



Morcegos no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil: Síntese de uma Década (2012-2022) de Pesquisas

Enrico Bernard¹, Eder Silva Barbier¹, Edson Silva Barbosa Leal¹, Fernanda Ito dos Santos¹, Narjara Tércia Pimentel¹,
Jennifer de Sousa Barros Pereira¹, Frederico Simão de Oliveira Hintze¹,
Jadson Diogo Pereira Bezerra² e Cristina Maria de Souza Motta³

Recebido em 24/01/2023 – Aceito em 14/03/2023

- ¹ Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Departamento de Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco/UFPE. Rua Nelson Chaves s/n, Cidade Universitária, Recife/PE. Brasil. CEP: 51.021-370. <enicob2@gmail.com, barbier.eder@gmail.com, edson.leal76@gmail.com, fernandaitosantos@gmail.com, nanatercia1@yahoo.com.br, jennifer.sbarros@gmail.com, fredhintze@gmail.com>.
- ² Setor de Micologia, Departamento de Biociências e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás/UFG. Rua 235, s/n, Setor Universitário, Goiânia/GO. Brasil. CEP: 74.605-050. <jadsonbezerra@ufg.br>.
- ³ Departamento de Micologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco/UFPE. Av. da Engenharia, s/n, Cidade Universitária, Recife/PE. Brasil. CEP: 50.740-600. <cristina.motta@ufpe.br>.

RESUMO – Em abril de 2012, teve início uma série de pesquisas envolvendo morcegos no Parque Nacional do Catimbau, no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Essas pesquisas envolvem desde inventários básicos de espécies, passando por estudos de história natural, de avaliação de impactos ambientais, estudos moleculares e de genética de populações. As informações produzidas nos ajudam a entender como os morcegos e seus abrigos – especialmente as cavernas – são dinâmicos no tempo e no espaço, e quão ricas são as interações ecológicas envolvendo esses animais. Além disso, as pesquisas também permitem a ampliação do conhecimento sobre fungos associados a morcegos e seus abrigos, sobre ecossistemas cavernícolas, ecologia parasitária, e sobre efeitos de ações antrópicas e de eventos climáticos sobre a biodiversidade. Merece destaque a contribuição dada para a formação e capacitação de estudantes de graduação, mestrado e doutorado, além de pesquisadores em estágio pós-doutoral. Apesar da produção de um volume de informações considerável até o momento, ainda assim várias outras perguntas e abordagens permanecem em aberto e apontam direções e oportunidades para pesquisas futuras. Passados dez anos, neste artigo apresentamos as pesquisas conduzidas com morcegos desde então no Parque Nacional do Catimbau, sintetizando seus principais resultados.

Palavras-chave: Chiroptera; monitoramento ambiental; pesquisas de longa duração; unidades de conservação.

Bats in the Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil: Synthesis of a Decade (2012-2022) of Research

ABSTRACT – In April 2012, a series of studies involving bats began in the Catimbau National Park, in the state of Pernambuco, northeastern Brazil. These surveys range from basic species inventories, to natural history studies, assessment of environmental impacts, and molecular and population genetic studies. The information so far produced helps us to understand how bats and their roosts – especially caves – are dynamic in time and space, and how rich are the ecological interactions involving these animals. In addition, these studies also allow the expansion of knowledge about fungi associated with bats and their roosts, about cave ecosystems, parasitic ecology, and about the effects of anthropic actions and climatic events on biodiversity. The research conducted strongly contributed to the education and training of undergraduate, masters and doctoral students, as well as researchers in post-doctoral training. Despite the production of a considerable volume of information so far, several other questions and approaches remain open and point to directions and opportunities for future research. Ten years later, in this article we present the research conducted with bats since then at Parque Nacional do Catimbau, summarizing its main results.

Keywords: Chiroptera; environmental monitoring; long-term research; protected areas.



Murciélagos en el Parque Nacional Catimbau, Pernambuco, Brasil: Síntesis de una Década (2012-2022) de Investigación

RESUMEN – En abril de 2012, se inició una serie de estudios con murciélagos en el Parque Nacional Catimbau, en el estado de Pernambuco, noreste de Brasil. Estos estudios van desde inventarios básicos de especies hasta estudios de historia natural, evaluación de impactos ambientales y estudios genéticos moleculares y de población. La información producida nos ayuda a comprender cómo los murciélagos y sus dormideros, especialmente las cuevas, son dinámicos en el tiempo y el espacio, y cuán ricas son las interacciones ecológicas que involucran a estos animales. Además, estas investigaciones también permiten ampliar el conocimiento sobre los hongos asociados a los murciélagos y sus refugios, sobre los ecosistemas cavernarios, la ecología parasitaria y sobre los efectos de las acciones antrópicas y los eventos climáticos sobre la biodiversidad. Cabe destacar el aporte que se brinda a la formación y capacitación de estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, así como de investigadores en formación posdoctoral. A pesar de la producción de un volumen considerable de información hasta el momento, varias otras preguntas y enfoques permanecen abiertos y apuntan a direcciones y oportunidades para futuras investigaciones. Diez años después, en este artículo presentamos la investigación realizada con murciélagos desde entonces en el Parque Nacional do Catimbau, resumiendo sus principales resultados.

Palabras clave: Áreas protegidas; Chiroptera; investigaciones de largo plazo; monitoreo ambiental.

Introdução

Em abril de 2012, com recursos da Chamada CNPq/ICMBio 13/2011 – Pesquisa em Unidades de Conservação do Bioma Caatinga (Processo n. 552006/2011-4), o Parque Nacional do Catimbau (PARNA Catimbau), em Pernambuco, foi objeto de um inventário simples de espécies de morcegos, juntamente com outras unidades de conservação da Caatinga. Esse inventário foi conduzido pelo Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, vinculado ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco. Durante os primeiros trabalhos de campo desse projeto, um dos guias turísticos da região apontou a existência de uma caverna que, segundo ele, “abrigava milhares de morcegos”. Era a caverna Meu Rei; e, em uma segunda ida ao parque, em maio de 2012, ela pôde ser visitada. Na ocasião, foi constatado que essa caverna abrigava uma população realmente excepcional de morcegos, estimada inicialmente em dezenas de milhares de indivíduos.

No contato com a caverna Meu Rei, ficou clara a relevância da população, bem como o enorme potencial de pesquisa que ela e o parque representavam. A partir de então, o Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade e parceiros deram início a uma série de pesquisas visando estudar aquela população de morcegos e suas diversas interações no parque. Passados dez anos desde o primeiro contato com a caverna

Meu Rei, apresentamos neste artigo as pesquisas conduzidas com morcegos desde então, no PARNA Catimbau, sintetizando seus principais resultados.

Descrição do PARNA Catimbau

Criado em 2002 (Brasil, 2002), o PARNA Catimbau (8°24'S e 37°09'W) tem cerca de 62.300 ha, com porções inseridas nos municípios pernambucanos de Buíque, Tupanatinga e Ibimirim, a cerca de 300 km da capital do estado, Recife (Fig. 1). O parque tem uma zona de amortecimento com 10 km (Machado et al., 2017), que engloba a terra indígena Kapinawá, com 12.403 ha. Considerada área núcleo da Reserva da Biosfera da Caatinga pela Unesco, o PARNA Catimbau tem extrema importância biológica e prioritária para a conservação desse bioma, por apresentar endemismos e espécies raras da fauna e flora (SNE, 2002; Sousa et al., 2012; Ferreira et al., 2015; Fundaj, 2015). Além disso, seu carste arenítico engloba diversas formações e monumentos geomorfológicos entre abrigos sob rochas, cavernas, cânions, paredões, esculturas rochosas de diferentes formas, chapadões, serras e lapiás esculpidos ao longo do tempo pela erosão eólica e pela ação das chuvas (Nascimento et al., 1996). O parque e sua área de entorno abrigam ainda um rico patrimônio cultural representado por cerca de quatro centenas de sítios arqueológicos (Pessis et al., 2017; Souza, 2016), com pinturas, gravuras e grafismos rupestres, além de evidências

de grupos humanos pré-históricos, datados de pelo menos seis mil anos antes do presente (Solari e Silva, 2017). O parque está em uma região com elevado potencial de ocorrências de cavernas areníticas (Jansen et al., 2012). Esse polo arenítico

apresenta, segundo estimativas, mais de 2.000 cavidades naturais subterrâneas (D.M. Bento, com. pes.), mas ainda permanece relativamente pouco estudado, especialmente considerando seu potencial.

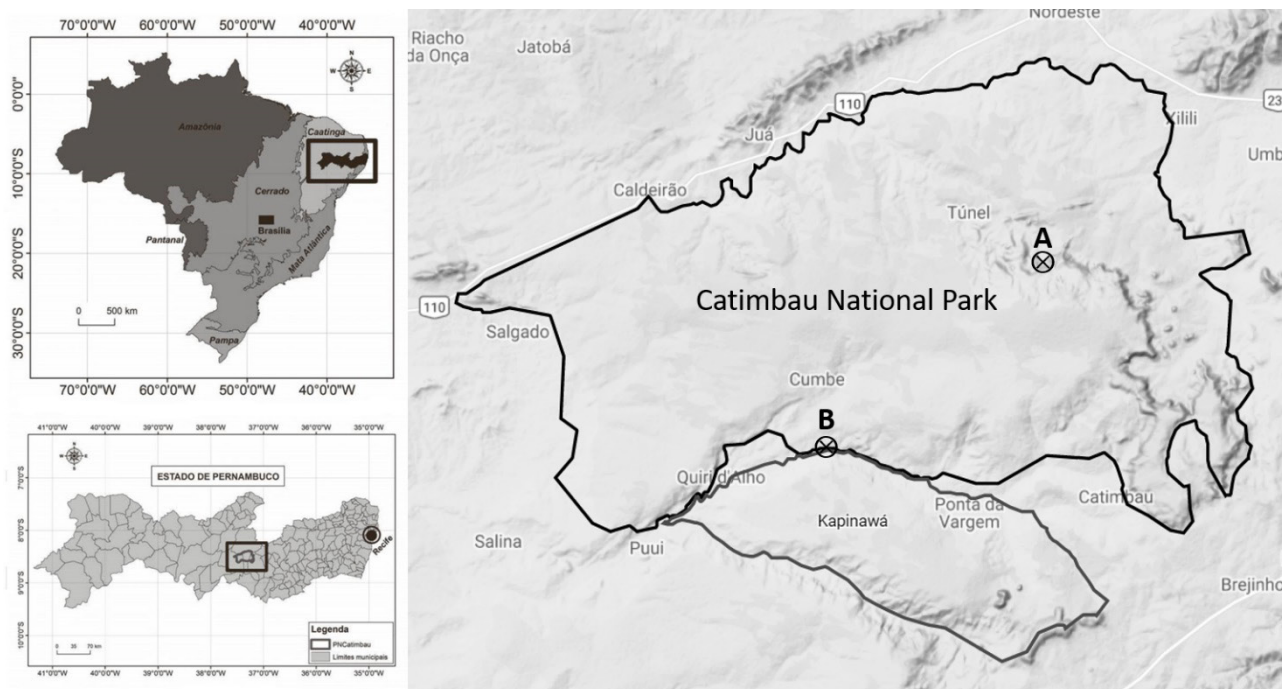


Figura 1 – Limites do Parque Nacional do Catimbau e a vizinha terra indígena Kapinawá, no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. As cavernas Meu Rei (A) e Furna dos Morcegos (B), objeto de monitoramentos de longo prazo de suas populações, estão assinaladas e distam 15 km entre si.

O clima da região tem uma estação seca de setembro a janeiro, sendo outubro o mês mais seco (SNE, 2000), e uma estação chuvosa de março a julho. A precipitação média anual varia de 650 a 1100 mm, com grande irregularidade no regime interanual (FUNDAJ, 2015). A média térmica é de 23°C, sendo julho o mês menos quente, e dezembro o mais quente (SNE, 2002). O terreno varia de levemente a fortemente ondulado e apresenta elevado número de afloramentos rochosos (Ferreira et al., 2015). A elevação varia de 440 a 1.073 m (FUNDAJ, 2015). A vegetação nativa da região é um complexo de espécies do bioma Caatinga nos extratos herbáceos (< 2 m), arbustivos (de 2 a 5 m) e arbóreos (entre 8 a 12 m), floresta estacional, enclaves de mata úmida, resquícios dos brejos de altitude, campo rupestre e espécies de cerrado edáfico (Rodal et al., 1998, Gomes et al., 2006; FUNDAJ, 2015). As áreas com predominância de caatinga herbácea e arbustiva

estão sobre as áreas escarpadas e nas extensas áreas planas deposicionais, respectivamente, enquanto a caatinga arbórea se concentra encaixada nos vales e nas bordas dos paredões (Vital et al., 2008; FUNDAJ, 2015).

Riqueza de espécies e abordagens amostrais

Até o momento, foram registradas no PARNA Catimbau 36 espécies de morcegos, pertencentes a 27 gêneros (Leal e Bernard, 2021a; Apêndice I). Entre as espécies registradas estão insetívoros, frugívoros, nectarívoros, hematófagos, piscívoros e onívoros, indicando a diversidade de hábitos alimentares e de interações ecológicas das quais os morcegos participam no parque. Entre os registros estão também populações de duas espécies ameaçadas de

extinção, *Furipterus horrens* e *Natalus macrourus* (MMA, 2022). Essas espécies são cavernícolas, reforçando a importância das cavernas do parque como locais prioritários para a conservação da quiropterofauna brasileira (Leal e Bernard, 2021a). Registros no parque também ajudam a entender melhor a distribuição de várias espécies, pois preenchem lacunas de registros, expandem ou refinam limites de distribuição previamente conhecidos (e.g. Hintze et al., 2018; Weber et al., 2019; Hintze et al., 2021).

Apesar do número relativamente baixo de espécies registradas – a Caatinga como um todo abriga 96 espécies de morcegos (Silva et al., 2018) – a quiropterofauna do PARNA Catimbau é bastante variada, com representantes de oito das nove famílias de morcegos conhecidas para o Brasil. Com 36 espécies, o parque abriga, até o momento, cerca de 20% das espécies de morcegos conhecidas para o Brasil (Garbino et al., 2022). Comparando com outras unidades de conservação da Caatinga, a riqueza de morcegos do PARNA Catimbau aproxima-se daquela registrada na Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe (46 espécies), e é maior do que as registradas no PARNA da Serra das Confusões (27 espécies), Estação Ecológica (ESEC) de Aiuaba (26 espécies), PARNA Serra da Capivara (20 espécies), ESEC do Seridó (20 espécies) e Monumento Natural (MN) do Rio São Francisco (Leal e Bernard, 2021a; Leal et al., 2022).

A real riqueza de espécies de morcegos no PARNA Catimbau ainda está longe de ser considerada completamente amostrada. Isso ocorre porque os esforços de amostragem até o momento foram focados principalmente em cavernas (Leal e Bernard, 2021a; Tanalgo et al., 2022). A expansão das amostragens para os outros diversos tipos de ambientes presentes no parque é necessária e certamente acrescentará mais espécies aos registros atuais. Além disso, para ambientes predominantemente secos, como os do parque, demonstramos que a utilização de uma combinação de métodos amostrais (redes de neblina + acústica) é a abordagem mais indicada para a obtenção de um inventário mais completo (Silva e Bernard, 2017; Arias-Aguilar et al., 2018). Silva e Bernard (2018) registraram 29 espécies com redes, 27 em gravações e cinco com ambas as técnicas. O registro das espécies diferiu entre as técnicas, de forma que quanto mais seco o local, menores foram as capturas com redes,

enquanto os registros baseados em ecolocalização permaneceram constantes. Em 44% das noites amostradas, a amostragem acústica obteve o registro de mais espécies, com destaque para duas noites onde apenas se obtiveram registros de espécies com base em seus sinais de ecolocalização.

A bioacústica indicou que algumas espécies, como *Promops centralis* e *Promops nasutus*, ou *Noctilio leporinus*, são mais comuns e amplamente distribuídas do que o indicado pelo uso exclusivo de redes como principal método amostral (Veja Hintze et al., 2018; Hintze et al., 2021). Para avançarmos no registro de mais espécies no PARNA Catimbau serão necessários esforços concentrados em áreas com corpos de água junto a formações rochosas, em áreas de vegetação mais arbórea, em bolsões mais úmidos, próximos a plantações de espécies frutíferas, além da ampliação dos esforços na amostragem de cavernas e em construções humanas. Isso permitirá a captura e posterior identificação de molossídeos, embalonurídeos e vespertilionídeos, pouco representados na quiropterofauna identificada (veja Delgado-Jaramillo et al., 2017; Delgado-Jaramillo et al., 2020), mas cuja presença já foi assinalada através da amostragem acústica no parque (e.g., os sonótipos de *Eumops* e *Diclidurus* – Silva e Bernard, 2017; Hintze et al., 2021).

Monitoramentos de longo prazo

A caverna Meu Rei, no interior do parque, vem sendo objeto de monitoramento padronizado desde outubro de 2014 (Azevedo e Bernard, 2015), permitindo uma análise refinada da sua temperatura, umidade do ar, e flutuação populacional. A caverna abriga, em determinados momentos, uma população bastante numerosa de *Pteronotus gymnonotus*, além de, ao menos, outras dez espécies de morcegos (Leal e Bernard, 2021a; Barbier, com. pes.). Identificamos grande variação no número de morcegos que usam essa caverna, com mínimo de 95 indivíduos em novembro de 2016, e máximo de 118.946 em agosto de 2015 (Otálora-Ardila et al., 2019). Essa elevada flutuação populacional é resultante da saída dos *P. gymnonotus* por períodos variáveis, restando populações menores de indivíduos de outras espécies em seu interior (Fig. 2).

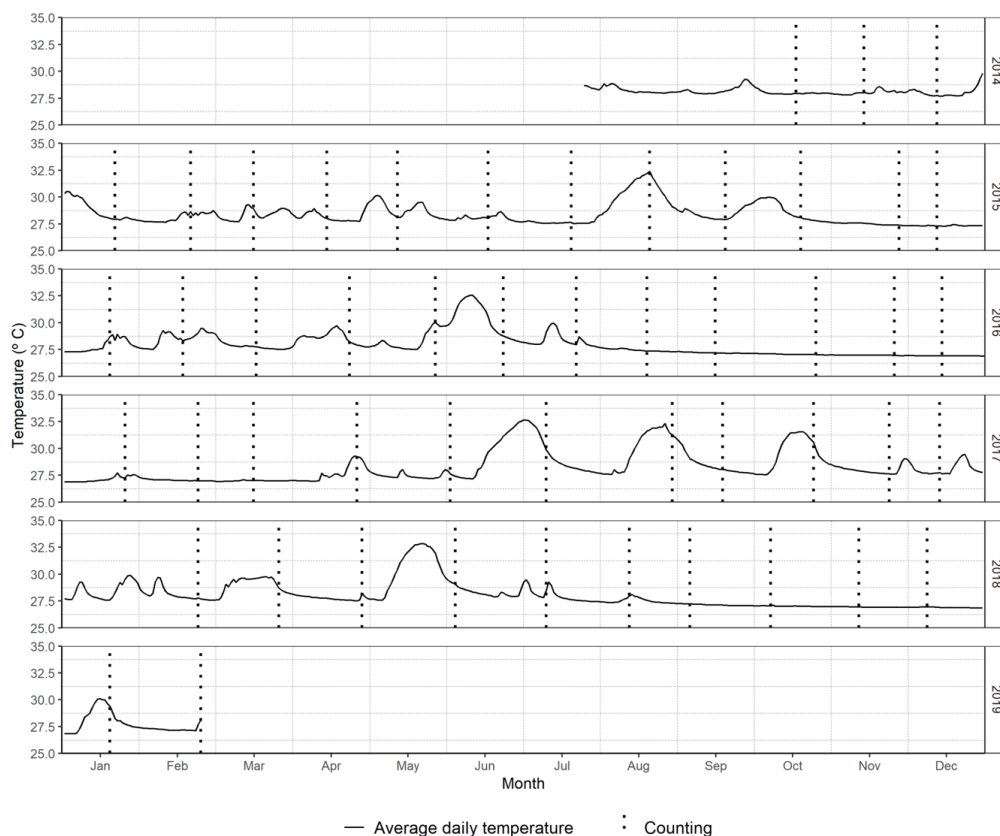


Figura 2 – Temperatura média (em °C) registrada no interior da caverna Meu Rei, entre julho de 2014 e fevereiro de 2019. O monitoramento de longo prazo apontou que a variação da temperatura é um bom indicador da presença e abundância de morcegos no interior dessa caverna: temperaturas mais altas indicam momentos quando a caverna abrigava elevado número de morcegos, com um pico de aproximadamente 119.000 indivíduos em fevereiro de 2015. As linhas pontilhadas verticais indicam datas de contagem, e o monitoramento contínuo da temperatura aponta um caráter mais dinâmico do que detectado apenas por essas contagens, que em alguns momentos ocorreram dias antes ou depois da chegada ou partida dos morcegos (veja entre junho e outubro de 2017, por exemplo).

O monitoramento na caverna Meu Rei permitiu identificar que ela experimenta oscilações muito menores de temperatura e umidade quando comparada com o exterior. No primeiro ano de monitoramento, por exemplo, enquanto a temperatura no interior da caverna variou cerca de 6°C, a variação externa chegou a cerca de 28°C. De forma geral, a temperatura da caverna tende a ser mais constante que o exterior, com uma média de temperatura e umidade mais elevadas, mas com oscilações bem menores, mantendo os morcegos em condições fisiológicas mais favoráveis. Essa estabilidade, permite uma economia de gastos energéticos em diversos processos fisiológicos (Tuttle e Stevenson, 1981), sendo uma característica importante na seleção de abrigo para diferentes espécies de morcegos cavernícolas (Barros et al., 2020). Identificamos

ainda que, quando ocupada por dezenas de milhares de morcegos, o calor corporal destes indivíduos influencia bastante no microclima da caverna. Detectamos pequenas variações diárias da temperatura e umidade em resposta aos movimentos de saída normal dos morcegos durante o início da noite. Mas identificamos também variações maiores, da ordem de 2°C a 3°C, quando a caverna é temporariamente abandonada pelos morcegos. A análise refinada dos dados de registro nos permitiu identificar que variações na temperatura média diária podem ser utilizadas como um *proxy* para inferir flutuações populacionais dentro da caverna (Fig. 2).

A caverna Furna do Morcego, no limite do PARNA Catimbau com a terra indígena Kapinawá, vem sendo monitorada desde julho de 2017. Os padrões observados nela são diferentes da caverna

Meu Rei. Até o momento, a Furna do Morcego se mostrou mais uniformemente ocupada por uma grande colônia de *P. gymnonotus* e *P. personatus*. Há flutuações no número de morcegos em seu interior (de 71.071 morcegos, em julho de 2017, a 574 morcegos, em fevereiro de 2019), mas a caverna permanece com uma grande população de forma mais constante, quando comparada à caverna Meu Rei. Isso nos fez concluir que, enquanto a Furna do Morcego é uma colônia onde as fêmeas dão à luz seus filhotes, a caverna Meu Rei parece ser um abrigo satélite, usado principalmente para a cópula, em fenômenos de *swarming*, mas não para as fêmeas darem à luz seus filhotes. As cavernas diferem também em suas características estruturais, e embora a Furna do Morcego apresente uma estabilidade ambiental menor que a caverna Meu Rei – o que permite uma maior influência da variação das condições climáticas externas – ela é caracterizada pela presença de muitas cúpulas bem desenvolvidas. Estruturas do teto, como tais cúpulas, enriquecem a disponibilidade de microhabitat para as espécies, e também favorecem a manutenção de temperaturas ideais em seu interior, fator importante para o cuidado com a prole em espécies como *P. gymnonotus* e *P. personatus* (Barros e Bernard, 2023).

Além de apontar que essas cavernas são abrigos excepcionais, os monitoramentos vêm produzindo informações inéditas sobre o uso e a permanência de morcegos em abrigos naturais para o Brasil. O semiárido brasileiro experimentou, entre 2012 e 2018, a mais severa seca dos últimos 100 anos (Rebello, 2018). Nesse período, mesmo com maior esforço amostral, tanto o número de espécies quanto o número de capturas de pequenos mamíferos terrestres no PARNA Catimbau foram severamente menores quando comparado com um período anterior (Palma et al., 2017). A comparação dos dados obtidos durante os inventários no período seco com dados coletados em 2008-2009 nos mesmos locais indica que, para alguns sítios, houve uma redução de cerca de 10 vezes no número de capturas, e o número de espécies detectadas também foi afetado (Palma et al., 2017). Mas a presença dos morcegos nas cavernas monitoradas não foi afetada. Não houve correlação entre o número de morcegos no interior da caverna Meu Rei e a umidade ou temperatura para nenhum dos intervalos de tempo testados (Otálora-Ardila et al., 2019), indicando

que o uso – e especialmente a chegada e saída dos *Pteronotus* – desse abrigo é influenciado por outros fatores que não a ocorrência de chuva. Isso aponta certa resiliência de algumas espécies de morcegos à falta de chuvas, e será objeto de estudos de longo prazo. De fato, os resultados obtidos até o momento reforçam a importância das cavernas como abrigos importantes para os morcegos, especialmente em períodos de seca, bem como explicitam a relevância de iniciativas de monitoramento de longo prazo, pois permitem um melhor entendimento de quais são os fatores determinantes para a permanência e manutenção dessas populações de morcegos durante períodos adversos para outros elementos da biodiversidade local. Esse tipo de informação é útil para entender as diferentes respostas que diferentes componentes da biota podem ter frente às mudanças climáticas, e agrega informações para a conservação dos morcegos e dos seus serviços ecossistêmicos (e.g. Ramírez-Francel et al., 2022) em uma região onde a agricultura de subsistência tem um papel determinante para as populações humanas.

Serviços de ecossistema

Cavernas são abrigos essenciais para centenas de espécies de morcegos e, frequentemente, desde espécies nectarívoras até frugívoras, insetívoras e hematófagas são encontradas em uma mesma caverna (Barros et al., 2021). Os morcegos, quando saem de seus abrigos diariamente, prestam serviços ambientais no ecossistema externo, como polinização, dispersão de sementes e controle de insetos; e quando retornam, ainda contribuem de forma vital para os ecossistemas cavernícolas, trazendo matéria orgânica externa na forma de guano (Pimentel et al., 2022). A grande concentração de morcegos insetívoros nas cavernas Meu Rei e Furna dos Morcegos ressalta a relevância que tais abrigos excepcionais têm: as populações de morcegos nessas cavernas desempenham um papel importante como supressores de insetos fora da caverna e produzem grandes quantidades de guano, essencial para a manutenção dos próprios ecossistemas cavernícolas. As pesquisas realizadas com amostragens nas duas cavernas do PARNA apontaram que o consumo de insetos variou de 0,6 a 2,5 g/morcego para *P. gymnonotus* e 0,8 a 2,0 g/morcego para *P. personatus* (Pimentel et al., 2022). Esse é um consumo elevado, equivalente



a cerca de 5 a 20% do peso corporal da primeira espécie, e de cerca de 10 a 28% do peso corporal da segunda. Isso aponta que, por exemplo, os 119.000 morcegos *Pteronotus* registrados na maior contagem na caverna Meu Rei seriam capazes de consumir, aproximadamente, entre 71 e 297 kg de insetos em uma única noite. Os valores dão uma ideia do volume de insetos consumidos pelos indivíduos desses abrigos anualmente.

Estudos de *metabarcoding* do guano dos morcegos insetívoros presentes em cavernas, incluindo a Meu Rei, apontaram uma alta riqueza e variedade de espécies de insetos consumidas pelos morcegos (Jordão, 2019). Na caverna Meu Rei, Lepidoptera foi a ordem com a maior frequência de ocorrência (quatro famílias, presente em 62,5% das amostras), sendo Noctuidae a família com maior frequência (48,7%). Na sequência, estão as ordens Diptera (quatro famílias), Hymenoptera (duas famílias), Hemiptera (uma família) e Orthoptera (uma família). Entre os insetos consumidos estão algumas espécies identificadas como “pragas agrícolas”, como as mariposas *Pyrausta napanoealis*, *Agrotis subterranea* – já registradas predando 61 espécies de plantas de interesse comercial – e *Mocis latipes*, a mais frequente nas amostras, conhecida como lagarta dos capinzais, e que se alimenta de folhas de culturas como arroz, cana-de-açúcar, milho, amendoim, pastagens, dentre outros. O registro dessas espécies entre os insetos predados pelos morcegos têm relevância se considerarmos que a região ao redor do PARNA Catimbau abriga centenas de lavouras de subsistência, onde o milho tem um papel de destaque. Assim, os morcegos insetívoros abrigados nas cavernas Meu Rei e Furna dos Morcegos têm relevante papel econômico para as populações humanas locais. Estimar o valor desses serviços é uma questão em aberto e que merece abordagem.

Marcação e movimentação de morcegos entre abrigos

Uma vez que nunca identificamos mortalidade massiva de indivíduos nas cavernas, as flutuações populacionais observadas nas duas cavernas monitoradas apontam que esses morcegos estão se deslocando e utilizando outros abrigos. Para tentar identificar outros abrigos e estudar possíveis padrões de mobilidade, foi conduzido um grande esforço de prospecção de abrigos e

marcação maciça de indivíduos. Buscas extensivas na região do Vale do Catimbau, dentro e ao redor do parque (Fig. 3), resultaram na identificação de 241 cavidades naturais, sendo 142 abrigos sob rocha e 82 cavernas dentro dos limites do parque, e 14 abrigos sob rochas e três cavernas na sua área de entorno (Para um sistema de informações geográficas com todas as cavidades registradas veja: tinyurl.com/jmrr5k). Morcegos de cinco famílias e 16 táxons foram observados em 53 cavernas (Leal e Bernard, 2021a), mas nenhuma nova caverna com população excepcional de dezenas ou centenas de milhares de indivíduos foi encontrada.

Nesse esforço inicial para entender possíveis deslocamentos, 2.224 morcegos foram marcados: 1.530 indivíduos de quatro espécies (*Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Pteronotus gymnotus* e *P. personatus*) na caverna Furna do Morcego, e 612 indivíduos de oito espécies (*C. perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata*, *Lonchorhina aurita*, *Tonatia bidens*, *Natalus macrourus*, *P. gymnotus* e *P. personatus*) na caverna Meu Rei. Foram identificados 14 movimentos entre as cavernas, distantes 15 km entre si (Leal e Bernard, 2021b). Todos os indivíduos que se deslocaram eram *P. gymnotus*, incluindo machos e fêmeas, e foram detectados movimentos em ambos os sentidos, i.e., da Meu Rei para a Furna, e vice-versa, confirmando a mobilidade entre diferentes abrigos. Os dados de marcação também apontam que alguns indivíduos podem usar os mesmos abrigos por longos períodos, mesmo que de forma não contínua e intercalada com outros abrigos. Detectamos recapturas entre 24 e 57 dias após a marcação na caverna Meu Rei, e entre 27 e 338 dias para a Furna do Morcego (Leal e Bernard, 2021b).

Apesar de os nossos dados de marcação e recaptura confirmarem o deslocamento entre cavernas distantes 15 km na região do parque, a possibilidade de deslocamentos maiores ainda persistia, pois as flutuações observadas não eram síncronas entre as duas cavernas estudadas. Isso indicava que, possivelmente, os morcegos deveriam estar usando uma rede mais ampla de cavernas. Para analisar essa possibilidade, usamos marcadores moleculares para investigar a existência de contato reprodutivo entre morcegos de nove cavernas desde o estado de Sergipe até o Ceará (Ito et al., 2022). Nossos resultados



Figura 3 – Prospecção espeleológica no Parque Nacional do Catimbau e área de entorno (A e B), realizada com o apoio do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav/ICMBio), entre novembro e dezembro de 2019. C: Furna do Letreiro Prateado, município de Tupanatinga. D: Caverna do Uilson, Ibimirim.

indicaram um intenso fluxo gênico entre todas as cavernas analisadas, distantes até 700 km entre si (Fig. 4). De fato, os morcegos destas nove cavernas – incluindo a cavernas Meu Rei e Furna do Morcego – formam uma única população geneticamente coesa. Esses resultados são extraordinários e, além de ajudar a entender melhor as grandes flutuações populacionais relatadas (Otálora-Ardila et al., 2019), eles fazem com que o entendimento atual de como esses morcegos usam a paisagem precise ser revisto, pois a troca de material genético entre morcegos amostrados em cavernas distantes indica um uso muito mais amplo da paisagem do que se entendia anteriormente. Os resultados também aumentam a relevância conservacionista das cavernas identificadas – incluindo Meu Rei e Furna do Morcego – pois estratégias de

conservação para as espécies de morcegos cavernícolas da Caatinga – e possivelmente também de outros biomas no Brasil – precisarão levar em consideração a necessidade de proteção de redes de cavernas. Isso fica ainda mais evidente quando é considerada a existência de segregação sexual pelos morcegos entre cavernas, i.e., machos e fêmeas podem estar separados durante longos períodos do ano, agrupando-se apenas para o acasalamento em determinados momentos (Ito et al., 2022). Sem dúvida, um refinamento do monitoramento das populações nestas cavernas se faz necessário, possivelmente com o acompanhamento individual por meio de microchips e antenas (e.g., van Harten et al., 2019), o que será objeto de pesquisas futuras no PARNA Catimbau.

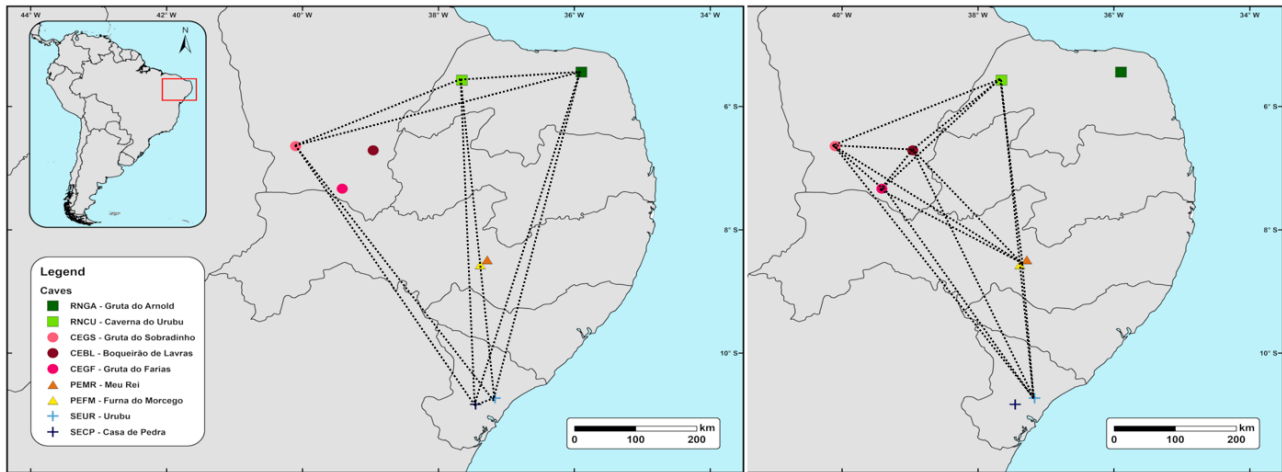


Figura 4 – Representação da conectividade genética entre nove cavernas na região Nordeste do Brasil, identificada a partir de amostras de tecido de morcegos da espécie *Pteronotus gymnonotus* (Mormoopidae). Essa conectividade comprovou que os morcegos dessa espécie utilizam como sítios reprodutivos uma rede de cavernas distantes até 700 km entre si. Ao menos duas dessas cavernas (Meu Rei e Furna dos Morcegos) estão nos limites do Parque Nacional do Catimbau.

Respostas dos morcegos a impactos ambientais

Desde a sua criação, o PARNA Catimbau não passou por um processo completo de desapropriação, e centenas de famílias permanecem residindo em seu interior. Esse cenário abriu a possibilidade de utilizar o parque para a investigação dos impactos antrópicos sobre a biodiversidade da Caatinga. De fato, o parque abriga um sítio do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD), que já produziu um excepcional volume de informações científicas e contribuiu significativamente para a formação de recursos humanos qualificados (<https://www.peldcatimbau.org>). Parte de nossas pesquisas no parque também avaliou os impactos antrópicos sobre os morcegos, gerando resultados bastante interessantes.

Usando análise de DNA fecal, investigamos quais as presas que o morcego-vampiro-das-pernas-peludas *Diphylla ecaudata* – uma espécie até então considerada especialista no consumo do sangue de aves – poderia estar utilizando na região do parque (Ito et al., 2016). Estávamos interessados em saber como a espécie se comportaria diante da escassez de aves silvestres de grande porte e aumento da disponibilidade de animais domésticos – situação atual no PARNA Catimbau – e se *D. ecaudata* poderia ter sido induzida a incluir outros grupos animais em sua

dieta, especialmente mamíferos domésticos ou de criação. Nossos resultados mostraram o consumo regular de sangue de galinhas e também sangue humano – uma nova presa para esta espécie. Não constatamos o consumo de sangue de bovinos, ovinos, caprinos, suínos ou canídeos. A presença apenas de sangue de galinhas e de humanos indicou que a dieta de *D. ecaudata* é mais flexível do que o esperado. Porém, atribuímos o registro de humanos como presas e a ausência de sangue de espécies nativas como um reflexo de uma baixa disponibilidade de aves silvestres no local de estudo, reforçando o impacto das atividades humanas nos processos ecológicos locais (Ito et al., 2016). Assim, na ausência de espécies nativas, *D. ecaudata* parece estar se adaptando a um novo cenário antropizado, com diferentes ofertas de alimento.

Em outro estudo, usamos gravadores autônomos para o registro de sinais de ecolocalização nas parcelas PELD a fim de avaliar o impacto de perturbações crônicas (e.g., presença de gado, pastoreio e ocorrência do fogo) sobre morcegos insetívoros (Meramo et al., 2022). Escolhemos os morcegos insetívoros pois eles perfazem cerca de 50% da fauna de morcegos da Caatinga (Silva et al., 2018) e têm um importante papel na supressão e controle de populações de insetos. Identificamos em nossa amostragem 18 espécies de morcegos insetívoros e constatamos

que a riqueza de espécies foi maior em locais com maior perturbação humana, enquanto a atividade dos morcegos diminuiu com o aumento da perturbação humana (Fig. 5; Meramo et al., 2022). O aumento da riqueza em áreas mais antropizadas pode ser explicado pela maior oferta de abrigo (como telhados de casas ou outras construções humanas). Mas a redução da atividade nas áreas mais impactadas mostra que há limites de tolerância à antropização por parte de várias espécies, indicando que a homogeneização da paisagem em um extremo impactado pode limitar as áreas

de forrageio das espécies, com possíveis efeitos negativos de médio e longo prazos. Mas talvez um dos resultados mais importantes da pesquisa tenha sido a constatação de que as respostas à antropização são espécie-específicas, indicando que os efeitos do impacto humano sobre a fauna de morcegos da Caatinga não são homogêneos (Meramo et al., 2022). Isso reforça que, pela alta riqueza de espécies e de hábitos alimentares e ecológicos, devemos evitar generalizações quando lidamos com os morcegos como um todo.

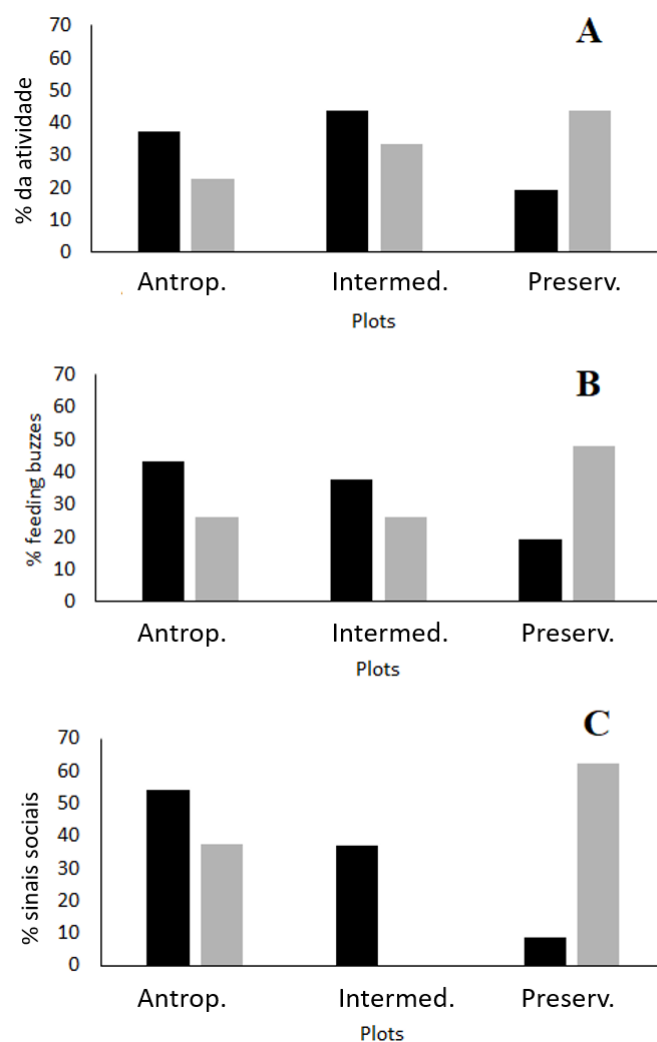


Figura 5 – Atividade de morcegos insetívoros aéreos em parcelas antropizadas (Antrop.), com moderado grau de antropização (Intermed.) e preservadas (Preserv.) no Parque Nacional do Catimbau. A atividade é inferida a partir da gravação dos sinais de ecolocalização (A), de sinais de forrageio (*feeding buzzes*, B) e de sinais sociais (C), obtidos por meio de gravadores passivos. A atividade é apresentada considerando todos os registros (barras negras) e excluindo aqueles provenientes de morcegos molossídeos (barras cinzas).

Em outra abordagem, usamos o teste de micronúcleo – uma abordagem *in vivo* fácil de usar, acessível e econômica, baseada em amostras de sangue – para detectar danos ao DNA em células de morcegos de diferentes espécies e hábitos alimentares em três áreas protegidas na Caatinga, comparando-os com amostras de um canalial industrial (Adam et al., 2022). Nessa abordagem, uma maior frequência de micronúcleos no núcleo da célula indica maior evidência de dano no DNA. Nós então hipotetizamos que a perturbação ambiental se refletiria em danos ao DNA, com níveis de danos mais altos no canalial e mais baixos nas áreas protegidas, supostamente menos perturbadas. Comparamos 71 amostras de diferentes espécies de morcegos com diferentes hábitos alimentares, oriundas do PARNA Catimbau e das ESECs do Seridó e Raso Catarina com amostras obtidas em um canalial na Paraíba. Constatamos que a frequência de células micronucleadas diferiu significativamente entre locais ($p < 0.00001$) e hábitos alimentares ($p < 0.001$; frequência de micronúcleos em carnívoros > insetívoros > frugívoros > nectarívoros > hematófagos), mas não diferiu entre os sexos ($p > 0.05$). De forma muito alarmante, os níveis mais altos de danos ao DNA foram constatados na ESECs Seridó e Raso da Catarina, as unidades de conservação com, teoricamente, maior nível de restrição de uso (Adam et al., 2022). Amostras do PARNA Catimbau tiveram a menor frequência de micronúcleos entre todas as amostras, indicando possivelmente menores níveis de perturbação ambiental.

Nos chamaram atenção os elevados índices de dano celular constatados na ESEC Seridó, e atividades como a agricultura de corte e queima, a construção não planejada de reservatórios de água e sistemas de irrigação, a pecuária e, principalmente, um passado de produção industrial de algodão ao seu redor, com o forte e indiscriminado uso de pesticidas nas décadas de 1980 e 1990, parecem justificar os níveis encontrados naquela unidade. Mais estudos, incluindo novas abordagens e mais amostras da região do Catimbau, podem ajudar e melhor entender os resultados obtidos. Por ser pouco invasiva, a técnica do micronúcleo mostra-se muito interessante para monitoramentos de possíveis efeitos de impacto ambiental e, considerando as modificações que a região do PARNA Catimbau e seu entorno vêm experimentando, com a

expansão da área desmatada e plantada com espécies comerciais, indicamos que a região deveria ser objeto de monitoramentos de longo prazo, prioritários para o futuro próximo.

Ectoparasitos

As pesquisas com ectoparasitos de morcegos no PARNA Catimbau foram iniciadas em 2014, com os primeiros resultados publicados em 2017 (Barbier e Bernard, 2017). Na ocasião, 19 espécies de moscas ectoparasitas das famílias Nycteribiidae e Streblidae (Diptera) foram registradas, representando as primeiras informações sobre estes insetos para o parque e incluindo diversos novos registros para Pernambuco e para a Caatinga (Fig. 6; Barbier e Bernard, 2017). Essas moscas foram coletadas parasitando morcegos de 14 espécies, pertencentes às famílias Mormoopidae, Phyllostomidae e Vespertilionidae (Barbier e Bernard, 2017). Neste estudo, evidenciou-se a formação de grupos distintos, com baixa sobreposição de espécies entre ecorregiões, tanto para os ectoparasitos quanto para os morcegos, e que a riqueza de espécies de moscas correlacionava-se com a riqueza das espécies hospedeiras. Ainda sobre os estudos com dípteros ectoparasitos, nós investigamos se as relações ecológicas entre moscas ectoparasitas e seus morcegos hospedeiros eram influenciadas por variações ambientais (Barbier et al., 2019). Nossos resultados mostraram haver uma resposta espécie-específica sobre a prevalência e abundâncias desses parasitos sobre os morcegos ao longo dos períodos seco e chuvoso, incluindo espécies que não sofreram evidente influência mediada pela precipitação (Barbier et al., 2019).

Carrapatos parasitos de morcegos também têm sido objeto de estudo no PARNA Catimbau. Em 2018, seis táxons de carrapatos Argasidae (Ixodida) foram registrados sobre morcegos abrigados em uma caverna no parque (Muñoz-Leal et al., 2018). Esses achados forneceram novas percepções sobre a distribuição geográfica e a associação com hospedeiros para carrapatos argasídeos que ocorrem na região Neotropical. Adicionalmente, em um estudo longitudinal sobre a ecologia de carrapatos do gênero *Antricola*, presentes na caverna Meu Rei, Barbier et al. (2020) identificaram, ao longo de um ano, a presença dos carrapatos na maioria dos meses estudados, mas houve uma correlação negativa entre a

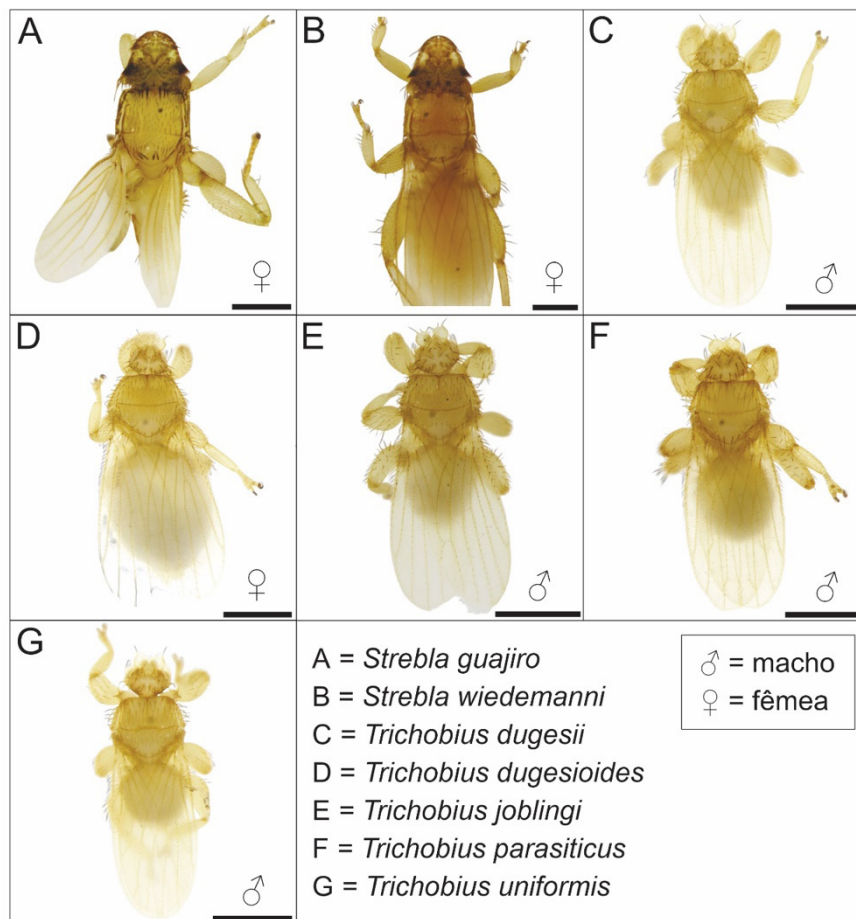


Figura 6 – Exemplos de espécies de dípteros ectoparasitos da família Streblidae que parasitam morcegos no Parque Nacional do Catimbau. Barra de escala = 0,5 mm.

abundância dos indivíduos e a umidade relativa do ar no interior da caverna. Concomitantemente, *A. guglielmonei* foi mais frequente na estação seca, mas não houve correlação evidente entre a abundância desta espécie de carrapato e a flutuação na abundância dos morcegos abrigados na caverna (Barbier et al., 2020). Entretanto, devido à longevidade dos carrapatos argasídeos no ambiente, ou seja, no período desassociado do hospedeiro, existe a possibilidade de sua abundância no ambiente cavernícola ser, até certo ponto, assíncrona em relação à dos morcegos. Esses resultados apontam para a influência da presença – bem como da ausência – de morcegos na dinâmica do ecossistema cavernícola, sobretudo para a viabilidade de diversas populações de invertebrados.

Com 20 espécies atualmente confirmadas (19 Streblidae e uma Nycteribiidae), as moscas são os ectoparasitos de morcegos mais bem

representados no PARNA Catimbau (Barbier e Bernard, 2017, Barbier et al., 2019), correspondendo a cerca de 57% das 35 espécies conhecidas para todo o domínio da Caatinga (Barbier et al., 2021; E. Barbier, dados não publicados). Apesar de esse grupo estar relativamente bem amostrado, na medida em que mais estudos forem desenvolvidos na área, é altamente provável que esta riqueza conhecida seja ampliada. Por outro lado, ainda há uma grande lacuna no conhecimento sobre os demais grupos de ectoparasitos (e.g., ácaros, carrapatos, pulgas) que potencialmente infestam os morcegos naquela região. A necessidade de se ampliar o conhecimento sobre as relações morcegos-ectoparasitos tem ganhado destaque nos últimos anos, especialmente pelo potencial papel desses artrópodes na circulação de microrganismos, tais como bactérias e vírus, entre seus hospedeiros e o potencial impacto disso nas populações de morcegos. A formação de grupos de pesquisas

e o direcionamento de esforços para o estudo dos táxons subamostrados poderão revelar a real diversidade de artrópodes ectoparasitos de morcegos do parque, contribuindo para o conhecimento da biodiversidade e das relações ecológicas interespecíficas.

Fungos, morcegos e cavernas

A constatação da existência de cavernas com populações excepcionais de morcegos dentro e próximo ao PARNA Catimbau abriu várias possibilidades de pesquisa, com diferentes focos. Uma dessas abordagens é investigar a ecologia de fungos associados aos morcegos, aos seus ectoparasitas e às cavernas. Os resultados até o momento são bastante relevantes, pois revelam uma micobiota extremamente rica, e até então desconhecida, que coloca as *bat caves* como *hotspots* de riqueza fúngica. Na caverna Meu Rei, exploramos a riqueza fúngica a partir de amostras do ar, dos morcegos e do guano (Cunha et al., 2020). Com base na análise morfológica e filogenética de sequências de material genético, foram registrados e identificados fungos de 59 táxons pertencentes a 37 gêneros no filo Ascomycota (28 gêneros, incluindo *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Talaromyces*), Basidiomycota (oito gêneros, incluindo *Rhodotorula* e *Schizophyllum*) e Mucoromycota (apenas *Rhizopus*).

Amostras do ar, dos morcegos e do guano indicaram que algumas espécies de fungos, como *Aspergillus sydowii*, *Penicillium citrinum* e *Talaromyces allahabadensis*, são compartilhadas entre diferentes tipos de amostras, mas várias outras são exclusivas apenas a um tipo de amostra. Além disso, identificamos que existem microhabitat específicos para os fungos, como por exemplo as asas dos morcegos, que podem conter uma micobiota distinta daquela da cavidade oral ou do pelo dos animais (Cunha et al., 2020). O mesmo ocorre para diferentes espécies de morcegos: enquanto algumas espécies de fungos, como *Candida parapsilosis*, são compartilhadas por várias espécies de morcegos, outras, como *Aspergillus westerdijkiae*, são exclusivas ou predominantemente encontradas em apenas uma espécie de morcego. Essa constatação é importante, especialmente considerando que o esforço amostral empregado até o momento aponta que a micobiota detectada está longe

de ser considerada totalmente amostrada. De fato, nas amostras já coletadas e analisadas, oito dos 37 gêneros e 17 das 32 espécies de fungos identificados foram registrados pela primeira vez em cavernas no mundo, e entre estes há, ao menos, 15 novas espécies até então desconhecidas pela Ciência (veja Crous et al., 2018; Cunha et al., 2020; Carvalho et al., 2022; Pereira et al., 2022).

Estudando a ocorrência de fungos cultiváveis isolados de moscas (Streblidae: *Trichobius* sp.) coletadas de morcegos (Mormoopidae: *Pteronotus gymnonotus*) capturados na caverna Furna do Morcego, Carvalho et al. (2022) identificaram 13 espécies (incluindo a descrição de duas novas) distribuídas em nove gêneros, sendo a maioria do filo Ascomycota. Adicionalmente, Pereira et al. (2022) estudaram fungos do ar da caverna Furna do Morcego e inventariaram oito espécies, sendo duas novas para a ciência. Estudos de fungos de cavernas do PARNA Catimbau têm revelado uma diversidade ainda desconhecida, demonstrando a importância dos fungos cavernícolas para as estimativas nacionais e globais da diversidade micológica.

Considerações Finais

As pesquisas envolvendo morcegos e suas interações no PARNA Catimbau, sem dúvida, vêm produzindo um conjunto rico e significativo de informações científicas, que vão desde inventários básicos de espécies, passando por estudos de história natural, de avaliação de impactos ambientais, e por estudos moleculares e de genética de populações. As informações até então disponíveis nos ajudam a entender como os morcegos e seus abrigos – especialmente as cavernas – são dinâmicos no tempo e no espaço, e quão ricas são as interações ecológicas envolvendo estes animais. Além disso, estas pesquisas também permitem a ampliação do conhecimento sobre fungos, ecossistemas cavernícolas, ecologia parasitária, e sobre efeitos de ações antrópicas e de eventos climáticos sobre a biodiversidade.

Merece destaque a contribuição dada para a formação e capacitação de estudantes de graduação, mestrado e doutorado, além de pesquisadores em estágio pós-doutoral. Até o momento da redação deste manuscrito, ao menos sete monografias de conclusão de curso, nove dissertações de mestrado, nove teses de

doutorado, três orientações de pós-doutorado e três orientações de outra natureza foram ou estão sendo conduzidas com dados coletados sobre morcegos e suas associações no PARNA Catimbau. Além disso, foram produzidos ao menos 27 artigos científicos em revistas indexadas. Esses números são expressivos considerando o contexto de pesquisa na região Nordeste do país e, especialmente, considerando que estas pesquisas foram produzidas em um momento crítico, com sucessivos cortes de recursos orçamentários. O volume e qualidade das publicações produzidas até o momento podem colocar o parque como uma das unidades de conservação mais bem estudadas para morcegos no Brasil.

Apesar da produção de um volume de informações considerável até o momento, ainda assim várias outras perguntas e abordagens permanecem em aberto e apontam direções e oportunidades para pesquisas futuras. O PARNA Catimbau ainda tem um enorme potencial de pesquisas, não apenas com morcegos, mas com vários outros grupos biológicos. As informações produzidas até o momento – não apenas para morcegos, mas também das dezenas de outras pesquisas nas mais diversas áreas já conduzidas dentro e ao redor de seus limites – são um rico recurso e, sem dúvida, podem contribuir para a elaboração de seu plano de manejo, documento técnico essencial para a gestão do parque, mas que, mesmo passados 20 anos desde a sua criação, ainda não foi produzido. Ao menos para o grupo dos morcegos, estamos mais que preparados e dispostos a colaborar com essa tarefa.

Referências

Adam ML et al. DNA damage as indicator of the environmental vulnerability of bats in Brazil's Caatinga drylands. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022; 194: 277. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09906-9>

Arias-Aguilar A et al. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*. 2018; 63: 231-253. <https://doi.org/10.1007/s13364-018-0367-z>

Azevedo IS, Bernard E. Avaliação do nível de relevância e estado de conservação da caverna "Meu Rei" no PARNA Catimbau, Pernambuco. *Revista Brasileira de Espeleologia*. 2015; 1: 1-23. <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/RBEsp/article/view/523>

Barbier E et al. Bat-ectoparasitic fly relationships in a seasonally dry tropical forest in Brazil. *Parasitology Research*. 2021; 120: 3507-3517. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07301-w>

Barbier E et al. Ecology of *Antricola* ticks in a bat cave in north-eastern Brazil. *Experimental and Applied Acarology*. 2020; 82: 255-264. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00544-9>

Barbier E et al. Structure and composition of Nycteribiidae and Streblidae flies on bats along an environmental gradient in northeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology*. 2019; 97: 409-418. <http://doi.org/10.1139/cjz-2018-0098>

Barbier E, Bernard E. From the Atlantic Forest to the borders of Amazonia: species richness, distribution, and host association of ectoparasitic flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in northeastern Brazil. *Parasitology Research*. 2017; 116: 3043-3055. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5615-7>

Barros JS et al. Ecological preferences of neotropical cave bats in roost site selection and their implications for conservation. *Basic and Applied Ecology*. 2020; 45: 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.03.007>

Barros et al. 2021. An exceptionally high bat species richness in a cave conservation hotspot in Central Brazil. *Acta Chiropterologica*. 2021; 23: 233-245.

Barros JS, Bernard E. Big family, warm home, and lots of friends: Pteronotus large colonies affect species richness and occupation inside caves. *Biotropica*. 2023. DOI: 10.1111/btp.13211

Carvalho JLVR et al. Ticket to ride: fungi from bat ectoparasites in a tropical cave and the description of two new species. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2022. <https://doi.org/10.1007/s42770-022-00841-y>

Crous PW et al. Fungal Planet description sheets: 785-867. *PERSOONIA*. 2018. 367-367.

Cunha AOB et al. Living in the dark: Bat caves as hotspots of fungal diversity. *PLOS One*. 2020; 15: e0243494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243494>

Delgado-Jaramillo M et al. Assessing the distribution of a species-rich group in a continental-sized megadiverse country: Bats in Brazil. *Diversity and Distributions*. 2020; 26: 632-643. <https://doi.org/10.1111/ddi.13043>

Delgado-Jaramillo M et al. New records, potential distribution, and conservation of the Near Threatened cave bat *Natalus macrourus* in Brazil. *Oryx*. 2017; 52: 579-586. <https://doi.org/10.1017/S0030605316001186>

Ferreira JVA et al. Checklist preliminar de Bromeliaceae do Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil. *Natureza On Line*. 2015; 13(2): 92-97.

- FUNDAJ (Fundação Joaquim Nabuco). Relatório parcial da pesquisa – mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma Caatinga: Parque Nacional do Catimbau. 2015. FUNDAJ/UFCEG, Recife.
- Garbino GST et al. 2022. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil – CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <<https://www.sbeq.net/lista-de-especies>>. Acessado em: 24/01/2023
- Gomes APS et al. 2006. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifolia da Chapada de São José, Buíque/PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2006; 20(1): 37- 48.
- Hintze F et al. Bioacoustics for in situ validation of species distribution modelling: An example with bats in Brazil. *PLOS One*. 2021; 16: e0248797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248797>
- Hintze F et al. Molossid unlimited: extraordinary extension of range and unusual vocalization patterns of the bat, *Promops centralis*. *Journal of Mammalogy*. 2019; 101: 417-432. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz167>
- Ito F et al. High genetic connectivity among large populations of *Pteronotus gymnotus* in bat caves in Brazil and its implications for conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022; 10:934633. doi: 10.3389/fevo.2022.934633
- Ito F et al. What is for Dinner? First Report of Human Blood in the Diet of the Hairy-Legged Vampire Bat. *Acta Chiropterologica*. 2016; 18: 509-515. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.2.017>
- Jansen DC et al. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala de 1:2.500.000. *Revista Brasileira de Espeleologia*. 2012; 2: 42-57. <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/RBEsp/article/view/255>
- Jordão ACSJ. Análise da dieta de morcegos insetívoros em ambientes cavernícolas através de metabarcoding de eDNA. [Dissertação] Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2019. 77f.
- Leal ESB et al. Bats from Alagoas state, northeastern Brazil: updated checklist based on literature, collections, and acoustic records. *Mastozoología Neotropical*. 2022; 29(2): e0613. <https://doi.org/10.31687/saremMN.22.29.2.02.e0613>
- Leal ESB, Bernard E. Mobility of bats between caves: ecological aspects and implications for conservation and environmental licensing activities in Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 2021b. <https://doi.org/10.1080/01650521.2021.1964910>.
- Leal ESB, Bernard E. Morcegos cavernícolas do carste arenítico do Parque Nacional do Catimbau, nordeste do Brasil. *Mastozoología Neotropical*. 2021a; 28: 1-53. <https://mn.sarem.org.ar/article/morcegos-cavernicolas-do-carste-arenitico-do-parque-nacional-do-catimbau-brasil/>
- Machado CCC et al. Protected areas and their multiple territorialities – a social and environmental reflection on Catimbau National Park – Brazil. *Ambiente & Sociedade*. 2017; 20(1): 239-260. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20150172R1V2012017>
- Meramo K et al. Contrasting effects of chronic anthropogenic disturbance on activity and species richness of insectivorous bats in Neotropical dry forest. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2022; 10: 822415. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.822415>
- MMA (Ministério Do Meio Ambiente). 2022. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Instituto Chico Mendes. Paineis dinâmicos de informações. Dados administrativos gerenciais. 202182. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>.
- Muñoz-Leal S et al. New records of ticks infesting bats in Brazil, with observations on the first nymphal stage of *Ornithodoros hasei*. *Experimental and Applied Acarology*. 2018; 76: 537-549. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0330-3>
- Nascimento A et al. O sítio Alcobaça, Buíque, Pernambuco; primeiros resultados. *Clio-Série Arqueológica*. 1996; 11: 87-98.
- Otálora-Ardila A et al. Thermally-assisted monitoring of bat abundance in an exceptional cave in Brazil's Caatinga drylands. *Acta Chiropterologica*. 2019; 21: 411-423. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.016>
- Palma ART et al. Respostas de pequenos mamíferos terrestres a um evento climático extremo na Caatinga. In: Mantovani W, Monteiro RF, Anjos L, Cariello MO (orgs.). *Pesquisas em Unidades de Conservação no domínio da Caatinga*. 1ed. Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará, 2017. p. 163-180.
- Pereira MLS et al. Richness of Cladosporium in a tropical bat cave with the description of two new species. *Mycological Progress*. 2022; 21: 345-357. <https://doi.org/10.1007/s11557-021-01760-2>
- Pessis AM et al. Caracterização dos sítios pré-históricos com grafismos rupestres no estado de Pernambuco, Brasil. *Clio-Série Arqueológica*. 2017; 32(1): 165-188. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/clioarqueologica/article/view/246475>
- Pimentel NT et al. Estimates of insect consumption and guano input in bat caves in Brazil. *Mammal Research*.

2022; 67: 355-366. <https://doi.org/10.1007/s13364-022-00629-3>

Ramírez-Fráncel LA et al. Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology*. 2022; 17: 2-23. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12552>

Rebello A. Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa na história do Brasil. <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/03/03/seca-de-2012-a-2017-no-semiarido-foi-a-mais-longa-da-historia.htm>

Rodal MJN et al. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*. 1998; 58(3): 517-526.

Silva CR, Bernard E. Bioacoustics as an important complementary tool in bat inventories in the Caatinga drylands of Brazil. *Acta Chiropterologica*. 2017; 19: 409-418. <https://doi.org/10.3161/15081109A CC2017.19.2.017>

Silva UBT et al. Species richness, geographic distribution, pressures, and threats to bats in the Caatinga drylands of Brazil. *Biological Conservation*. 2018; 221: 312-322. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.028>

SNE (Sociedade Nordestina de Ecologia). 2000. Projeto Técnico para a Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE – versão final, em cumprimento ao Contrato n.º 086-00/02, Subprojeto “Proposta para Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE”. 151p.

Solari A, Silva SFSM. Sepultamentos secundários com manipulações intencionais no Brasil: um estudo de caso no sítio arqueológico Pedra do Cachorro, Buíque, Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*. 2017; 12: 135-155. <https://doi.org/10.1590/1981.81222017000100008>

Sousa AEBA et al. Avifauna of the Catimbau National Park in the Brazilian state of Pernambuco, Brazil: species richness and spatio-temporal variation. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2012; 20(3): 230-245.

Souza TF. Pinturas rupestres e paisagem: um estudo de caso das representações zoomórficas do Vale do Catimbau/PE. Dissertação (Mestrado em Arqueologia). Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 2016. 179p.

Tanalgo KC et al. DarkCideS 1.0, a global database for bats in karsts and caves. *Scientific Data*. 2022; 9: 155. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01234-4>

Tuttle MD, Stevenson DE. Variation in the cave environment and its biological implications. In: Stitt R. (ed.). *Cave gating, a handbook*. National Speleological Society 1981; 46-59.

van Harten E et al. High detectability with low impact: Optimizing large PIT tracking systems for cave-dwelling bats. *Ecology and Evolution*. 2019; 9(19): 10916-10928. <https://doi.org/10.1002/ece3.5482>

Vital MTAB et al. Diversidade palinológica das Convolvulaceae do Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2008; 22(4): 1163-1171.

Weber MM et al. Is *Myotis lavalii* (Chiroptera, Vespertilionidae) endemic to the South American dry diagonal? *Journal of Mammalogy*. 2019; 100: 1879-1888. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz141>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Sessão Temática: Biologia e Conservação de Morcegos no Brasil
n.2, 2023

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

Apêndice I

Lista das Espécies de Morcegos Cavernícolas e Não Cavernícolas do Parque Nacional do Catimbau (PARNA Catimbau), Pernambuco

Nomes de famílias e subfamílias, assim como a nomenclatura das espécies e a sua posição taxonômica seguem a lista de morcegos da SBEQ (2020).

Emballonuridae Gervais, 1856

Emballonurinae Gervais, 1856

1. *Centronycteris maximiliani* (Fischer, 1829)
2. *Peropteryx macrotis* (Wagner, 1843)
3. *Peropteryx trinitatis* Miller, 1899

Phyllostomidae Gray, 1825

Micronycterinae Van Den Bussche, 1992

4. *Micronycteris minuta* (Gervais, 1856)
5. *Micronycteris sanborni* Simmons, 1996
6. *Micronycteris schmidtorum* Sanborn, 1935

Desmodontinae Wagner, 1840

7. *Desmodus rotundus* (É. Geoffroy, 1810)
8. *Diaemus youngi* (Jentnik, 1893)
9. *Diphylla ecaudata* (Spix, 1823)

Lonchorhininae Gray, 1866

10. *Lonchorhina aurita* Tomes, 1863

Phyllostominae Gray, 1825

11. *Tonatia bidens* (Spix, 1823)
12. *Anoura geoffroyi* Gray, 1838
13. *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766)

Lonchophyllinae Griffiths, 1982

14. *Lonchophylla inexpectata* Moratelli e Dias, 2015
15. *Lonchophylla mordax* Thomas, 1903
16. *Xeronycteris vieirai* Gregorin e Ditchfield, 2005

Caroliinae Miller, 1924

17. *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758)

Stenodermatinae Gervais, 1856

18. *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)
19. *Artibeus obscurus* (Schinz, 1821)

20. *Artibeus planirostris* (Spix, 1823)

21. *Platyrrhinus lineatus* (É. Geoffroy, 1810)

22. *Sturnira lilium* (É. Geoffroy, 1810)

Mormoopidae Saussure, 1860

23. *Pteronotus personatus* (Wagner, 1843)

24. *Pteronotus gymnotus* (Wagner, 1843)

Noctilionidae Gray, 1821

25. *Noctilio leporinus* (Linnaeus, 1758)

Furipteridae Gray, 1866

26. *Furipterus horrens* (Cuvier, 1828)

Natalidae Gray, 1866

27. *Natalus macrourus* (Gervais, 1856)

Molossidae Gervais, 1856

Molossinae Gervais, 1856

28. *Molossus molossus* Pallas, 1766

29. *Molossus rufus* É. Geoffroy, 1805

30. *Neoplatymops mattogrossensis* (Vieira, 1942)

31. *Promops centralis* Thomas, 1915

32. *Promops nasutus* (Spix, 1823)

Vespertilionidae Gray, 1821

Vespertilioninae Gray, 1821

33. *Histiotus diaphanopterus* Feijó, Rocha e Althoff, 2015

34. *Lasiurus blossevillii* ([Lesson, 1826])

35. *Rhogeessa hussoni* Genoways e Baker, 1996

Myotinae Tate, 1942

36. *Myotis lavalii* Moratelli, Peracchi, Dias e Oliveira, 2011