eocene. After, during the Miocene, there were significant climatic changes characterized by an increase in global seasonality and aridity, leading to the contraction and expansion of forested ecosystems and, subsequently, to the emergence of new ecosystems such as grasslands and dry forests (Goin *et al.*, 2015). Also, biogeographic reconstructions show the presence of



geographical dispersal barriers in the Middle Miocene in South America resulting from plate tectonics, in particular, the Andes uplift, a factor promoting vicariance and species diversification in angiosperms (Antonelli *et al.*, 2009). The apparent phenotypic plasticity of bats, especially in echolocation and bite capacities (Wund, 2006; Santana & Dumont, 2009), may have allowed them to colonize the new Neotropical environments, and explore the wide diversity of Miocene angiosperms, increasing speciation events in the Neotropical bat lineages. Mutualistic relations with angiosperms may have been a key innovation, allowing species to access resources that they could not access before (Rojas *et al.*, 2012). The inclusion of vegetal parts in their diet, particularly the inclusion of hard fruits, was the most likely origin point of a series of ecomorphological changes that allowed the great rate of diversification in the Phyllostomidae.

The origin and diversification processes of the family Phyllostomidae still hold unresolved questions and contradictions, as gaps in their taxonomy and systematics. The origin and arrival of the first phyllostomids in the New World remain under debate and uncertainties about the position of some sub-families and crypticity of species prevent a complete reconstruction of the whole evolutionary history. New fossil records and biogeography approaches together with genetic and morphological data analysis will increase the possibility of resolving those matters. This short review emphasizes the complexity in solving the phylogenetic relations and the historical and evolutionary factors influencing the speciation processes in the New World leaf-nosed bats.

REFERENCES

- Aguirre LF, Herrel A, Van Damme R, Matthysen E. 2002. Ecomorphological analysis of trophic niche partitioning in a tropical savannah bat community. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 269(1497): 1271-1278. <http://doi.org/10.1098/rspb.2002.2011>.
- Amador LI, Moyers Arévalo RL, Almeida FC, Catalano SA, Giannini NP. 2016. Bat systematics in the light of unconstrained analyses of a comprehensive molecular supermatrix. *Journal of Mammalian Evolution*: 1-34.
- Antonelli A, Nylander JA, Persson C, Sanmartín I. 2009. Tracing the impact of the Andean uplift on Neotropical plant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(24): 9749-9754. <http://doi.org/10.1073/pnas.0811421106>.
- Baker RJ, Hoofer SR, Porter CA, Van Den Bussche RA. 2003. Diversification among New World leaf-nosed bats: an evolutionary hypothesis and classification inferred from digenomic congruence of DNA sequence. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 230: 1-32.
- Baker RJ, Bininda-Emonds ORP, Mantilla-Meluk H, Porter CA, Van Den Bussche RA. 2012. Molecular timescale of diversification of feeding strategy and morphology. In *New World leaf-nosed bats (Phyllostomidae): a phylogenetic perspective*. Pp. 385-409. In Gunnell GF, Simmons NB (Eds.), *Evolutionary history of bats: fossils, molecules and morphology*. Cambridge University Press.
- Bininda-Emonds ORP, Cardillo M, Jones KE, MacPhee RDE, Beck RMD, Grenyer R, Price S, Vos RA, Gittleman JL, Purvi A. 2007. The delayed rise of present-day mammals. *Nature* 446: 507-512. <http://doi.org/10.1038/nature05634>.
- Botero-Castro F, Tilak MK, Justy F, Catzeffis F, Delsuc F, Douzery EJ. 2013. Next-generation sequencing and phylogenetic signal of complete mitochondrial genomes for resolving the evolutionary history of leaf-nosed bats (Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 69(3): 728-739. <http://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.07.003>.
- Czaplewski NJ, Morgan GS. 2012. New basal noctilionoid bats (Mammalia: Chiroptera) from the Oligocene of subtropical North America. Pp. 162-209. In Gunnell GF, Simmons NB (Eds.), *Evolutionary History of Bats: Fossils, Molecules, and Morphology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Datzmann T, Von Helversen O, Mayer F. 2010. Evolution of nectarivory in phyllostomid bats (Phyllostomidae Gray, 1825, Chiroptera: Mammalia). *BMC Evolutionary Biology* 10(1): 165. <http://doi.org/10.1186/1471-2148-10-165>.
- Dávalos LMP, Velasco M, Warsi OM, Smits P, Simmons NB. 2014. Integrating Incomplete Fossils by Isolating Conflicting Signal in Saturated and Non-Independent Morphological Characters. *Systematic Biology* 63: 582-600.
- Dumont ER, Dávalos LM, Goldberg A, Santana SE, Rex K, Voigt CC. 2011. Morphological innovation, diversification and invasion of a new adaptive zone. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 279: 1797-1805. <http://doi.org/10.1098/rspb.2011.2005>.
- Fleming TH. 1991. Fruiting plant – frugivore mutualism: The evolutionary theater and the ecological play. Pp. 119-144. In Price P, Lewinsohn TM, Fernandes GW, Benson WW (Eds.), *Plant – Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. New York: John Wiley.
- Fleming TH, Geiselman C, Kress WJ. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of botany*, 104(6): 1017-1043.
- Fleming T, Muchhala N, Ornelas JF. 2005. New World nectar-feeding vertebrates: community patterns and processes. Pp. 163-186. In Sánchez Cordero V, Medellín VA (Eds.), *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*, 163. Instituto de Biología, UNAM, Instituto de Ecología UNAM, CONABIO, Mexico.
- Freeman P. 2000. Macroevolution in Microchiroptera: recoupling morphology and ecology with phylogeny. *Evolutionary Ecology Research* 2(3): 317-335.
- Goin FJ, Woodburne MO, Zimicz AN, Martin GM, Chornogubsky L. 2015. A Brief History of South American Metatherians: Evolutionary Contexts and Intercontinental Dispersals. Springer.
- Greenhall AM, Schmidt U. 1988. *Natural history of vampire bats*. CRC Press, Inc.
- Griffiths TA. 1982. Systematics of the New World nectar-feeding bats (Mammalia, Phyllostomidae), based on the morphology of the hyoid and lingual regions. *American Museum Novitates* 2742.
- Hoffmann FG, Hoofer SR, Baker RJ. 2008. Molecular dating of the diversification of Phyllostominae bats based on nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 653-658. <http://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.08.002>.
- Hutcheon JM, Kirsch JA, Garland JrT. 2002. A comparative analysis of brain size in relation to foraging ecology and phylogeny in the Chiroptera. *Brain, Behavior and Evolution* 60(3): 165-180. <http://doi.org/10.1159/000065938>.
- Hutchinson GE. 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *The American Naturalist*. 93: 145-159. www.jstor.org/stable/2458768.
- Jones KE, Bininda-Emonds ORP, Gittleman JL. 2005. Bats, clocks, and rocks: diversification patterns in Chiroptera. *Evolution* 59(10): 2243-2255. <http://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2005.tb00932.x>.
- Lim BK. 2009. Review of the origins and biogeography of bats in South America. *Chiroptera Neotropical* 15(1): 391-410.
- Losos JB, Mahler DL. 2010. Adaptive radiation: the interaction of ecological opportunity, adaptation, and speciation. *Evolution since Darwin: the first 150*: 381-420.
- Monteiro LR, Nogueira MR. 2010. Adaptive radiations, ecological specialization, and the evolutionary integration of complex morphological structures. *Evolution* 64(3): 724-744. <http://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00857.x>.
- Monteiro LR, Nogueira MR. 2011. Evolutionary patterns and processes in the radiation of phyllostomid bats. *BMC Evolutionary Biology* 11(1): 137. <http://doi.org/10.1186/1471-2148-11-137>.
- Nicolay C, Dumont ER. 2000. An experimental analysis of feeding performance in *Syconycteris australis* (Megachiroptera,



- Pteropodidae). *Mammalia* 64(2): 155-162. <http://doi.org/10.1515/mamm.2000.64.2.155>.
- Parsons KJ, Albertson RC. 2009. Roles for Bmp4 and CaM1 in shaping the jaw: evo-devo and beyond. *Annual review of genetics* 43: 369-388. <http://doi.org/10.1146/annurev-genet-102808-114917>.
- Price SA, Hopkins SS. 2015. The macroevolutionary relationship between diet and body mass across mammals. *Biological Journal of the Linnean Society* 115(1): 173-184. <http://doi.org/10.1111/bij.12495>.
- Ratcliffe JM. 2009. Neuroecology and diet selection in phyllostomid bats. *Behavioural Processes* 80(3): 247-251. <http://doi.org/10.1016/j.beproc.2008.12.010>.
- Rojas D, Vale A, Ferrero V, Navarro L. 2011. When did plants become important to leaf-nosed bats? Diversification of feeding habits in the family Phyllostomidae. *Molecular Ecology* 20(10): 2217-2228. <http://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05082.x>.
- Rojas D, Vale A, Ferrero V, Navarro L. 2012. The role of frugivory in the diversification of bats in the Neotropics. *Journal of Biogeography* 39(11): 1948-1960. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02709.x>.
- Rojas D, Warsi OM, Dávalos LM. 2016. Bats (Chiroptera: Noctilionoidea) challenge a recent origin of extant neotropical diversity. *Systematic biology* 65(3): 432-448. <http://doi.org/10.1093/sysbio/syw011>.
- Santana SE. 2016. Quantifying the effect of gape and morphology on bite force: biomechanical modelling and in vivo measurements in bats. *Functional Ecology* 30(4): 557-565.
- Santana SE, Dumont ER. 2009. Connecting behaviour and performance: the evolution of biting behaviour and bite performance in bats. *Journal of evolutionary biology* 22(11): 2131-2145. <http://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2009.01827.x>.
- Santana SE, Dumont ER, Davis JL. 2010. Mechanics of bite force production and its relationship to diet in bats *Functional Ecology* 24: 776-784. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01703.x>.
- Santana SE, Geipel I, Dumont ER, Kalka MB, Kalko EK. 2011. All you can eat: high performance capacity and plasticity in the common big-eared bat, *Micronycteris microtis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *PLoS ONE* 6(12): e28584-e28584. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0028584>.
- Schoener TW. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185.4145(1974): 27-39.
- Schluter D. 2000. *The ecology of adaptive radiation*. Oxford University Press.
- Shi JJ, Rabosky DL. 2015. Speciation dynamics during the global radiation of extant bats. *Evolution* 69-6: 1528-1545. <http://doi.org/10.1111/evo.12681>.
- Simmons NB. 2005. An Eocene Big Bang for Bats. *Science* 307(5709): 527-528. <http://doi.org/10.1126/science.1108871>.
- Simpson GG. 1953. *The Major Features of Evolution*. Columbia University Press, New York.
- Swartz SM, Freeman P, Stockwell EF. 2003. *Ecomorphology of bats: comparative and experimental approaches relating structural design to ecology*. Pp. 257-300. In Kunz TH, Fenton MB (Eds.), *Bat ecology*. The University of Chicago Press.
- Teeling EC, Springer MS, Madsen O, Bates P, O'Brien SJ, Murphy J. 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science* 307(5709): 580-584. <http://doi.org/10.1126/science.1105113>.
- Villalobos F, Arita T. 2014. Morphological diversity at different spatial scales in a Neotropical bat assemblage. *Oecologia* 176(2): 557-568. <http://doi.org/10.1007/s00442-014-3039-y>.
- Wetterer AL, Rockman MV, Simmons NB. 2000. Phylogeny of phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera): data from diverse morphological systems, sex chromosomes, and restriction sites. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-200. [http://doi.org/10.1206/0003-0090\(2000\)248<0001:POP BMC>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1206/0003-0090(2000)248<0001:POP BMC>2.0.CO;2).
- Wund MA. 2006. Variation in the echolocation calls of little brown bats (*Myotis lucifugus*) in response to different habitats. *The American Midland Naturalist* 156(1): 99-108. [http://doi.org/10.1674/0003-0031\(2006\)156\[99:VITECO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1674/0003-0031(2006)156[99:VITECO]2.0.CO;2).
- Yu W, Wu Y, Yang G. 2014. Early diversification trend and Asian origin for extant bat lineages. *Journal of Evolutionary Biology* 27(10): 2204-2218. <http://doi.org/10.1111/jeb.12477>.

Submetido em 02/janeiro/2017
Aceito em 08/agosto/2017



Uma nota de precaução sobre a identificação automática de chamados de ecolocalização de morcegos no Brasil

Frederico Hintze^{1,2,*}; Adriana Arias-Aguilar³; Ludmilla M. S. Aguiar⁴;
Maria João Ramos Pereira^{3,5} & Enrico Bernard¹

¹ Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco.

² Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco.

³ Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal e Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴ Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro.

⁵ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago.

* Autor para correspondência: fredhintze@gmail.com

Resumo: A análise de chamados de ecolocalização é, há muito tempo, utilizada como ferramenta imprescindível no estudo dos quirópteros na Europa, América do Norte e Oceania, por isso tem o potencial de preencher grandes lacunas de informação sobre a riqueza de espécies e atividade de morcegos no Brasil. Existem no mercado vários softwares que identificam automaticamente os chamados produzidos pelos morcegos, prometendo facilidade e rapidez na identificação dos numerosos arquivos gerados durante a gravação. Utilizando uma seleção de 71 arquivos com vocalizações de 43 espécies (9 famílias) de morcegos brasileiros previamente identificadas, testamos dois softwares comerciais de identificação automatizada com classificadores disponíveis para a região Neotropical: Kaleidoscope Pro (Wildlife Acoustics, USA) e SonoChiro® 3.0 (Biotope, France). A análise dos resultados apontou que este método pode levar a erros grosseiros derivados do uso indiscriminado e acrítico por pessoal não qualificado. O nível de acurácia (% de identificações corretas) dos softwares é bastante baixo, assim como o nível de concordância entre os softwares. Também testamos duas versões do Kaleidoscope Pro: a mais recente identificou mais gravações, mas com um menor nível de acurácia, identificando erroneamente gravações que a versão anterior identificou corretamente. Nossos resultados enfatizam que, antes de sua ampla utilização na identificação acústica de morcegos no Brasil, estes softwares automatizados precisarão de muitos testes de melhoria e validação. Concluímos apresentando algumas sugestões de melhores práticas para evitar erros e para permitir que a ecolocalização se torne uma ferramenta fundamental para o avanço do conhecimento sobre os morcegos brasileiros.

Palavras-Chave: Bioacústica; Chiroptera; Kaleidoscope Pro; Identificação acústica; SonoChiro.

Abstract: A precautionary note on the automated identification of bat echolocation calls in Brazil. The analysis of echolocation calls has long been used as an essential tool in the study of bats in Europe, North America and Oceania and, therefore has the potential to fill large gaps in information on species richness and bats activity in Brazil. There are in the market several software that automatically identify the calls produced by bats, promising ease and speed in identifying the numerous files generated during recording. Using a selection of 71 files with vocalizations of 43 species (and 9 families) of previously identified Brazilian bats, we tested two commercial automated identification software with classifiers available for the Neotropical region: Kaleidoscope Pro (Wildlife Acoustics, USA) and SonoChiro 3.0 (Biotope, France). The examination of the results showed that this method can lead to rough errors derived from the indiscriminate and uncritical use by unqualified staff. The level of accuracy (% of correct identifications) of both software is very low, just as the level of agreement between them. We also tested two versions of the Kaleidoscope Pro: the latest one identified more recordings but with a lower level of accuracy, mistakenly identifying recordings that the previous version has correctly identified. Our results emphasize that, before their wide use in acoustic identification of bats in Brazil, automated software will need much improvement and validation tests. We conclude by presenting some suggestions of best practices to avoid errors and to make bat call identification an important tool for the advancement of knowledge on Brazilian bats.

Key-Words: Acoustic identification; Bioacoustics; Chiroptera; Kaleidoscope Pro; SonoChiro.



A bioacústica no estudo de morcegos é bastante usada na Europa, América do Norte e Oceania há mais de 30 anos (*e.g.*, Fenton *et al.*, 1987; Ahlén & Baag, 1999; Jones, 1999; Schnitzler & Kalko, 2001; Rydell *et al.*, 2002; Obrist *et al.*, 2004; Waters & Gannon, 2004; Roche *et al.*, 2011; Adams *et al.*, 2012; Walters *et al.*, 2013). Uma vez que as vocalizações de morcegos são na maior parte das vezes espécie-específicas, apresentando parâmetros acústicos bem definidos, e à medida que a gravação dessas mesmas vocalizações se torna cada vez mais acessível e precisa, a bioacústica constitui um método não-invasivo e relativamente barato, principalmente em estudo com morcegos de difícil captura por meio de redes de neblina, ou aqueles difíceis de serem detectados em seus abrigos (O'Farrell & Gannon, 1999; Ochoa *et al.*, 2000; Rydell *et al.*, 2002; MacSwiney *et al.*, 2008; Adams *et al.*, 2012). Além da identificação de espécies, crípticas ou não, a bioacústica tem sido amplamente utilizada para estudos ecológicos tais como a diferenciação de nicho ecológico, estudos de comportamento, uso do habitat e determinação de padrões de atividade espaço-temporal, além de servir como suporte para estudos de impacto ambiental (EIA) (*e.g.*, Jones & Parijs, 1993; Ahlén & Baag, 1999; Jensen & Miller, 1999; Arlettaz *et al.*, 2001; Russo & Jones, 2002; Russo & Jones, 2003; Kalcounis-Rueppell *et al.*, 2007; Abbott *et al.*, 2009; Marques *et al.*, 2015). Assim, o emprego da bioacústica tem potencial de preencher grandes lacunas de informação sobre a riqueza de espécies e atividade de morcegos no Brasil, um país com dimensões continentais e onde, até 2011, cerca de 60% do seu território não possuía qualquer registro formal de morcegos (Bernard *et al.*, 2011).

No entanto, vários cuidados são necessários para extrair o melhor na utilização desta técnica, uma vez que as vocalizações dos morcegos possuem muitas especificidades. Morcegos utilizam a ecolocalização para se orientarem no espaço e na busca por alimento em variados tipos de habitats, e as vocalizações de uma espécie podem variar bastante de acordo com os seus objetivos e as características de cada habitat (Ahlén & Baag, 1999; Barclay, 1999). Além disso, uma dada espécie pode apresentar uma grande variabilidade regional das suas vocalizações (*e.g.*, Murray *et al.*, 2001; Law *et al.*, 2002; Jiang *et al.*, 2015), o que tornam necessárias análises cuidadosas das vocalizações das espécies e posterior criação de bibliotecas de vocalizações para cada uma das regiões. Estes cuidados são essenciais para obter identificações robustas e confiáveis, principalmente na região Neotropical onde a diversidade de espécies é muito elevada e, tal como ocorre para outras regiões e em particular para espécies do mesmo gênero, as vocalizações podem ser bastante similares (Waters & Gannon, 2004; Walters *et al.*, 2013). Outra dificuldade adicional em estudos com a bioacústica é a produção de muitos arquivos de som e a necessidade de identificá-los com baixo grau de erro, tendo em consideração as dificuldades acima mencionadas. Neste caso, a identificação manual pode tornar-se inviável por consumir bastante tempo e recursos humanos. A identificação automatizada surgiu como uma ferramenta essencial para o aumento da eficiência

deste tipo de estudo (Jennings *et al.*, 2008; Adams *et al.*, 2010; Armitage & Ober, 2010; Walters *et al.*, 2013), uma vez que ela pode ter as vantagens de ser mais rápida em processar os inúmeros arquivos gerados e fornecer resultados mais objetivos e consistentes ao longo do tempo (Jennings *et al.*, 2008).

Baseando-se em bibliotecas de vocalizações das espécies, e utilizando uma grande variedade de algoritmos estatísticos e matemáticos (*e.g.*, análise discriminante, redes neurais e árvores de classificação, aprendizagem computacional, entre outras), tem havido importantes progressos na automatização da identificação acústica de morcegos (Russo & Jones, 2002; Jennings *et al.*, 2008; Armitage & Ober, 2010; Adams *et al.*, 2012; Walters *et al.*, 2012; Walters *et al.*, 2013; Russo & Voigt, 2016). No entanto, publicações recentes já alertam para os perigos do uso indiscriminado e acrítico de softwares de identificação automatizada (Russo & Voigt, 2016). Atualmente, estes softwares baseiam as suas identificações em bibliotecas de vocalizações limitadas quanto ao número de espécies e quanto à amplitude da área amostrada, ou seja, restritas a algumas regiões (Russo & Voigt, 2016). Isto desconsidera a variação regional intraespecífica das vocalizações, o potencial para a ocorrência de espécies crípticas, podendo conduzir a identificações erradas, principalmente se as espécies a serem identificadas são raras ou não ocorrem na região que serviu de suporte à biblioteca de chamados (Russo & Voigt, 2016). Além disso, os softwares existentes no mercado não parecem apresentar alta concordância nas identificações quando testados com o mesmo conjunto de gravações, o que nos leva a suspeitar da alta precisão propagandeada por esses softwares (Lemen *et al.*, 2015). A baixa precisão é exatamente um fator de preocupação para uma das supostas vantagens destes métodos: resultados consistentes e independentes de viés provocado pelo observador (Jennings *et al.*, 2008; Lemen *et al.*, 2015; Russo & Voigt, 2016; Rydell *et al.*, 2017). De fato, Fritsch & Bruckner (2014), Russo & Voigt (2016) e Rydell *et al.* (2017) alertam que as identificações automatizadas geradas por estes softwares devem ser supervisionadas e validadas por pessoal capacitado e experiente em acústica de quirópteros. Uma identificação errônea – seja por considerar a espécie presente quando ela está ausente, ou considerá-la ausente quando está presente – pode ter consequências negativas e de longo prazo no conhecimento, na avaliação de padrões de distribuição, em estimativas de riqueza de espécies, na quantificação de atividade de espécies e na análise da utilização de habitat e, consequentemente na conservação das espécies de morcegos (Russo & Voigt, 2016).

É sobre este conjunto de questões que reside a nossa preocupação na utilização de softwares de identificação automatizada de chamados de ecolocalização de morcegos no Brasil. Os exemplos e as preocupações levantadas por Fritsch & Bruckner (2014), Lemen *et al.* (2015), Russo & Voigt (2016) e Rydell *et al.* (2017) têm por base análises automatizadas sobre espécies da região temperada, onde: (i) a diversidade de morcegos não é muito elevada, (ii) a descrição de chamados de

espécies é realizada há muitos anos e, consequentemente, encontram-se disponíveis amplas bibliotecas de vocalizações, e (iii) os monitoramentos acústicos de morcegos são prática corrente.

Na região Neotropical, ao contrário, não só a diversidade de morcegos é a mais elevada do planeta (Willig *et al.*, 2003), como – e também por esse motivo – grande parte das vocalizações das espécies são ainda desconhecidas, uma vez que só muito recentemente se iniciaram estudos sistematizados com bioacústica. Dentre as 262 espécies de morcegos neotropicais, apenas 107 possuem registro acústico, ou seja, cerca de 60% das espécies neotropicais não tem seus repertórios acústicos conhecidos. Embora apresentando uma tendência crescente, no Brasil esses trabalhos são ainda muito pontuais (*e.g.*, Fenton *et al.*, 1999; Marques *et al.*, 2015; Hintze *et al.*, 2016) e grande parte das vocalizações disponíveis relativas às espécies que ocorrem no país provém de outros países como México, Costa Rica, Panamá, Chile e Guiana Francesa (*e.g.*, Barclay, 1983; Jennings *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2007; Barataud *et al.*, 2013; Jung *et al.*, 2014). Assim, não só as bibliotecas de vocalizações apresentam um viés distribucional, como são extremamente incompletas.

É previsível que o uso indiscriminado e acrítico destes softwares de análise automatizada por biólogos e profissionais de consultoria ambiental não habilitados e/ou inexperientes no estudo acústico de quirópteros no Brasil conduza a identificações erradas, com consequências desastrosas nos níveis de conhecimento, manejo e conservação de morcegos acima mencionadas. Deste modo, neste ensaio tivemos como objetivo alertar sobre o uso indiscriminado de softwares de identificação automatizada de vocalizações de morcegos no Brasil sem a supervisão por especialistas em bioacústica de morcegos. De uma maneira bem direta, nosso objetivo foi demonstrar que a classificação automatizada, em seu estado atual, deve ser vista com ressalvas. Para tanto,

realizamos e apresentamos um teste onde utilizamos uma seleção de arquivos com vocalizações previamente identificadas manualmente pelos autores deste ensaio (com validação cega por dois ou mais autores), e testamos dois softwares comerciais de identificação automatizada com classificadores disponíveis para a região Neotropical: Kaleidoscope Pro (Wildlife Acoustics, USA) e SonoChiro® 3.0 (Biotope, France). No caso do Kaleidoscope Pro utilizamos duas versões (2.2.1 com o classificador 2.1.0Beta6 e versão 4.0.3 com o classificador 3.1.3) para aferirmos a sua evolução na correção de identificação das espécies. Foram utilizados 71 arquivos (com 72 identificações possíveis) referentes a um total de 47 taxa pertencentes a 9 famílias (Tabela 1).

As gravações no formato .wav foram renomeadas com códigos para não influenciar o pesquisador, e foram analisadas e classificadas pelas duas versões do Kaleidoscope Pro e pelo SonoChiro. Nas duas versões do Kaleidoscope Pro, utilizamos o seu classificador correspondente (Bats of Neotropics, região Brasil) em modo *conservador*, definindo os seguintes parâmetros como sinal de interesse: Frequência 8-250 kHz; Duração 1-500 ms; Número mínimo de pulsos = 1. No SonoChiro foram utilizados os seguintes parâmetros: Sensibilidade 7 e Duração mínima do pulso 0,2 ms. O output gerado por cada software foi comparado com a identificação manual já conhecida de cada arquivo, para se verificar as percentagens de identificações corretas, incorretas e não-identificações. Note-se que ambos os softwares retornam um percentual ou índice de confiança na identificação realizada: 0 (confiança mínima) a 1 (confiança máxima) no Kaleidoscope Pro, e 0 (confiança mínima) a 10 (confiança máxima) no SonoChiro. Ao contrário do Kaleidoscope Pro, o SonoChiro apresenta também resultados ao nível da família, com grau de confiança que pode divergir daquele apresentado para o nível específico. Para efeitos de comparação entre os softwares,

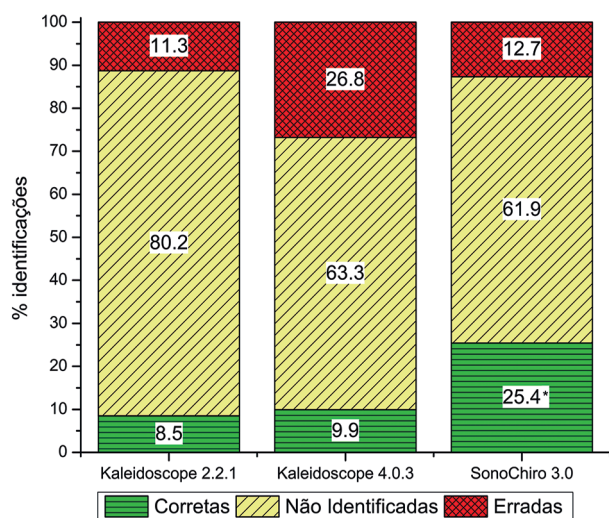


Figura 1: Percentagem de acerto (correta), erro (errada) e sem identificação (não identificada) em todas as gravações testadas nos softwares Kaleidoscope Pro (versão 2.1.1 com classificador dos morcegos neotropicais 2.1.0beta6 e versão 4.0.3 com classificador dos morcegos neotropicais 3.1.3) e SonoChiro (versão 3.0). (*) 14,1% das identificações corretas do SonoChiro 3.0 são referentes a identificação ao nível de família.

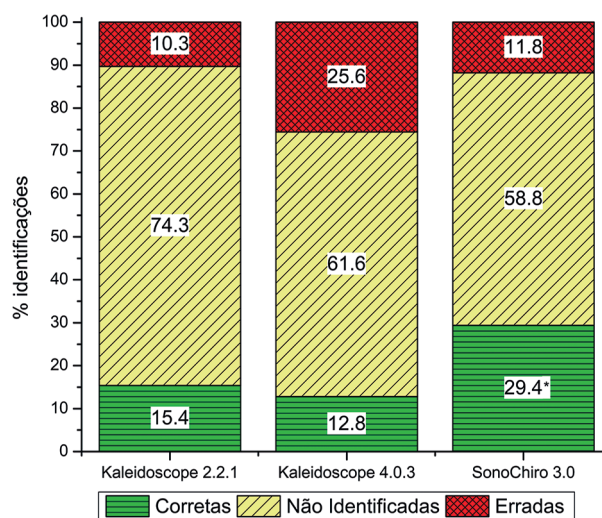


Figura 2: Percentagem de acerto (correta), erro (errada) e sem identificação (não identificada) nas gravações contendo espécies presentes na base de dados dos softwares Kaleidoscope Pro (versão 2.1.1 com classificador dos morcegos neotropicais 2.1.0beta6 e versão 4.0.3 com classificador dos morcegos neotropicais 3.1.3) e SonoChiro (versão 3.0). (*) 13,7% das identificações corretas do SonoChiro 3.0 são referentes a identificação ao nível de família.



Tabela 1: Lista de espécies e número de gravações utilizadas neste trabalho, com a localidade onde foram gravadas (Localidades: BA = Bahia, Brasil; CE = Ceará, Brasil; ES = Espírito Santo, Brasil; MS = Mato Grosso do Sul, Brasil; GF = Guiana Francesa; PE = Pernambuco, Brasil; RN = Rio Grande do Norte, Brasil. Referências bibliográficas: 1 = Jung *et al.*, 2007; 2 = Barataud *et al.*, 2013; 3 = Hintze *et al.*, 2016; 4 = Jung & Kalko, 2011; 5 = Jung *et al.*, 2014; 6 = Ochoa *et al.*, 2000; 7 = Arias-Aguilar *et al.*, submitted; 8 = Rydell *et al.*, 2002; 9 = Falcão *et al.*, 2015; 10 = Barbier *et al.*, *in prep.*; 11 = López-Baucells *et al.*, 2014; 12 = Guillén-Servent & Ibáñez, 2007; 13 = Mora *et al.*, 2004; 14 = Siemers *et al.*, 2001; 15 = Rodrigues & Bernard, *in prep.*; 16 = Mora & Torres, 2008; 17 = Hintze *et al.*, *in prep.*; 18 = Thoisy *et al.*, 2014; 19 = Smotherman & Guillén-Servent, 2008). ¹ Espécie presente na base de dados do Kaleidoscope Pro ² Espécie presente na base de dados do SonoChiro 3.0.

Espécies	Localidade	n gravações	n sinais total	Referências Bibliográficas
<i>Centronycteris maximiliani</i> ^{1,2}	GF; PE	2	8	1, 2, 3
<i>Cormura brevirostris</i> ²	GF	1	62	1, 2, 4
<i>Cynomops abrasus</i> ²	GF	1	3	2, 5
<i>C. paranus</i> ²	GF	1	3	2, 5
<i>C. planirostris</i> ²	GF	1	4	2, 4, 5
<i>Diclidurus albus</i> ^{1,2}	GF	1	3	1, 2
<i>D. ingens</i> ²	GF	1	3	1, 2
<i>D. scutatus</i> ²	GF	1	3	1, 2
<i>Eptesicus brasiliensis</i> ¹	MS	1	4	6, 7
<i>E. furinalis</i> ^{1,2}	BA	2	32	2, 7, 8
<i>Eumops auripendulus</i> ²	GF	1	4	2, 5
<i>E. hansae</i> ²	GF	1	3	7
<i>Eumops</i> sp. 1	PE	1	14	2, 4, 5
<i>Eumops</i> sp. 2	PE	1	11	2, 5
<i>Furipterus horrens</i> ²	BA; GF	2	14	2, 9
<i>Histiotus diaphanopterus</i>	PE	1	5	10
<i>Lasiurus ega</i> ^{1,2}	BA	1	7	5, 8, 11
<i>Lonchorhina aurita</i> ²	PE	1	12	2
<i>Molossops neglectus</i>	GF	1	4	5
<i>M. temminkii</i> ¹	MS	2	6	5, 12
<i>Molossus currentium</i>	PE	1	4	2, 4, 5
<i>M. molossus</i> ^{1,2}	MS	2	10	2, 4, 5, 13
<i>M. rufus</i> ^{1,2}	MS; PE	2	6	2, 4, 5
<i>Molossus</i> sp.	PE	1	5	2, 5
<i>Myotis albescens</i> ²	MS	1	14	7
<i>M. lavalii</i>	PE	1	5	7
<i>M. nigricans</i> ^{1,2}	MS	1	8	2, 4, 7, 14
<i>Myotis</i> sp.	PE	1	7	2, 14
<i>Natalus macrourus</i>	PE	1	8	7
<i>Neoplatymops mattogrossensis</i>	PE	1	8	5, 7, 15
<i>Noctilio albiventris</i> ²	MS	1	3	2, 4
<i>N. leporinus</i> ^{1,2}	PE; RN	4	37	2, 4
<i>Nyctinomops laticaudatus</i> ^{1,2}	MS	2	7	2, 4, 5, 16
<i>Peropteryx macrotis</i> ^{1,2}	RN	1	5	1, 2, 4, 8
<i>Peropteryx</i> sp.	PE	1	4	1, 2, 3
<i>P. trinitatis</i> ²	PE	1	5	1, 2, 3
<i>Promops centralis</i> ^{1,2}	ES; PE; RN	5	36	2, 4, 5, 17
<i>P. nasutus</i>	PE	3	10	2, 5, 7, 15
<i>Pteronotus gymnonotus</i> ^{1,2}	PE	4	63	4, 7
<i>P. parnellii</i> ^{1,2}	MS	1	4	4, 8, 18
<i>P. personatus</i> ^{1,2}	PE	1	3	4, 19
<i>Rhogeessa hussoni</i>	PE	1	5	7, 15
<i>Rhynchonycteris naso</i> ^{1,2}	GF	1	3	1, 2
<i>Saccopteryx bilineata</i> ^{1,2}	PE	4	59	1, 2, 3, 4
<i>Saccopteryx leptura</i> ^{1,2}	CE	1	4	1, 2, 4
<i>Saccopteryx</i> sp.	PE	3	14	3
<i>Thyroptera tricolor</i>	GF	2	4	2

consideramos apenas as identificações ao nível da espécie como “identificação correta”. Registramos também os arquivos com um nível de confiança na identificação automatizada superior a 80%, segundo cada software. Foram ainda verificadas as identificações de arquivos contendo espécies que constam da base de dados de

cada um dos softwares. Tal como Lemen *et al.* (2015) testamos também o nível de concordância nas identificações positivas (corretas e incorretas) entre as versões do Kaleidoscope Pro e o SonoChiro.

A análise dos resultados apontou que o nível de acurácia (% de identificações corretas) dos softwares



foi bastante baixo (Figura 1). O software Kaleidoscope Pro (versão atual) apenas identificou corretamente 7 de 72 identificações possíveis (Figura 1; Tabela 2). Enquanto que o SonoChiro, embora tenha tido uma melhor performance, identificou corretamente apenas 8 de 72 identificações possíveis (até 18 identificações corretas, se considerarmos as identificações corretas ao nível da família) (Figura 1; Tabela 2).

Comparando as duas versões do Kaleidoscope Pro, a versão mais recente conseguiu identificar uma maior percentagem de arquivos em relação à versão mais antiga, embora o percentual de identificações corretas entre as duas versões tenha sido similar (Figura 1; Tabela 2). No entanto, e surpreendentemente, o nível de identificações incorretas aumentou muito da versão antiga para a atual (Figura 1; Tabela 2). Em alguns casos, a versão antiga demonstrou um nível de acurácia na identificação muito superior à atual, como no caso de gravações de *Saccopteryx bilineata*, *Molossus molossus* e *Noctilio leporinus* (Tabela 2). As melhorias registradas da versão antiga para a atual resumiram-se às identificações de *Myotis nigricans*, *Rhynchonycteris naso* e *Pteronotus gymnotus* (Tabela 2). O SonoChiro também apresentou um percentual elevado de identificações erradas, onde de um total de 38,1% de arquivos tidos como identificados, 12,7% foram identificados incorretamente (Figura 1).

Se considerarmos apenas os arquivos contendo espécies que constam na base de dados de cada um dos softwares, detectamos apenas uma pequena melhoria na performance (Figura 2; Tabela 2). As versões do Kaleidoscope Pro (antiga e nova) identificaram corretamente apenas seis e cinco espécies, respectivamente, em 39 possíveis (Figura 2; Tabela 2). Enquanto que o SonoChiro identificou corretamente apenas 15 gravações em 51 gravações (Figura 2; Tabela 2). No entanto, as percentagens de identificações incorretas do Kaleidoscope Pro e do SonoChiro continuaram elevadas (Figura 2).

Utilizando apenas os arquivos onde, segundo os softwares, os níveis de confiança na identificação automatizada foram superiores a 80%, a percentagem de identificações incorretas foi de 11,1% na versão mais atual do Kaleidoscope Pro (oito identificações incorretas), enquanto que no SonoChiro foi de 8,3% (seis identificações incorretas) (Tabela 2). A versão mais antiga do Kaleidoscope só assinalou um nível de confiança superior a 80% numa gravação corretamente identificada como *Eptesicus furinalis* (Tabela 2).

O nível de concordância entre os softwares Kaleidoscope Pro e SonoChiro foi extremamente reduzido. Em apenas uma gravação do total de 71 gravações (1,4%) obtivemos a mesma classificação dos softwares (Tabela 2). Entre a versão antiga do Kaleidoscope Pro e o SonoChiro houve apenas duas identificações concordantes (2,8%) (Tabela 2).

Os resultados aqui apresentados são preocupantes, sublinhando a necessidade destes softwares e seus classificadores passarem por muito aperfeiçoamento e testes de validação antes de serem propagandeados no mercado para amplo uso na identificação acústica de

morcegos no Brasil. É, no entanto, de destacar a atenção dos criadores do software SonoChiro para com os seus utilizadores; com efeito, no momento da disponibilização, os criadores reconhecem a limitação do software relativamente a morcegos Neotropicais. Exatamente devido à inexistência de bibliotecas completas de chamados destas espécies, reconhecem ainda que alguns grupos ou gêneros se encontram mais sujeitos a viés de identificação. Preocupante também é o decréscimo no percentual de identificações corretamente identificadas entre as versões do Kaleidoscope Pro, uma vez que se esperaria que versões posteriores fossem capazes de corrigir problemas experimentados por versões mais antigas. Nossa análise não foi exaustiva, mas nos parece claro que, quando não tratados com o devido cuidado e sob supervisão de pessoas experientes e capacitadas em acústica de quirópteros, os resultados produzidos por estes softwares, mesmo quando utilizando apenas as identificações que apresentam grau de confiança elevado, devem ser considerados com muita cautela. Encontramos também um nível extremamente baixo de concordância entre as identificações dos dois softwares analisados. Este resultado ressalta o mesmo tipo de problema já levantado por Lemen *et al.* (2015): a falta de resultados consistentes e livres de viés, que seria uma das supostas vantagens que estes programas poderiam trazer em relação à identificação manual. Sem a devida supervisão, em vez de obter resultados que representam a realidade dos habitats estudados, corremos o risco de efetuar estimativas de diversidade de espécies de quirópteros e seus padrões de atividade que são apenas reflexo do software utilizado (Lemen *et al.*, 2015; Russo & Voigt, 2016). Os riscos da utilização destes softwares diminuem quando os utilizadores têm uma abordagem crítica, verificando quais as espécies que ocorrem na sua área de estudo, região e País. Desta forma, consultando o banco de dados dos softwares em causa, se verificará que nas suas gravações podem constar espécies que o software não tem em conta, identificando erroneamente ou não as assinalando.

Além da qualidade das identificações em si, nos preocupa também as consequências do uso destas identificações errôneas. Hoje, o licenciamento ambiental, seja relacionado à pré- ou pós-instalação de parques eólicos ou outras grandes infraestruturas, ou ainda como o cumprimento de condicionantes de compensação ambiental é um dos maiores mercados para a gravação e análise de sinais de ecolocalização de morcegos no Brasil. Em termos de distribuição e conservação das espécies, identificações incorretas e subestimativas grosseiras podem ser mais lesivas do que uma não-identificação dos arquivos (Russo & Voigt, 2016). De forma similar, a descrição de padrões de atividade ou de uso de habitat baseados em dados incorretos e que subestimem os reais impactos das infraestruturas sobre a fauna de morcegos tem alto potencial de influência sobre processos de liberação de licenças de instalação. Assim, especialmente no caso do licenciamento ambiental, a classificação automatizada de sinais de ecolocalização deve ser vista com mais ressalvas ainda. Os órgãos licenciadores precisam



Tabela 2: Gravações utilizadas nos testes realizados comparando a identificação acústica prévia e as identificações automatizadas realizadas nas duas versões do Kaleidoscope Pro (2.2.1 e 4.0.3) e no SonoChiro 3.0. Com asterisco (*), estão assinaladas as identificações automatizadas fornecidas por cada software com um nível de confiança mínimo de 80%. (NI = Não identificado). ¹ Espécie presente na base de dados do Kaleidoscope Pro ² Espécie presente na base de dados do SonoChiro 3.0.

Arquivo	ID	Kaleidoscope Pro 2.2.1	Kaleidoscope Pro 4.0.3	SonoChiro 3.0
1	<i>C. maximiliani</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Saccopteryx bilineata</i> *
2	<i>C. brevirostris</i> ²	<i>Molossus rufus</i>	<i>Promops centralis</i>	<i>Cormura brevirostris</i> *
3	<i>C. maximiliani</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
4	<i>F. horrens</i> ²	NI	NI	<i>Natalus</i> spp.*
5	<i>C. abrasus</i> ²	NI	NI	NI
6	<i>E. auripendulus</i> ²	NI	<i>Eumops glaucinus</i> *	<i>Eumops auripendulus</i> *
7	<i>E. hansae</i> ²	NI	<i>Lasiurus cinereus</i> *	Molossidae*
8	<i>N. leporinus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
9	<i>P. gymnonotus</i> ^{1,2}	NI	<i>Pteronotus gymnonotus</i> *	NI
10	<i>E. brasiliensis</i> ¹	NI	NI	NI
11	<i>H. diaphanopterus</i>	NI	NI	NI
12	<i>M. molossus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
13	<i>M. molossus</i> ^{1,2}	<i>Molossus molossus</i>	<i>Peropteryx kappleri</i>	NI
14	<i>M. lavalii</i>	NI	NI	<i>Myotis nigricans</i>
15	<i>P. centralis</i> ^{1,2}	NI	NI	Vespertilionidae
16	<i>P. trinitatis</i> ²	NI	NI	<i>Peropteryx trinitatis</i> *
17	<i>S. leptura</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Saccopteryx leptura</i> *
18	<i>T. tricolor</i>	NI	NI	<i>Thyroptera</i> sp.*
19	<i>N. laticaudatus</i> ^{1,2}	NI	NI	Molossidae
20	<i>D. scutatus</i> ²	NI	NI	NI
21	<i>E. furinalis</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Eptesicus furinalis</i> *
22	<i>F. horrens</i> ²	NI	NI	<i>Natalus</i> spp.*
23	<i>D. albus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
24	<i>C. planirostris</i> ²	NI	<i>Lasiurus ega</i>	NI
25	<i>P. personatus</i> ^{1,2}	NI	NI	Moomopidae
26	<i>M. rufus</i> ^{1,2}	NI	NI	Molossidae
27	<i>M. rufus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
28	<i>M. temminkii</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Myotis riparius</i> *
29	<i>C. parvus</i> ²	NI	NI	Molossidae*
30	<i>P. nasutus</i>	NI	NI	NI
31	<i>L. ega</i> ^{1,2}	<i>Eptesicus furinalis</i>	<i>Eptesicus fuscus</i> *	NI
32	<i>M. albescens</i> ²	NI	NI	NI
33	<i>N. macrourus</i>	NI	NI	NI
34	<i>N. mattogrossensis</i>	NI	<i>Molossus molossus</i>	NI
35	<i>M. nigricans</i> ^{1,2}	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Myotis nigricans</i>	NI
36	<i>N. albiventris</i> ²	NI	NI	NI
37	<i>N. leporinus</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Noctilio leporinus</i> *
38	<i>P. centralis</i> ^{1,2}	<i>Molossus rufus</i>	<i>Tadarida brasiliensis</i>	NI
39	<i>P. gymnonotus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
40	<i>R. hussoni</i>	NI	NI	NI
41	<i>P. parnellii</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
42	<i>Saccopteryx</i> sp.	NI	NI	NI
43	<i>R. naso</i> ^{1,2}	NI	<i>Rhynchonycteris naso</i> *	NI
44	<i>N. laticaudatus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
45	<i>Peropteryx</i> sp.	NI	NI	NI
46	<i>D. ingens</i> ²	<i>Lasiurus cinereus</i>	<i>Lasiurus cinereus</i>	NI
47	<i>M. neglectus</i>	NI	NI	NI
48	<i>M. currentium</i>	NI	NI	NI
49	<i>P. macrotis</i> ^{1,2}	NI	<i>Eptesicus furinalis</i> *	NI
50	<i>P. nasutus</i>	NI	<i>Myotis nigricans</i>	NI
50	<i>P. gymnonotus</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
51	<i>S. bilineata</i> ^{1,2}	NI	NI	<i>Saccopteryx leptura</i> *
52	<i>Saccopteryx</i> sp.	NI	NI	NI
53	<i>P. nasutus</i>	NI	<i>Peropteryx kappleri</i> *	NI
54	<i>P. centralis</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
55	<i>T. tricolor</i>	NI	NI	NI



Arquivo	ID	Kaleidoscope Pro 2.2.1	Kaleidoscope Pro 4.0.3	SonoChiro 3.0
56	<i>M. temminckii</i> ¹	NI	NI	<i>Saccopteryx canescens</i>
57	<i>Molossus</i> sp.	NI	NI	NI
58	<i>P. centralis</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
59	<i>Saccopteryx</i> sp.	<i>Centronycteris centralis</i>	<i>Centronycteris centralis</i>	NI
60	<i>P. centralis</i> ^{1,2}	NI	NI	NI
61	<i>Myotis</i> sp.	NI	NI	NI
62	<i>Eumops</i> sp. 1	NI	<i>Eumops glaucinus</i>	Molossidae
63	<i>Eumops</i> sp. 2	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	<i>Eumops glaucinus</i> *	Molossidae*
64	<i>E. furinalis</i> ^{1,2}	<i>Eptesicus furinalis</i> *	<i>Eptesicus furinalis</i> *	<i>Eptesicus furinalis</i> *
65	<i>L. aurita</i> ²	NI	<i>Noctilio leporinus</i> *	NI
66	<i>P. gymnonotus</i> ^{1,2}	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	NI
67	<i>N. leporinus</i> ^{1,2}	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Pteronotus gymnonotus</i> *	<i>Noctilio leporinus</i> *
68	<i>N. leporinus</i> ^{1,2}	NI	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	<i>Noctilio leporinus</i> *
69	<i>S. bilineata</i> ^{1,2}	<i>Saccopteryx bilineata</i>	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Saccopteryx</i> sp.*
70	<i>S. bilineata</i> ^{1,2}	<i>Saccopteryx bilineata</i>	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Saccopteryx</i> sp.*
71	<i>S. bilineata</i> ^{1,2}	<i>Saccopteryx bilineata</i>	<i>Noctilio leporinus</i>	<i>Saccopteryx leptura</i> *

ser notificados das grandes lacunas que ainda existem e nas implicações do mau uso destes softwares.

A capacitação de pessoal em bioacústica focada em morcegos é uma condição *sine qua non* para o uso deste tipo de metodologia em qualquer trabalho científico ou técnico no Brasil. A falta de oferta deste tipo de formação não é uma justificativa, uma vez que só entre 2014 e 2016 foram ofertados, pelo menos, seis cursos em Brasília, Minas Gerais, Pernambuco e Rio de Janeiro. Novos cursos serão ofertados e outros mais precisam ser oferecidos em outras regiões do Brasil. Adicionalmente, existe já ampla bibliografia que pode auxiliar na melhoria das identificações manuais ou automáticas supervisionadas, mesmo que ainda tenham restrições em termos de espécies e abrangência geográfica (para uma revisão ver Arias-Aguilar *et al.*, submetido).

Dado o potencial impacto de identificações incorretas, o investimento na difusão da capacitação em gravação e análise de sinais de ecolocalização deveria ser considerado prioridade para a conservação dos morcegos brasileiros. Mesmo no futuro, quando os programas de identificação automatizada estiverem bem afinados, ainda assim será necessário que estes programas sejam utilizados por pessoas experientes de forma a que a validação dos seus resultados tenha viés reduzido e seja realizada de forma crítica (Jennings *et al.*, 2008; Fritsch & Bruckner, 2014; Lemen *et al.*, 2015; Russo & Voigt, 2016; Rydell *et al.*, 2017). Quando em pleno funcionamento, estes softwares terão vantagens óbvias na velocidade de processamento de milhares de arquivos correspondentes a terabytes de informação acústica digital. No entanto, ainda não serão capazes de substituir recursos humanos experientes, essenciais para que os estudos apresentem melhor qualidade (Jennings *et al.*, 2008; Fritsch & Bruckner, 2014; Russo & Voigt, 2016; Rydell *et al.*, 2017).

Até que tenhamos mais pessoal qualificado para a gravação e análise de sinais de ecolocalização no Brasil, e até que a classificação efetuada pelos softwares possa ser considerada confiável, a adoção de melhores práticas precisa ser estimulada. Para evitar erros grosseiros sugerimos que:

- Trabalhos de campo incluindo monitoramentos acústicos devem ser efetuados utilizando metodologias e equipamentos adequados ao trabalho proposto e executado por pessoal experiente no estudo de quirópteros (*e.g.*, Ahlén & Baag, 1999; Barclay, 1999; Kunz & Parsons, 2009; Adams *et al.*, 2012);
- A identificação acústica, mesmo que automatizada não deve ser prontamente acatada como uma verdade absoluta, e deve ser sujeito a análise crítica por parte de pessoal qualificado, habilitado e experiente na área (mínimo de 1 ano de experiência com identificação de espécies) (*e.g.*, Ahlén & Baag, 1999; Jennings *et al.*, 2008; Fritsch & Bruckner, 2014; Russo & Voigt, 2016);
- A identificação acústica deve ter por base a bibliografia existente descrevendo as vocalizações, e suportada por boas bibliotecas de vocalizações da região em estudo, para que as identificações contenham o menor número de erros possível (Ahlén & Baag, 1999; Waters & Gannon, 2004; Russo & Voigt, 2016);
- A literatura de suporte às identificações automatizadas ou à identificação manual deve ser claramente apontada (*e.g.*, Ahlén & Baag, 1999; Barclay, 1999; Waters & Gannon, 2004; Kunz & Parsons, 2009; Walters *et al.*, 2013);
- No caso de licenciamento ambiental, os órgãos competentes devem, por obrigação legal, exigir que os estudos sejam assinados por técnicos/biólogos experientes e devidamente capacitados em bioacústica de morcegos;
- A criação de uma comissão de Bioacústica de Morcegos dentro da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros, para a definição de métodos/práticas adequadas a cada tipo de estudo de licenciamento ambiental no Brasil é urgente;
- Ainda no licenciamento ambiental, tanto os sinais originalmente gravados quanto o output de identificação devem ser organizados em um repositório público (biblioteca de sons), sem restrições e passíveis de validação por pessoal qualificado.



Ressaltamos que acreditamos que a utilização de sinais de ecolocalização é uma ferramenta fundamental para o avanço do conhecimento sobre os morcegos brasileiros. Seu uso (mas não o mau uso!) deve ser estimulado e constantemente melhorado no país. Neste processo, ganharão os morcegos e a ciência brasileira.

AGRADECIMENTOS

F. Hintze e A. Arias-Aguillar são suportados, respectivamente, por bolsas de doutorado e mestrado da CAPES. E. Bernard e LMS Aguiar são suportados por uma bolsa de produtividade do CNPq. Agradecemos a Vincent Rufay pela disponibilização do software SonoChiro e pelo continuado apoio na identificação de espécies Neotropicais. Agradecemos também ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, aos Programas de Pós-Graduação em Biologia Animal e Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade de Brasília, e ao Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro, pelo apoio institucional ao nosso trabalho com morcegos brasileiros. Queremos agradecer também a dois revisores anônimos pelas suas sugestões e comentários.

REFERÊNCIAS

- Abbott IM, Sleeman DP, Harrison S. 2009. Bat activity affected by sewage effluent in Irish rivers. *Biological Conservation* 142(12): 2904-2914. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.012>.
- Adams AM, Jantzen MK, Hamilton RM, Fenton MB. 2012. Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution* 3(6): 992-998. <http://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00244.x>.
- Adams MD, Law BS, Gibson MS. 2010. Reliable Automation of Bat Call Identification for Eastern New South Wales, Australia, Using Classification Trees and AnaScheme Software. *Acta Chiropterologica* 12(1): 231-245. <http://doi.org/10.3161/150811010x504725>.
- Ahlén I, Baag HJ. 1999. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica* 1(2): 137-150. [www.zmuc.dk/verweb/STAFF/Hans B – Use of ultrasound detectors.pdf](http://www.zmuc.dk/verweb/STAFF/Hans%20B%20-%20Use%20of%20ultrasound%20detectors.pdf).
- Arlettaz R, Jones G, Racey PA. 2001. Effect of acoustic clutter on prey detection by bats. *Nature* 414(6865): 742-745. <http://doi.org/10.1038/414742a>.
- Armitage DW, Ober HK. 2010. A comparison of supervised learning techniques in the classification of bat echolocation calls. *Ecological Informatics* 5(6): 465-473. <http://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.08.001>.
- Barataud M, Giosa S, Leblanc F, Rufay V, Disca T, Tillon L, Delaval M, Haquart A, Dewynter M. 2013. Identification et écologie acoustique des chiroptères de Guyane Française. *Le Rhinologue* 19: 103-145. <http://goo.gl/h0uYhI>.
- Barclay RM. 1999. Bats are not birds: a cautionary note on using echolocation calls to identify bats: a comment. *Journal of Mammalogy* 290-296. <http://doi.org/10.2307/1383229>.
- Barclay RMR. 1983. Echolocation calls of emballonurid bats from Panama. *Journal of Comparative Physiology* 151(4): 515-520. <http://doi.org/10.1007/BF00605468>.
- Bernard E, Aguiar LMS, Machado RB. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review* 41(1): 23-39. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>.
- Falcão F, Ugarte-Núñez JA, Faria D, Caselli CB. 2015. Unravelling the calls of discrete hunters: acoustic structure of echolocation calls of furippterid bats (Chiroptera, Furippteridae). *Bioacoustics* 24(2): 175-183. <http://doi.org/10.1080/09524622.2015.1017840>.
- Fenton MB, Tennant DC, Wyszecski J. 1987. Using Echolocation Calls to Measure the Distribution of Bats: The Case of *Euderma maculatum*. *Journal of Mammalogy* 68(1): 142-144. <http://doi.org/10.2307/1381059>.
- Fenton MB, Whitaker Jr JO, Vonhof MJ, Waterman JM, Pedro WA, Aguiar L, Baumgarten JE, Bouchard S, Faria DM, Portfors CV. 1999. The diet of bats from Southeastern Brazil: the relation to echolocation and foraging behaviour. *Revista Brasileira de Zoologia* 16(4): 1081-1085. <http://doi.org/10.1590/S0101-81751999000400017>.
- Fritsch G, Bruckner A. 2014. Operator bias in software-aided bat call identification. *Ecology and Evolution* 4(13): 2703-2713. <http://doi.org/10.1002/ece3.1122>.
- Guillén-Servent A, Ibáñez C. 2007. Unusual echolocation behavior in a small molossid bat, *Molossops temminckii*, that forages near background clutter. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61(10): 1599. <http://doi.org/10.1007/s00265-007-0392-4>.
- Hintze F, Barbier E, Bernard E. 2016. Emballonuridae Gervais, 1855 (Chiroptera) of Reserva Biológica de Salinho (Atlantic Forest), in Brazil, revealed by echolocation. *Check List* 12(4): 1-9. <http://doi.org/10.15560/12.4.1925>.
- Jennings N, Parsons S, Pocock MJO. 2008. Human vs. machine: identification of bat species from their echolocation calls by humans and by artificial neural networks. *Canadian Journal of Zoology* 86(5): 371-377. <http://doi.org/10.1139/Z08-009>.
- Jennings NV, Parsons S, Barlow KE, Gannon MR. 2004. Echolocation calls and wing morphology of bats from the West Indies. *Acta Chiropterologica* 6(1): 75-90. <http://doi.org/10.3161/001.006.0106>.
- Jensen ME, Miller LA. 1999. Echolocation signals of the bat *Eptesicus serotinus* recorded using a vertical microphone array: effect of flight altitude on searching signals. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 47(1): 60-69. <http://doi.org/10.1007/s002650050650>.
- Jiang T, Wu H, Feng J. 2015. Patterns and causes of geographic variation in bat echolocation pulses. *Integrative Zoology* 10(3): 241-256. <http://doi.org/10.1111/1749-4877.12129>.
- Jones G, Parisi SMV. 1993. Bimodal Echolocation in Pipistrelle Bats: Are Cryptic Species Present? *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 251(1331): 119-125. <http://doi.org/10.1098/rspb.1993.0017>.
- Jones G. 1999. Scaling of echolocation call parameters in bats. *Journal of Experimental Biology* 202(23): 3359-3367. <http://jeb.biologists.org/jebio/202/23/3359.full.pdf>.
- Jung K, Kalko EK, Von Helversen O. 2007. Echolocation calls in Central American emballonurid bats: signal design and call frequency alternation. *Journal of Zoology* 272(2): 125-137. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00250.x>.
- Jung K, Kalko EKV. 2011. Adaptability and vulnerability of high flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions* 17(2): 262-274. <http://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00738.x>.
- Jung K, Molinari Js, Kalko EKV. 2014. Driving Factors for the Evolution of Species-Specific Echolocation Call Design in New World Free-Tailed Bats (Molossidae). *PLoS ONE* 9(1): e85279. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0085279>.
- Kalcounis-Rueppell MC, Payne VH, Boyko AL. 2007. Effects of wastewater treatment plant effluent on bat foraging ecology in an urban stream system. *Biological Conservation* 138(1-2): 120-130. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.04.009>.
- Kunz TH, Parsons S. 2009. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Law BS, Reinhold L, Pennay M. 2002. Geographic Variation in the Echolocation Calls of *Vespadelus* spp. (Vespertilionidae) from New South Wales and Queensland, Australia. *Acta Chiropterologica* 4(2): 201-215. <http://doi.org/10.3161/001.004.0208>.
- Lemen C, Freeman PW, White JA, Andersen BR. 2015. The Problem of Low Agreement among Automated Identification Programs for Acoustical Surveys of Bats. *Western North American Naturalist* 75(2): 218-225. <http://doi.org/10.3398/064.075.0210>.
- López-Baucells A, Rocha R, Fernández-Arellano G, Bobrowiec PED, Palmeirim JM, Meyer CFJ. 2014. Echolocation of the big red bat *Lasiurus egypticus* (Chiroptera: Vespertilionidae) and first record from the Central Brazilian Amazon. *Studies on Neotropical Fauna*



- and Environment 49(1): 18-25. <http://doi.org/10.1080/01650521.2014.907600>.
- MacSwiney MCG, Clarke FM, Racey PA. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology* 45(5): 1364-1371. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01531.x>.
- Marques JT, Ramos Pereira M, Palmeirim J. 2015. Patterns in the use of rainforest vertical space by Neotropical aerial insectivorous bats: all the action is up in the canopy. *Ecography* <http://doi.org/10.1111/ecog.01453>.
- Mora EC, Macías S, Vater M, Coro F, Kössl M. 2004. Specializations for aerial hawking in the echolocation system of *Molossus molossus* (Molossidae, Chiroptera). *Journal of Comparative Physiology A* 190(7): 561-574. <http://doi.org/10.1007/s00359-004-0519-2>.
- Mora EC, Torres L. 2008. Echolocation in the Large Molossid Bats *Eumops glaucinus* and *Nyctinomops macrotis*. *Zoological Science* 25(1): 6-13. <http://doi.org/10.2108/zsj.25.6>.
- Murray KL, Britzke ER, Robbins LW. 2001. Variation in Search-Phase Calls of Bats. *Journal of Mammalogy* 82(3): 728-737. <http://jmmamm.oxfordjournals.org/content/82/3/728>.
- O'Farrell MJ, Gannon WL. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy* 24-30. <http://doi.org/10.2307/1383204>.
- Obrist MK, Boesch R, Ckiger PF. 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68(4): 307-322. <http://doi.org/10.1515/mamm.2004.030>.
- Ochoa J, O'Farrell MJ, Miller BW. 2000. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica* 2(2): 171-183. <http://mammalogist.org/PDF/reprints/Pub069.pdf>.
- Roche N, Langton S, Aughney T, Russ JM, Marnell F, Lynn D, Catto C. 2011. A car-based monitoring method reveals new information on bat populations and distributions in Ireland. *Animal Conservation* 14(6): 642-651. <http://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2011.00470.x>.
- Russo D, Jones G. 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology* 258(1): 91-103. <http://doi.org/10.1017/s0952836902001231>.
- Russo D, Jones G. 2003. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26(2): 197-209. <http://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03422.x>.
- Russo D, Voigt CC. 2016. The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators* 66: 598-602. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.036>.
- Rydell J, Arita H, Santos M, Granados J. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoology* 257(01): 27-36. <http://doi.org/10.1017/S0952836902000626>.
- Rydell J, Nyman S, Eklöf J, Jones G, Russo D. 2017. Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological Indicators* 78: 416-420. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.023>.
- Schnitzler H-U, Kalko EK. 2001. Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience* 51(7): 557-569. <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/51/7/557.full>.
- Siemers BM, Kalko EK, Schnitzler H-U. 2001. Echolocation behavior and signal plasticity in the Neotropical bat *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Vespertilionidae): a convergent case with European species of *Pipistrellus*? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 50(4): 317-328. <http://doi.org/10.1007/s002650100379>.
- Smotherman M, Guillén-Servent A. 2008. Doppler-shift compensation behavior by Wagner's mustached bat, *Pteronotus personatus*. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123(6): 4331-4339. <http://doi.org/10.1121/1.2912436>.
- Thoisy BD, Pavan AC, Delaval M, Lavergne A, Luglia T, Pineau K, Ruedi M, Rufay V, Catzeffis F. 2014. Cryptic Diversity in Common Mustached Bats *Pteronotus cf. parnellii* (Mormoopidae) in French Guiana and Brazilian Amapa. *Acta Chiropterologica* 16(1): 1-13. <http://doi.org/10.3161/150811014X683228>.
- Walters C, Collen A, Lucas T, Mroz K, Sayer C, Jones K. 2013. Challenges of Using Bioacoustics to Globally Monitor Bats. Pp. 479-499. In Adams RA and Pedersen SC (Eds.), *Bat Evolution, Ecology, and Conservation*. Springer New York.
- Walters CL, Freeman R, Collen A, Dietz C, Brock Fenton M, Jones G, Obrist MK, Puechmaile SJ, Sattler T, Siemers BM. 2012. A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. *Journal of Applied Ecology* 49(5): 1064-1074. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02182.x>.
- Waters DA, Gannon WL. 2004. Bat call libraries: management and potential use. *Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis* (RM Brigham, E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, and HJGA Limpens, eds.). Bat Conservation International, Austin, Texas 150-157.
- Willig MR, Patterson BD, Stevens RD. 2003. Patterns of range size, richness, and body size in the Chiroptera. Pp. 580-621. In Kunz TH and Fenton MB (Eds.), *Bat ecology*. The University of Chicago Press, Chicago and London.

Submetido em 15/janeiro/2017

Aceito em 13/março/2017



História da Quiropterologia no Brasil

Adriano Lúcio Peracchi

Laboratório de Mastozoologia, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
E-mail: alperacchi@yahoo.com.br

Resumo: Esta contribuição sintetiza a história da quiropterologia no Brasil, desde os seus primórdios até a fundação da Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros.

Palavras-Chave: Desenvolvimento; Pesquisa; Pesquisadores; Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros; SBEQ.

Abstract: The history of bat research in Brazil. This contribution synthesizes the history of bat research in Brazil, from its beginnings to the establishment of the Brazilian Bat Research Society.

Key-Words: Brazilian Bat Research Society; Development; Research; Researchers; SBEQ.

Essa contribuição foi elaborada com base em Peracchi & Nogueira (2010), Vieira (1942) e subsídios proporcionados pela Wikipédia, a enciclopédia livre.

Já no início da exploração do território brasileiro pelos europeus, mereceram os quirópteros as primeiras observações. Os relatos mais antigos sobre morcegos no Brasil foram feitos para o estado do Rio de Janeiro pelos viajantes Hans Staden e Jean de Léry. O primeiro deles, que esteve em 1548 na região onde atualmente se encontra o município de Angra dos Reis, fez o seguinte relato que indica a ocorrência de *Desmodus rotundus* (É. Geoffroy, 1810): “Enquanto estive entre os selvagens, sugaram-me muitas vezes os dedos do pé. Ao acordar é que via então os dedos ensanguentados. Mas nos selvagens mordiam-lhes, em geral a cabeça (Staden, 1930: 174)”. A citação seguinte consta da também interessante narrativa do calvinista Jean de Léry, “Viagem à terra do Brasil”, originalmente publicada em 1578 (Léry, 1998: 26): “Nesse país existem morcegos do tamanho de nossas pequenas gralhas. Entram dentro das casas e se encontram alguém dormindo com o pé descoberto atacam logo o dedão e sugam não raro um púcaro de sangue sem que a vítima o perceba. Por isso quando despertávamos pela manhã muito nos admirávamos de ver sangue nas roupas de cama e nas adjacências. Mas os selvagens não se incomodam em absoluto com isso e ainda caçoam dos que são mordidos. Deu-se o caso comigo e além do motejo de que fui vítima, durante dois ou três dias senti dificuldade em calçar-me por ter ofendida a extremidade do dedão, embora não fosse grande a dor”. Léry chegou ao Brasil em 1576 e depois de expulso do forte de Villegaignon com outros protestantes, ficou na baía da Guanabara por mais dois meses, na companhia dos índios tupinambás.

Pouco se sabe sobre as circunstâncias da vinda ao Brasil do português Gabriel Soares de Sousa ou a respeito dos 17 anos em que viveu na colônia, bem como das condições em que colheu as informações sobre a costa

do Brasil e a capitania da Bahia de Todos os Santos. Há indícios de que, quando decidiu desembarcar no litoral baiano, provavelmente em 1569, fazia parte de uma frota que partiu de Lisboa em direção a Monomotapa, atual Moçambique, com a finalidade de explorar as cobiçadas minas africanas. Fixando moradia ao sul do Recôncavo Baiano, tornou-se um dos homens principais da capitania, proprietário de gado e benfeitorias. Em meados da década de 1580, tendo herdado alguns mapas e pedras preciosas de seu irmão que falecera no Brasil, Gabriel deixava o Brasil, rumo à Espanha, com a intenção de solicitar ao rei Filipe II (I de Portugal) apoio à sua empreitada de exploração das terras para além do Rio São Francisco, em busca de riquezas minerais. Foi durante o tempo em que esperava, em Madri, o despacho real a respeito de suas solicitações, que Gabriel escreveu suas observações sobre o Brasil no “Tratado Descritivo do Brasil” (1587). Ao abordar os animais encontrados na terra explorada, Gabriel Soares de Souza confundiu os morcegos com aves noturnas mencionando-os sob o nome indígena de “anduras” notando que alguns eram muito grandes, com tamanhos dentes como gatos, “com que mordem”. Observou-lhes também os hábitos, referindo que se criavam nos ocos das árvores e no interior dos engenhos em tal quantidade que chegavam a causar grande dano, comendo o açúcar e sujando-o com os excrementos.

O Padre Manuel Aires de Casal foi o autor do primeiro livro impresso no Brasil, em 1817, e dedicado ao rei D. João VI: “Corografia Brasília ou Relação Histórico-Geográfica do Reino do Brasil composta e dedicada a sua Majestade fidelíssima por um presbítero secular do Gram Priorado do Crato”. Nessa obra, ao tratar da Zoologia, o autor ainda inclui os morcegos entre as aves, considerando-os daninhos pois são “multiplicadíssimos por toda parte e alguns do tamanho de pombas, prejudiciais aos gados, a certas frutas e ainda às casas e templos, soltando borões de tinta negra, que não se lava, enquanto comem a baga da coirana”.



Somente em princípios do século XIX é que o zoólogo Maximilian Alexander Philipp, o príncipe de Wied-Neuwied, tratou os morcegos sob o ponto de vista científico. Foi um príncipe renano que esteve no Brasil, no início do século XIX, onde estudou a flora, a fauna e as populações indígenas. Contou com o apoio de dois auxiliares alemães Georg Wilhelm Freyreiss e Friedrich Sellow, com experiência em coleta e preparação de animais. Chegou no Brasil em 1815 e em 4 de agosto desse ano começou a sua viagem pelo leste do Brasil, pesquisando o litoral e regiões do interior do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e sul da Bahia, chegando a Salvador em 1817. Colecionou muitas espécies e observou-lhes os hábitos o que relata minuciosamente no “Reise nach Brasilien in den Jahren 1815 bis 1817” publicado em 1820. No segundo volume da obra “Beiträge zur Naturgeschichte Brasiliens” publicado em 1826, descreveu dez espécies novas de quirópteros coletadas nessas expedições, reproduzidas em magníficas estampas coloridas no “Abbildungen zur Naturgeschichte Brasiliens” (Weimar, 1823-1831).

Johann Baptist Ritter von Spix nasceu em 1781 na pequena cidade de Höchstädt an der Aisch, Baviera, Alemanha. Em 1804 iniciou estudos em Medicina e Ciências Naturais e em 1807 doutorou-se em Medicina. No ano seguinte foi contratado pelo rei Maximiliano José I, para organizar o Gabinete de Zoologia da Academia Real de Ciências de Munique. Antes de assumir essa atividade o rei o enviou para Paris custeando os seus estudos por dois anos no que era então o centro da Zoologia e que permitiu que Spix convivesse com Cuvier, Lamarck e Saint-Hilaire. Spix foi o primeiro zoólogo a pesquisar a região amazônica. Quando retornou à Europa elaborou um inventário minucioso sobre a natureza brasileira. Mesmo com a saúde abalada trabalhou incansavelmente e produziu várias publicações relevantes sobre alguns grupos zoológicos. Assim merece destaque a obra “Simiarum et Vespertilionum Brasiliensium, Species Novae” onde são descritas 19 espécies novas, classificando-as em duas grandes famílias, Anistophori e Istiophori. Entretanto, sua publicação mais conhecida é “Reise in Brasilien” (1823, 1828, 1831 [Viagem pelo Brasil]), obra escrita em parceria com Carl Friedrich Philipp von Martius. Spix e Martius vieram para o Brasil em 1817, com um grupo de naturalistas austríacos, acompanhando Maria Leopoldina da Áustria, mas logo deixaram o grupo e por conta própria viajaram pelo Brasil.

A obra “Reise in Brasilien” é fruto das pesquisas realizadas durante a expedição de Spix e Martius pelo interior do Brasil, uma viagem de exploração científica que percorreu 10.000 km, partindo do Rio de Janeiro, seguiu para São Paulo e Minas Gerais, embrenhando pelo sertão e subindo o rio São Francisco até os limites de Goiás. Passaram pela Bahia e Pernambuco, atravessaram a Caatinga, sofreram diferentes doenças e por várias vezes quase morreram de sede. Visitaram as províncias do Piauí e Maranhão. De lá seguiram para Belém do Pará, chegando ao rio Amazonas Spix seguiu de Tabatinga para as proximidades da fronteira com o Peru, e de Manaus subiu o Rio Negro. Martius subiu de barco o

rio Japurá e daí trouxe duas crianças indígenas, de duas tribos diferentes: Juri e Miranha, que foram batizadas com os nomes de Johannes e Isabella. Spix e Martius retornaram em 1820 para Munique com vultoso material coletado. Martius produziu a obra mais completa sobre a flora brasileira, a conhecida “Flora Brasiliensis” e Spix cuidou especialmente de fazer o inventário sobre a fauna brasileira.

François Louis Paul Gervais, em 1855, estudando o material zoológico coletado pela expedição do Conde Castelnau à América do Sul, publicou “Documents Zoologiques pour servir à la Monographie des Chiróptères Sud-américains”, insertos na sétima parte da volumosa obra “Expéditions dans l’Amérique du Sud sous la direction du Comte de Castelnau”. Nesse notável trabalho, além de descrever quarenta espécies de morcegos brasileiros, alguns dos quais até então desconhecidos, classificou os quirópteros sul-americanos em duas grandes famílias: Phyllostomidae, subdividida nas tribos Desmodina, Stenodermina, Glossophagina e Vampyrina; Vespertilionida, subdividida em Noctilionina, Molossina, Emballonurina, Nycticeina e Vespertilionina.

Em 1817 o imperador Francisco da Áustria financiou uma expedição ao Brasil por ocasião do casamento de sua filha, Maria Leopoldina de Áustria com o Príncipe herdeiro, Dom Pedro de Alcântara, que mais tarde viria tornar-se Imperador do Brasil. Johann Natterer foi o zoólogo da expedição e viajou com outros naturalistas, incluindo Spix e Martius e permaneceu na América do Sul por 18 anos, até 1835. Não existem trabalhos publicados de suas expedições e suas anotações e os diários de viagem foram destruídos em um incêndio ocorrido em Viena durante a revolução de 1849. Entretanto, durante sua permanência no Brasil coletou 781 exemplares de mamíferos dos quais 48 quirópteros, que foram estudados e descritos por seu amigo Johann Andreas Wagner e posteriormente por Pelzeln no “Brasilische Säugethiere, Resultate von Johann Natterer’s Reisen in der Jahren 1817 bis 1835”, publicado em Viena em 1883, no tomo XXXIII de K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft. Segundo Rego (1982), Natterer não se limitou a coletar e preparar os vertebrados, mas também examinava o interior dos exemplares e suas vísceras, colhendo os seus parasitos. Enorme quantidade de material, quase 2.000 frascos de helmintos, serviu mais tarde para os estudos de renomados helmintologistas. Segundo Rego (loc. cit.), “... tudo o que se conhece de helmintologia no Brasil até o século XX é devido praticamente ao material coletado por Natterer”.

Hermann Burmeister, naturalista alemão, viajou em 1850 para o Rio de Janeiro, depois a Minas Gerais, atraído pela fauna de Lagoa Santa, onde passou cinco meses em companhia de Lund. Retornou à Europa em 1852 e descreveu no “Systematische Übersicht der Tiere Brasiliens”, volume Mammalia, 30 espécies colecionadas nas províncias de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Viajou duas vezes à Argentina para onde finalmente se mudou, assumindo a direção do Museu de Ciências de Buenos Aires, por 30 anos, até a sua morte.



Wilhelm Peters, naturalista alemão obteve o seu doutorado em zoologia. Exerceu as atividades de curador do Berlin Zoological Museum. Destaca-se entre os zoólogos antigos pelo grande número de espécies descritas com base em material colecionado no Brasil e enviado aos museus europeus.

John Edward Gray, zoólogo britânico que em 1824 inicia as suas atividades no Departamento de Zoologia do Museu Britânico e em 1840 assume a curadoria do mesmo, onde permanece até 1874. Publicou perto de 1.200 trabalhos, versando principalmente sobre zoologia. Um bom número de contribuições foram dedicadas aos morcegos neotropicais.

Glover Morill Allen, zoólogo americano que estudou na Universidade de Harvard, passou a lecionar lá mesmo zoologia depois de graduado. Ocupou a posição de curador dos mamíferos do Museum of Comparative Zoology. Foi presidente da American Society of Mammalogists de 1927 a 1929. Autor do clássico "Bats", publicado em 1939 pela Harvard University Press, Cambridge e re-impresso pela Dover Publications INC., New York, em 1962.

George Edward Dobson, em 1878, no seu clássico "Catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum", descreveu 400 espécies de morcegos provenientes das mais diversas regiões do mundo e as descrições apresentadas, com poucas exceções, são originais e foram tomadas diretamente dos tipos ou de exemplares comparados com os tipos. Para o Brasil foram descritas setenta e seis espécies, compreendidas em três grandes famílias: Vespertilionidae, com os grupos Miniopteri e Vespertiliones; Emballonuridae com Furiidae, Emballonurae, Diclidurae, Noctiliones e Molossi com Mormops, Vampiri, Glossophagae, Stenodermata e Desmodontes.

Herluf Winge, em 1883, depois de examinar o material obtido por Lund nos arredores de Lagoa Santa, estado de Minas Gerais, e atualmente integrando as coleções do Museu Zoológico da Universidade de Copenhagen, enumerou trinta espécies fósseis e trinta e cinco atuais, descritas no "Jordfundne og nulevende Flagermus (Chiroptera) fra Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasilien".

Hermann Friedrich Albrecht von Ihering formou-se em medicina pelas universidades de Berlim e Göttingen e passou a estudar zoologia e geologia, recebendo o título de doutor em 1876. Era professor de zoologia em Leipzig quando veio para o Brasil em 1860, para se dedicar às pesquisas patrocinadas pelo Governo Imperial. Naturalizado brasileiro, mudou-se para São Paulo em 1892 a fim de fundar o Museu Paulista, dedicado à história natural, do qual foi diretor por 25 anos. Foi também fundador do Jardim Botânico. Afastado da direção do Museu Paulista quando eclodiu a Primeira Grande Guerra, por causa da sua origem alemã, mudou-se para o sul do país e posteriormente para o Chile e Argentina, onde igualmente lecionou zoologia. Retornou a Alemanha em 1924. No seu "Catálogo dos mamíferos de São Paulo", 1893, citou vinte e cinco espécies de morcegos ocorrendo naquele estado. Nos "Mamíferos do Rio Grande do Sul", Porto

Alegre, 1895, descreveu dezessete formas por ele achadas naquele estado.

Émil August Goeldi, zoólogo suíço, frequentou as universidades de Leipzig e Jena e formou-se pela última, onde defendeu sua tese de doutorado. No final de 1884 foi convidado por Ladislau Neto, então diretor do Museu Imperial, para trabalhar naquela instituição e em novembro desse ano desembarcou no Rio de Janeiro. Inicialmente desenvolveu atividades como subdiretor da seção de Zoologia e em janeiro de 1885 assume efetivamente aquela função. Em 1886 recebe do Ministério dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas a incumbência de estudar uma praga que assolava os cafezais da Província do Rio de Janeiro. Em 1889 afasta-se de suas funções no Museu Imperial. Em 1894 foi convidado por Lauro Sodré, governador do Estado do Pará para a direção do Museu Paraense de História Natural e Etnografia, fundado em 1871 e que encontrava-se em processo de reorganização. Desembarcou em Belém em 7 de junho de 1894, justamente numa época de prosperidade e valorização dos museus e da extração da borracha na Amazônia. Goeldi ocupa a direção do Museu de 1894 a 1907 tendo desenvolvido profícuo trabalho de exploração da Amazônia e incorporação de expressivo material ao acervo científico da instituição. Em 31 de dezembro de 1899 o Governo do Pará mudou o nome do Museu para Museu Emilio Goeldi. Em 1907 Goeldi deixa o Pará definitivamente, alegando problemas de saúde e preocupações relacionadas com a educação de seus filhos. Antes de embarcar para a Suíça foi nomeado por Augusto Montenegro, governador do estado do Pará, diretor honorário do Museu Emilio Goeldi, instituição para a qual havia dedicado 13 anos de sua vida. Na longa lista de trabalhos escritos por Goeldi, destacam-se a "Monografia dos Mamíferos do Brasil" (Monografias Brasileiras I), Rio de Janeiro, 1893", onde são listadas quarenta espécies de quirópteros, acompanhadas das descrições, bem como os hábitos de algumas delas e a contribuição: "Pródromo de um catálogo crítico, comentado da coleção de mamíferos do Museu do Pará (1894-1903)" em coautoria com G. Hagmann – Bol. Mus. Goeldi 4(1): 38-122, 1904 – onde são listadas 22 espécies.

Uma coleção de quirópteros feita por Ricardo Krohn no litoral paulista foi estudada e descrita por Adolf Pira, de Estocolmo, em 1905, no "Zoologischer Anzeiger", volume XXVIII, página 12, sob o título "Über Fledermause von São Paulo".

Outra coleção obtida por uma expedição austríaca ao norte e nordeste do Brasil em 1908, foi examinada por K. D. Toldt de Viena, que em 1926, publicou na revista Akademie Wissenchaften in Wien o resultado de seus estudos, mencionando apenas dez espécies encontradas nos estados do Pará, Piauí e Bahia.

Michael Rogers Oldfield Thomas trabalhou no British Museum of Natural History onde descreveu aproximadamente 2.000 espécies ou subespécies novas de mamíferos provenientes das mais variadas regiões do mundo. Somente em relação à região Neotropical publicou 137 trabalhos, o primeiro em 1880 e o último em 1929, a maioria no Museu Britânico, nos Annals and



Magazine of Natural History, London". Aposentou-se em 1923, mas continuou trabalhando ininterruptamente até 16 de junho de 1929, quando aos 71 anos de idade, foi encontrado no seu gabinete no museu, sentado em sua cadeira de trabalho, morto com um tiro na cabeça, um ano após o falecimento de sua esposa, duro golpe do qual nunca se recuperou. Os trabalhos de autoria de Thomas são fundamentais para os estudiosos dos morcegos neotropicais.

No princípio do século 20 aparecem as primeiras contribuições nacionais, destacando-se inicialmente aquela devida ao naturalista João Leonardo Lima, do Museu Paulista, que descreveu no seu minucioso trabalho "Os morcegos do Museu Paulista", publicado no tomo XIV da Revista daquele museu, as cinquenta e três espécies existentes nas respectivas coleções, das quais uma até então desconhecida.

No período de 1934 a 1936, uma série de contribuições pouco citadas na literatura científica foi publicada pelo assistente Esperidião de Queiroz Lima e pelo assistente-chefe, Sylvio Torres, médicos veterinários do Ministério da Agricultura e que trabalhavam na Estação Experimental de Deodoro, do Instituto de Biologia, do Departamento Nacional de Produção Animal, sediada na zona oeste do município do Rio de Janeiro. Esses pesquisadores produziram vários trabalhos envolvendo a participação dos morcegos hematófagos na transmissão da raiva paratífica dos herbívoros e de outras doenças (Lima, 1934a, b; Torres, 1934, 1935a, b, 1936; Torres & Lima, 1935, 1936).

Pouco mais tarde, Carlos Otaviano da Cunha Vieira publica o seu clássico trabalho, "Ensaio monográfico sobre os quirópteros do Brasil" (Vieira, 1942), onde assinala a ocorrência de 98 espécies de morcegos brasileiros reunidas em 56 gêneros, abordando caracteres morfológicos e a sistemática das mesmas. Treze anos mais tarde esse autor publicou a "Lista remissiva dos mamíferos do Brasil" onde incluiu 53 gêneros de quirópteros, englobando 105 espécies e apresentando a distribuição e a lista das principais sinonímias de cada uma (Vieira, 1955).

Em 1943, A. M. C. Proença publica o seu único trabalho sobre quirópteros, descrevendo *Myotis guaycuru*, com base em exemplar capturado em Salobra, Mato Grosso do Sul (Proença, 1943).

Em 1947, David E. Davis publica pequeno trabalho versando sobre alguns mamíferos de Teresópolis, RJ, incluindo quatro espécies de quirópteros (Davis, 1947).

Em 1951, Augusto Ruschi iniciou a publicação de contribuições sobre os quirópteros do Espírito Santo e suas pesquisas possibilitaram que mais quinze trabalhos fossem divulgados, todos no Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão. Em 1957 esse autor publicou, em coautoria com A. G. Bauer a "Classificação de quirópteros do Rio Grande do Sul" em publicação do Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, Porto Alegre.

Em 1957, Cory Teixeira de Carvalho inicia as suas publicações envolvendo os mamíferos. Assim, apresenta no Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, as suas observações sobre alguns mamíferos do Acre Ocidental. Contudo, nessa contribuição não aborda os quirópteros

o que só irá fazer em 1960 ao publicar observações sobre a visita de morcegos às flores (Carvalho, 1960). No ano seguinte discorre sobre os hábitos alimentares de Phyllostomidae (Carvalho, 1961). Em 1962 elabora a lista preliminar dos mamíferos do Amapá onde assinala 13 espécies de quirópteros para aquele território. Mais tarde publica a revisão dos Vespertilionídeos brasileiros (Carvalho, 1973) onde além de considerações taxonômicas sobre as espécies arroladas apresenta dados bionômicos.

Em 1966, Valdir Antônio Taddei inicia a sua graduação em História Natural na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto onde se dedica à zoologia sob a orientação do Prof. Luiz Dino Vizotto. Em 1973 obtém o título de doutor nessa mesma faculdade, defendendo a tese: "Phyllostomidae da região Norte-Occidental do Estado de São Paulo". Nesse mesmo ano publicou, em coautoria com Vizotto, a "Chave para determinação de quirópteros brasileiros", importante trabalho que se tornou um clássico para todos os que se iniciam no estudo dos morcegos. Esse pesquisador publicou 47 artigos sobre quirópteros, mormente nas áreas de taxonomia e reprodução, além de três capítulos de livros.

Em 1975, Ivan Sazima, da Universidade Estadual de Campinas publica a primeira contribuição sobre quirópteros, produzindo numerosos trabalhos sobre esses animais até 2003. As contribuições desse pesquisador versam principalmente sobre aspectos comportamentais e polinização de plantas por morcegos.

Em 1º de julho de 1977, Fernando Dias de Ávila Pires, publica em coautoria com Elio Gouvêa, o Boletim do Museu Nacional nº 291, versando sobre os mamíferos do Parque Nacional do Itatiaia e assinalando a ocorrência de 13 espécies de morcegos. Esses autores esclarecem que os quirópteros da coleção do Parque foram identificados por Cory Teixeira de Carvalho.

Na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Botucatu, Wilson Uieda publica seu primeiro trabalho com morcegos em 1977 e daí em diante produz diversas publicações sobre esses mamíferos, abordando principalmente frugivoria, morcegos hematófagos, comportamento alimentar e saúde pública.

No Rio Grande do Sul destaca-se a contribuição de Marta Elena Fabián que na década de 60 passou a colaborar com o Museu da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e que hoje milita no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Também nesse estado sulino merecem citação Rosane Vera Marques, bióloga da Divisão de Assessoramento Técnico da Procuradoria Geral de Justiça do Rio Grande do Sul; Susi Missel Pacheco, Diretora Presidente do Instituto Saúver e pesquisadora colaboradora do Laboratório de Virologia do Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor; e Ana Maria Rui do Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética da Universidade Federal de Pelotas.

No estado de Santa Catarina, Sérgio Luiz Althoff vem desenvolvendo pesquisas sobre os morcegos daquela unidade da federação. Gledson Vigiano Bianconi,



pesquisador do Instituto Neotropical e Professor do Instituto Federal do Paraná vem se dedicando às pesquisas sobre os morcegos frugívoros e sua participação na recuperação de áreas degradadas. Marcelo Oscar Bordignon, professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, vem desenvolvendo trabalhos relacionados com ecologia de morcegos. No Estado de Goiás, Marlon Zortéa vem desenvolvendo pesquisas na Universidade Federal de Goiás, versando sobre sistemática e ecologia de quirópteros.

Em 1957, Adriano Lúcio Peracchi ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e iniciou a sua formação como zoólogo trabalhando, inicialmente, com aranhas e depois com insetos. Em 1967 o Dr. Bernardo Villa Ramirez, da Universidad Autónoma do México, foi convidado pelo Governo Brasileiro a ministrar um curso de especialização sobre quirópteros e incentivar a formação de pessoal especializado no estudo desses mamíferos, visando a obtenção de subsídios sobre a bionomia dos morcegos e suas relações com o vírus rábico. Peracchi participa desse curso e assim começa sua caminhada na Mastozoologia. Pouco depois publica o primeiro trabalho sobre o assunto, versando sobre *Histiotus velatus* (Geoffroy, 1824), espécie até então pouco conhecida (Peracchi, 1968). Esse trabalho foi elaborado nas dependências da Cadeira de Zoologia Agrícola da Escola Nacional de Agronomia, que viria, mais tarde, se transformar no atual Laboratório de Mastozoologia da UFRRJ. Algum tempo depois o Prof. Sila Tenório de Albuquerque passou a colaborar com o Prof. Peracchi, sendo publicados alguns trabalhos sobre os quirópteros. A esses docentes veio se juntar o acadêmico Rogério Serrão Piccinini, que graças à bolsa de Iniciação Científica do CNPq, passou também a colaborar nos trabalhos em andamento. Pouco depois, Piccinini é transferido para a Faculdade de Veterinária do Ceará onde completa o seu curso de graduação em 1970 e somente em 1974 retorna ao km 47, onde novamente passa a colaborar com a equipe do Laboratório de Mastozoologia, sendo publicados vários trabalhos relacionados com o controle de morcegos hematófagos. Em meados de 1978, o biólogo Sérgio Furtado dos Reis passou a ser orientado pelo Prof. Peracchi no mestrado que vinha frequentando no Museu Nacional do Rio de Janeiro, tendo sido indicado para ocupar o cargo de professor assistente da área de Zoologia da UFRRJ logo após a obtenção do título de Pós-Graduação em 1980. A dissertação de mestrado do Prof. Sérgio deu origem a importante trabalho sobre biologia reprodutiva de morcegos (Reis, 1989). Entrementes, passaram a colaborar nos trabalhos do Laboratório de Mastozoologia, os Profs. Sansão Davi Luiz Raimundo e Antonio Marcus Tannure, sendo publicados outros trabalhos. Lamentavelmente a morte prematura de Sila Tenório de Albuquerque, Sansão Davi Luiz Raimundo, Antonio Marcus Tannure e Rogério Serrão Piccinini privou a Mastozoologia de competentes pesquisadores. Em 1981 Peracchi foi contatado na universidade por um jovem pesquisador, Nélito Roberto dos Reis, hoje professor titular de Ecologia da Universidade Estadual de Londrina, PR que, por sugestão do Dr. Paulo Emilio Vanzolini, do Museu de Zoologia

da USP procurou o Laboratório com a finalidade de ser orientado no doutorado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. O convite foi aceito e em decorrência estabeleceu-se uma profícua parceria que se estende por mais de 30 anos, traduzidos por numerosos trabalhos científicos publicados e vários livros editados. Com o advento, em 1995, do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia da UFRRJ, as pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Mastozoologia desse Instituto sofreram substancial impulso e excepcional aporte de material colecionado em decorrência de trabalhos de campo desenvolvidos em várias regiões do país, permitiram que a coleção de quirópteros depositada no Laboratório sofresse apreciável crescimento, contando hoje com mais de 15.000 exemplares o que a coloca em posição de destaque no cenário científico brasileiro. Cabe enaltecer que numerosos pesquisadores foram formados pelo Programa, merecendo destaque: Marcelo Rodrigues Nogueira, Isaac Passos de Lima, Ricardo Moratelli Mendonça da Rocha, Daniela Dias, Shirley Seixas Pereira da Silva, Sylvia Ceppas Teixeira, André Pol, Benedito das Neves Costa, Jefferson Simanas Mikalauskas, Juliana Cardoso de Almeida, Dayana P. Bolzan, Andrea Cecília Sicotti Maas, Mayara Almeida Martins e Luiz Antonio Costa Gomes. A partir de 2006, o Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal passou a receber também alunos do recém-criado Laboratório de Diversidade de Morcegos da UFRRJ, ao qual se associou Luciana de Moraes Costa. Esses pesquisadores vêm contribuindo de maneira excepcional para um melhor conhecimento dos quirópteros brasileiros.

Mais recentemente, em 1989, Carlos Eduardo Lustosa Esbérard iniciou na Fundação Jardim Zoológico do Rio de Janeiro o projeto intitulado "Morcegos Urbanos", mas que também explorou os quirópteros encontrados em diversas unidades de conservação do Estado, realizando numerosas coletas, reunindo apreciável acervo científico e publicando várias contribuições. De 2001 a 2006 esse pesquisador desenvolveu atividades no Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), tendo publicado diversos trabalhos em colaboração com docentes daquela Instituição. Em 2006 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para onde levou a coleção que organizou, passando assim a UFRRJ a contar com duas coleções de quirópteros. Esse pesquisador tem contribuído sobremaneira para o conhecimento da fauna de morcegos do país.

A região norte do estado do Rio de Janeiro passou a sediar, em meados de 1990, uma importante instituição pública de ensino superior, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), que em 1999 passou a contar com a participação do Professor Leandro Rabello Monteiro. Esse acadêmico vem conduzindo pesquisas com diversos grupos zoológicos e encontra hoje, nos morcegos, um de seus principais modelos de estudo.

Embora a tradição na Mastozoologia em importantes instituições de ensino e pesquisa no Estado do Rio de Janeiro, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro



(UFRJ) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), tenha sido, e continue sendo, o estudo sistemático e ecológico de pequenos mamíferos não-voadores (marsupiais e roedores), diversos pesquisadores com formação nesses grupos tem contribuído para a quiropterologia. Essa contribuição tem se dado não apenas através de publicações, como também em orientações e participações em bancas de trabalhos de conclusão de cursos de Graduação e Pós-Graduação. Aqui cabe destacar os nomes de Leila Maria Pessôa, Helena de Godoy Bergallo, Leandro de Oliveira Salles, Fernando Antônio dos Santos Fernandez e Carlos Eduardo de Viveiros Grelle, podendo ser citados também João Alves de Oliveira e Luiz Flamarion Barbosa de Oliveira.

Merecem citação pelos trabalhos desenvolvidos com quirópteros, dois médicos veterinários, Phyllis Catharina Romijn, pesquisadora da PESAGRO-RIO (Romijn *et al.*, 1996, 2003) e Prof. Renato Augusto da Silva, docente aposentado da UFRRJ que, juntamente com colaboradores, foi responsável pelo isolamento do vírus rábico em diferentes tecidos e órgãos de morcegos hematófagos e não hematófagos (Silva *et al.*, 1961; Silva & Souza, 1968a, b, c, d).

Sobressaem, no nordeste do Brasil, os trabalhos desenvolvidos por Deoclécio de Queiroz Guerra da Universidade Federal de Pernambuco, bem como as contribuições de Ludmilla Moura de Souza Aguiar e Jader Marinho Filho, do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, sobre os quirópteros e outros mamíferos do Cerrado brasileiro.

Na Universidade Federal de Lavras, MG, Renato Gregorin vem publicando contribuições sobre a sistemática de quirópteros e na Universidade Federal de Minas Gerais, Valéria da Cunha Tavares vem se dedicando à sistemática filogenética dos morcegos neotropicais. Nessa última universidade, Marco Aurélio Ribeiro de Mello vem estudando as interações entre animal-planta e as redes ecológicas envolvendo esses mamíferos.

Mais recentemente, com o advento dos cursos de Pós-Graduação em diversas instituições de ensino superior do país, formaram-se grupos de pesquisadores que vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisa de bom nível, explorando os mais diversos aspectos relacionados aos morcegos. Bom exemplo de trabalho realizado em parceria entre jovens pesquisadores é aquele que trata da descrição de uma nova espécie de *Histiotus* do Nordeste do Brasil (Feijó *et al.*, 2015). Deixamos de listar esses profissionais pois assim poderíamos, inadvertidamente, omitir nomes de importância para um melhor conhecimento dos quirópteros.

REFERÊNCIAS

- Carvalho CT. 1960. Das visitas de morcegos às flores (Mammalia, Chiroptera). Anais da Academia Brasileira de Ciências 32: 359-377.
- Carvalho CT. 1961. Sobre os hábitos alimentares de Phyllostomídeos (Mammalia, Chiroptera). Revista de Biologia Tropical 9(1): 53-60.
- Carvalho CT. 1962. Lista preliminar de mamíferos do Amapá. Papéis Avulsos de Zoologia 15: 283-297.
- Carvalho CT. 1973. Revisão nos Vespertilionídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). Silvicultura, São Paulo 8: 115-125.
- Peracchi, A.L.: A Quiropterologia no Brasil
- Davis DE. 1947. Notes on the life histories of some Brazilian mammals. Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Zoologia 76: 1-8.
- Feijó A, Rocha PA, Althoff SL. 2015. New species of *Histiotus* (Chiroptera, Vespertilionidae) from northeastern Brazil. Zootaxa 4048(3): 412-427.
- Léry J. de. 1998. Viagem à terra do Brasil. Caderno nº 10. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo.
- Lima EQ. 1934a. A transmissão da raiva bovina pelo morcego hematófago *Desmodus rotundus*. Brasil-Médico 48: 38.
- Lima EQ. 1934b. A transmissão da raiva dos herbívoros pelos morcegos hematófagos da família Desmodontidae. Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 1(2-3-4): 165-185.
- Peracchi AL. 1968. Sobre os hábitos de *Histiotus velatus* (Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Vespertilionidae). Revista Brasileira de Biologia 28(4): 469-473.
- Peracchi AL, Nogueira MR. 2010. Lista anotada dos morcegos do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. Chiroptera Neotropical 16(1): 508-519.
- Proença MC. 1943. "*Myotis guaycuru*" n. sp., morcego proveniente de Salobra, Estado de Mato Grosso (Microchiroptera, Vespertilionidae). Revista Brasileira de Biologia 3: 313-315.
- Rego AA. 1982. Expedições e coletas helmintológicas no Brasil. Ciência e Cultura 34(4): 507-510.
- Reis SF. 1989. Biologia reprodutiva de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Biologia 49: 369-372.
- Romijn PC, Silva MV, Oliveira NA, Andrade MCR. 1996. Contenção de quirópteros: a utilização da pinça Collin. Revista de Ciência da Vida - UFRRJ 18(1-2): 111-114.
- Romijn PC, Van der Poel WHM, Heide RVD, Cattaneo, CAM, Silva RCF. 2003. Study of Lyssaviruses of bat origin as a source of rabies for other animal species in the state of Rio de Janeiro, Brazil. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 69(10): 81-86.
- Silva RA, Rivello GV, Nilson MR. 1961. Isolamento de vírus rábico de morcego não hematófago da espécie *Phyllostomus hastatus hastatus* (Pallas). Arquivos do Instituto Biológico 4: 115-120.
- Silva RA, Souza AM. 1968a. Isolamento do vírus rábico de pulmão, coração, rins, bexiga e outros diferentes tecidos de morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2: 291-301.
- Silva RA, Souza AM. 1968b. A pesquisa do vírus rábico na glândula inter-escapular de morcegos do Brasil em condições naturais de infecção. Pesquisa Agropecuária Brasileira 3: 313-315.
- Silva RA, Souza AM. 1968c. A ocorrência do vírus da raiva no útero, feto, testículos e outros órgãos de morcegos hematófagos, *Desmodus rotundus* na infecção natural. Pesquisa Agropecuária Brasileira 3: 365-368.
- Silva RA, Souza AM. 1968d. A ocorrência do vírus rábico em morcegos hematófagos da espécie *Diaemus youngi* (Jentink) no Brasil. Veterinária 21: 53-55.
- Staden H. 1930. Viagem ao Brasil. Academia Brasileira. Rio de Janeiro.
- Torres S. 1934. A transmissão da raiva dos herbívoros pelos morcegos hematófagos da família Desmodontidae. Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 1(2-3-4): 165-185.
- Torres S. 1935a. Os morcegos hematófagos. Boletim do Ministério da Agricultura 24: 139-147.
- Torres S. 1935b. A febre aphtosa e o papel dos morcegos hematófagos na sua disseminação. Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 2(4-5-6): 417-420.
- Torres S. 1936. A raiva e a infecção natural dos morcegos hematófagos. Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 3(1-6): 183-186.
- Torres S, Lima EQ. 1935. A raiva nos morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus murinus*). Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 2(4-5-6): 385-405.
- Torres S, Lima EQ. 1936. A raiva e os morcegos hematófagos. Morcegos que resistem à infecção tornam-se portadores e eliminadores de vírus? Revista do Departamento Nacional da Produção Animal 3(1-2-3): 165-174.
- Vieira COC. 1942. Ensaio monográfico sobre os quirópteros do Brasil Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo 3(8): 219-471.
- Vieira COC. 1955. Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo 8(11): 341-474.

continuação da capa externa...

Fruit consumption of *Prosopis juliflora* (Fabaceae) and *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) by *Artibeus* (Phyllostomidae) in the Caatinga biome
William Douglas Carvalho; Andrea Cecília Sicotti Maas; Adriano Lucio Peracchi & Luiz Antonio Costa Gomes 154

Origin, diversification and eco-morphological evolution in the Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera)
Adriana Arias-Aguilar; Thais Stefansky Chaves; Daniela Quinsani & Maria João Ramos Pereira 158

ENSAIOS

Uma nota de precaução sobre a identificação automática de chamados de ecolocalização de morcegos no Brasil
Frederico Hintze; Adriana Arias-Aguilar; Ludmilla M. S. Aguiar; Maria João Ramos Pereira & Enrico Bernard 163

História da Quiropterologia no Brasil
Adriano Lúcio Peracchi 172



Boletim da
Sociedade Brasileira
de Mastozoologia



ÍNDICE

EDITORIAL

ARTIGOS

- Abrigos antrópicos utilizados por morcegos no semiárido pernambucano
Emmanuel Messias Vilar; Teone Pereira da Silva-Filho; Roseli Rodolfo da Silva; Ednaldo Sousa Gomes & Luiz Augustinho Menezes da Silva..... 79
- Registros de interação entre morcegos e plantas no estado do Rio de Janeiro
Theany Biavatti; Luciana de Moraes Costa & Maria Verônica Leite Pereira Moura..... 87
- Estrutura de comunidade de morcegos em remanescentes de Mata Atlântica ripária do Rio Pardo, Sudeste do Brasil
Rafael de Souza Laurindo; Leonardo Marin Bonilha; Sofia Valeriano Silva Ratz & Roberto Leonan Morim Novaes..... 97
- C-banding variation in some Brazilian Amazon bats (Chiroptera)
Margaret Maria de Oliveira Corrêa & Cibele Rodrigues Bonvicino..... 105
- Estudo da quiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) em duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil
Michel Barros Faria; Maria Clara Santos Ribeiro; Marcos Eli de Oliveira & Daniel da Silva Ferraz..... 117
- A new food resource for *Glossophaga soricina* (Mammalia: Chiroptera) in southeast Brazil
Cecilia Kruszynski; Thais R. Diniz-Reis & Ayesha Ribeiro Pedrozo..... 124
- Predadores naturais de morcegos no Brasil
Luciana de Moraes Costa; Lorena de Oliveira Tabosa; Júlia Lins Luz & William Douglas de Carvalho..... 131
- Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na praça: percepção popular e educação ambiental em vias públicas
Priscilla Maria Peixoto Patricio; Elizabete Captivo Lourenço & Kátia Maria Famadas..... 143
- NOTAS
- Report on *Desmodus rotundus* (Chiroptera, Phyllostomidae) feeding on *Sus scrofa* (Artiodactyla, Suidae) blood
Alan Deivid Pereira; Carolina Blefari Batista; Denise Bender; Nelio Roberto dos Reis & Sergio Bazilio..... 151

continua na capa interna...

Remetente: Sociedade Brasileira de Mastozoologia
A/C Dr^a Cibele Rodrigues Bonvicino
Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz
Avenida Brasil, 4365, Pavilhão Lauro Travassos, Sala 70
21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Destinatário: