



MARICÉLIO DE MEDEIROS GUIMARÃES

**MORCEGOS CAVERNÍCOLAS DO BRASIL:
COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS
AMBIENTAIS**

LAVRAS – MG

2014

MARICÉLIO DE MEDEIROS GUIMARÃES

**MORCEGOS CAVERNÍCOLAS DO BRASIL: COMPOSIÇÃO,
DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Rodrigo Lopes Ferreira

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Guimarães, Maricélio de Medeiros.

Morcegos cavernícolas do Brasil : composição, distribuição e serviços ambientais / Maricélio de Medeiros Guimarães. – Lavras : UFLA, 2014.

130 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Rodrigo Lopes Ferreira.

Bibliografia.

1. Chiroptera. 2. Ecossistema subterrâneo. 3. Patrimônio espeleológico. 4. Morcegos - Conservação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 599.4

MARICÉLIO DE MEDEIROS GUIMARÃES

**MORCEGOS CAVERNÍCOLAS DO BRASIL: COMPOSIÇÃO,
DISTRIBUIÇÃO E SERVIÇOS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

Defesa em 25 de abril de 2014.

Dr. Wilson Uieda UNESP

Dr. Marlon Zortéa UFG

Dr. Rodrigo Lopes Ferreira

Orientador

LAVRAS – MG

2014



Aos morcegos “principais ecólogos da natureza” e a todos que traçam seu caminho por entre a escuridão, sem o devido reconhecimento, realizando magnificamente seus serviços ambientais ao ecossistema.

Ao Sertanejo, povo batalhador, carregado de humildade e altruísmo, que enfrenta as adversidades com um gostoso sorriso e incrível fé em Deus.

Respeito, gratidão e admiração é que devemos sentir por estes organismos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Setor de Ecologia Aplicada, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) pela autorização para finalidade científica n° 36113-1.

Aos colegas da quiropterologia, Angelika Bredt, Wilson Uieda, Carlos Esberárd, Susi Pacheco, Pedro Pinto, Renato Gregorin, Marco Mello e, principalmente, ao Marlon Zortéa pelo auxílio nos primeiros passos e por me despertar para minha grande paixão “o estudo dos morcegos”, ainda lembro como se fosse hoje, meu primeiro morcego (*Chrotopterus auritus*) capturado em minha primeira caverna (Gruta do Diogo). Obrigado, a todos, pela inspiração e por me encorajar com o trabalho com esses magníficos mamíferos alados.

Aos colegas da espeleologia, a cada cavernada vocês me ensinam e me ajudam. Ao Espéleo Grupo de Brasília (EGB) e a Panorama Ambiental, além de toda base espeleológico a vivência nessas esferas me gerou grandes amigos, Bernardo, Edvard, Samuel, Tiago, Kariel, Adolfo, Wilame, Bulha, Letícia, Marcelo e muitos outros, obrigado pelo companheirismo.

Aos colegas da bioespeleologia e do laboratório Centro de Estudos de Biologia Subterrânea, Sassanha, Xucra, Babú, Muds; Tripé, Magrela, Peitinho, Teta, Grilão, Avatar e Vampy. A convivência com vocês fez tudo ser mais divertido. Em especial ao meu grande irmão Pedro Ratton pelos princípios, companheirismo e pelas longas trocas de ideia sobre a razão de viver.

A todos os colegas de mestrado e aos funcionários da Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, especialmente aos professores, Paulo, Marcelo, Carla, Júlio,

Alexandra, Renato, Lucas e Rodrigo, pessoas de grande sabedoria que tive o prazer de conviver e ser modelado por seus ensinamentos. Muito grato aos companheiros de poker, pastor Nelson, Pedrão, Macaco, Helio, Fêssor e Clá, como diz tio Richard, ficha chama ficha!

A minha eterna companheira, Zan, meu grande amor... Muito obrigado pelo amor incondicional, pela ajuda nas minhas andanças e concretização de meus sonhos. Por me ajudar a aproveitar os bons e os maus momentos da vida, sempre parceira e amorosa, certamente, nossa união me fez uma pessoa melhor.

A minha querida família, Taitinha, Mainha, Vóinha, Inha, Binho, Biel, Bela e JP...agradeço todos os dias por ter mergulhado com vocês nesta passagem, a cada momento, pensamento e atitude lembro de vocês que são minha base, com vocês me sinto seguro e feliz! Obrigado pelo carinho, paciência e exemplo que me é dado ao longo desta vida. À memória de meus avós, João Miguel, Acetides e Vó Nena, a vida passa rápido, mas aproveitei e carrego cada vivência.

Ao pessoal de cada um dos lugarejos que passei a explorar e pesquisar as cavernas, alguns não conseguí convencer a gostar de morcegos, mas sempre fui bem recebido e auxiliado a encontrar as janelas para o mundo subterrâneo. Um agradecimento especial a Dona Rosália e seus familiares, bem como aos professores da Rede Pública de Ensino de Laje dos Negros, município de Campo Formoso-BA, é difícil lembrar cada nome, mas sem vocês o trabalho não teria sido viável.

Em especial aos grandes amigos Rodrigo e Marconi, pelo carinho e paciência que tiveram com o “Bagre Cego”... muito agradeço ao Heitor, a Carol, a Lília e ao Guga, minha família em Lavras. Agradeço imensamente, Mestre e Titó, pela convivência sempre harmoniosa, muitos ensinamentos sobre espeleologia, mas principalmente sobre a vida...até a próxima expedição!

Por fim, agradeço a todos os seres, lua, sol, estrelas, terra, mar, rio,
chuva, vento, frio, calor, fauna e flora... Agradeço a Deus!

FORMATO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é apresentada em formato de artigo para publicação em revistas científicas, seguindo as diretrizes do “Manual de Normatização e Estrutura de Trabalhos Acadêmicos: TCC, Monografias, Dissertações e Teses” da Universidade Federal de Lavras (UFLA, 2010). Assim, esta dissertação constitui-se de duas partes, a primeira realiza uma “Introdução Geral” considerando o tema central deste estudo, mas sem detalhamento, o qual subsidiou o raciocínio e trabalho investigativo. A segunda parte é composta por três manuscritos redigidos conforme normas da revista em que foi (ou será) submetido.

O primeiro manuscrito é redigido conforme a norma da Revista Brasileira de Espeleologia e foi submetido em 15 de abril de 2014. Apresenta uma análise sobre os morcegos cavernícolas do Brasil, realizada por meio do levantamento em 58 cavernas, confrontando com o conhecimento em literatura, totalizando 269 cavernas, distribuídas em 19 unidades federativas (AM, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PI, PR, RJ, RN, SC, SE, SP e TO).

O segundo manuscrito será encaminhado para a revista *International Journal of Speleology*, no entanto, foi redigido em parte conforme a norma da UFLA, uma vez que a norma da revista solicita que as figuras e tabelas sejam enviadas em arquivos separados. Apresenta uma metodologia inédita que utiliza a da distribuição potencial de morcegos cavernícolas como ferramenta para identificar áreas com potencial para à ocorrência de cavernas.

O terceiro manuscrito é redigido conforme norma da revista *Biodiversity and Conservation*. Está pautado pela investigação acerca da colônia de morcego frugívoro *Artibeus planirostris*, que utilizam a caverna Toca do Morrinho como abrigo, com relação as suas interações ecológicas: aporte energético ao

ecossistema cavernícola e dispersão de sementes no bioma Caatinga.

RESUMO GERAL

As lacunas de conhecimento existentes sobre a fauna de morcegos dificultam uma série de análises e importantes decisões sobre a preservação de cavernas no Brasil. Buscando diminuir o problema, os morcegos cavernícolas foram avaliados revisando o conhecimento disponível em literatura, somado ao inventário da quiropterofauna de 58 cavernas e um experimento realizado no interior da Toca do Morrinho (Campo Formoso-BA). Aproximadamente 33% das 176 espécies de morcegos registradas no Brasil já foram documentadas em cavernas, mas nem todas são consideradas cavernícolas. Os morcegos presentes na Toca do Morrinho e em outras cavernas permanentemente secas, além de realizarem serviços ecossistêmicos inerentes a sua guilda alimentar (como a polinização, a dispersão de sementes, o controle de insetos e de vertebrados), representam um importante agente de importação de matéria orgânica ao ecossistema subterrâneo. Salienta-se que quando morcegos frugívoros abrigam-se em cavernas, dois serviços ecossistêmicos passam a “competir”: quando os morcegos defecam fora da caverna, estão agindo como bons dispersores; e quando defecam no interior da caverna, atuam como importadores de nutrientes para o ecossistema subterrâneo. Entretanto, observou-se neste estudo que, parte das sementes (10%) é depositada nos abrigos (locais afóticos), diminuindo sua eficiência como dispersor. Apesar da importância dos morcegos ao ecossistema subterrâneo, poucos mais de 2% das mais de 12.000 cavernas registradas no Brasil possuem estudos disponíveis com relação à fauna de morcegos. Desta forma, em face dessa carência de informação, a conservação das cavernas e dos morcegos deve ser o resultado de um esforço de cooperação entre pesquisadores (universidades), consultores ambientais (empresas privadas) e interlocutores governamentais (Poder Legislativo e do Meio Ambiente), promovendo de maneira conjunta a investigação e a gestão do Patrimônio Espeleológico Nacional.

Palavras-chave: Chiroptera; Ecossistema Subterrâneo; Conservação

GENERAL ABSTRACT

Gaps in existing knowledge about bat fauna hinder a series of analyzes and important decisions about the preservation of caves in Brazil. Seeking to remedy part of this problem, cave bats were evaluated by reviewing the knowledge available in the literature, plus a chiropterofauna inventory of 58 caves and an experiment conducted inside the Toca do Morrinho (Campo Formoso-BA). Approximately 33% of the 176 species of bats recorded in Brazil have been documented in caves, but not all are considered cave. Bats present at the Toca do Morrinho and other permanently dry caves, besides carrying out ecosystem services related to their feeding guild (such as pollination, seed dispersal, insect and vertebrate control), represent the main import agent of organic matter to the subterranean ecosystem. It is noted that when frugivorous bats take shelter in caves, two ecosystem services will "compete": when the bats defecate outside the cave, they are acting as good dispersers; and when inside the cave, they act as importers of nutrients to the subterranean ecosystem. However, in this study it was observed that part of the seeds (10%) is deposited in shelters (aphotic locations), reducing its efficiency as disperser. Despite the importance of bats to the subterranean ecosystem, just over 2% of the more than 12,000 registered caves in Brazil have studies available regarding the bat fauna. In conclusion, there is much to be discovered about the fauna of cave bats as well as on the entire subterranean ecosystem, however, the lack of information is not reason enough to brake the rapid development the country has been going through. The legislation, in deed, has the power to model this development towards sustainability. Thus, the conservation of caves must be the result of a cooperative effort between researchers (universities), environmental consultants (private companies) and government interlocutors (the Legislature and the Environment), jointly promoting research and management of National Speleological Heritage.

Keywords: Chiroptera, Subterranean ecosystem, Conservation

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS.....	13

SEGUNDA PARTE (ARTIGOS)

Manuscrito 1. Morcegos Cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para conservação.....	15
Manuscrito 2. Distribuição potencial de morcegos cavernícolas como ferramenta para localização de cavernas.....	59
Manuscrito 3. Morcegos frugívoros em cavernas: dispersores de sementes ou importadores de recursos orgânicos?.....	92

INTRODUÇÃO GERAL

A maior parte da população salienta, apenas, o aspecto negativo dos morcegos. Esse fato ocorre devido ao desconhecimento sobre a importância deles para o equilíbrio ambiental, que se encontra associada, principalmente, à diversidade de hábitos alimentares desses animais (BREDT et al. 2012). Segundo Fenton et al. (1992), os principais serviços ecossistêmicos prestados pelos morcegos são: a polinização, a dispersão de sementes e o controle de insetos noturnos e de vertebrados.

Morcegos pertencem à ordem Chiroptera, segunda maior ordem da classe Mammalia, contendo cerca de 1200 espécies conhecidas em todo mundo (SIMMONS, 2005). No Brasil ocorrem 176 espécies, distribuídos em nove famílias: Emballonuridae, Noctilionidae, Mormoopidae, Thyropteridae, Furipteridae, Natalidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae e Molossidae (TAVARES et al., 2008; PAGLIA et al., 2012; DIAS et al., 2013).

Os morcegos representam um dos poucos vertebrados a utilizar de maneira eficiente e permanente as cavernas como abrigo (KUNZ, 1982) e realizam um importante papel no aporte de matéria orgânica para o ecossistema subterrâneo (FERREIRA; MARTINS, 1999). Adicionalmente, os morcegos têm sido considerados ferramenta fundamental para classificar as cavernas segundo seu grau de relevância, bem como determinar sua área de influência (BRASIL, 2009), auxiliando os órgãos ambientais nos processos de licenciamento ambiental que abrange o Patrimônio Espeleológico.

Grande parte das cavidades naturais subterrâneas tem como característica a ausência de luz e uma tendência a estabilidade ambiental em relação à umidade relativa do ar e à temperatura, principalmente, em regiões mais distantes de entradas (FERREIRA, 2005), aproximando-se das médias anuais do ambiente externo circundante (HOWARTH, 1983; FERREIRA;

MARTINS, 1999). Essa ausência de luz impede o desenvolvimento de organismos fotossintetizantes, principais produtores dos ecossistemas exteriores (POULSON; WHITE, 1969; FERREIRA; MARTINS, 1999; TOBLER, 2008). Dessa forma, praticamente toda a fonte de recurso na maioria dos sistemas cavernícolas são provenientes do meio externo ou epígeo, denominada entrada alóctone (HOWARTH, 1983, GOMES et al., 2000), a qual sustenta, na maior parte das vezes, todo um ecossistema subterrâneo.

Segundo Tobler (2008), a entrada alóctone de energia é representada principalmente pelos detritos de material vegetal e guano de morcegos. Deste modo, o tipo de recurso e a forma de disseminação no sistema, são importantes fatores da composição e abundância da fauna no meio subterrâneo.

Os morcegos representam os principais troglóxenos - organismos encontrados frequentemente no ambiente subterrâneo, mas que saem periodicamente para a superfície para completar seu ciclo de vida – (HOLSINGER; CULVER, 1988) e saem diariamente para se alimentar. Desta forma, são considerados importantes importadores de energia para o meio epígeo, sendo muitas vezes os principais responsáveis pelo fluxo energético em ecossistemas subterrâneos (FERREIRA; MARTINS, 1999; TOBLER, 2008).

Assim, além de proteger o ambiente físico da caverna e sua área de influência, para garantir o funcionamento deste delicado sistema ecológico subterrâneo, uma boa estratégia é proteger os morcegos cavernícolas. A extinção destes importadores de energia interromperia determinadas interações, o que, provavelmente, resultaria na perda de biodiversidade. O conhecimento sobre a fauna de morcegos cavernícolas é ferramenta chave para uma série de análises e importantes decisões sobre a preservação de cavernas no Brasil.

Nesta perspectiva, três objetivos principais foram selecionados e são apresentados na forma de artigos: (i) compilação da informação sobre morcegos cavernícolas do Brasil, apresentando novos registros e analisando questões

relacionadas à conservação; (ii) sugestão de metodologia inédita que utiliza a sobreposição da distribuição potencial de morcegos preferencialmente cavernícolas para identificar áreas com potencial para a ocorrência de cavernas; e (iii) determinação da contribuição ecológica de *Artibeus planirostris*, com relação à dispersão de sementes e o aporte energético ao sistema subterrâneo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Instrução Normativa MMA nº 002, de 20 de agosto de 2009. Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2009. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/IN%2002_MMA_Comentada.pdf>, Acesso em: 12 fev. 2014.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W.A. Plantas e Morcegos – na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília-DF. 2012.
- DIAS, D.; ESBÉRARD, C. E. L.; MORATELLI, R. A new specie of *Lonchophylla* (Chiroptera, Phyllostomidae) from the Atlantic Forest of southeastern Brazil, with comments on *L. bokermanni*. *Zootaxa*, v. 3722, n. 3, p. 347-360, 2013.
- FENTON, M.B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M.B.C. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440-446, 1992.
- FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Reference to Brazilian Caves. *Tropical Zoology*, Firenze, v. 12, n. 2, p. 231-259, 1999.
- FERREIRA, R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. *O Carste*, 2005. 17:106-115.
- GOMES, F. T. M. C.; FERREIRA, R. L. & JACOBI, C. M. Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. *Rev. Bras. Zooc.*, 2000. 2:77-96.
- HOLSINGER, R.; CULVER, D. C. The invertebrate cave fauna of Virginia and a past of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. *Brimleyana*, n. 14, p. 1-162, 1988.
- HOWARTH, F. G. Ecology of cave arthropods. *Ann. Rev. Entomol*, 1983. 28: 365-389.
- KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In: Kunz TH (ed) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, 1982. cap. 1, p. 1-55.

- PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*. 2ª Edição, Conservation International, Arlington, VA. N. 4, 2012, 76p.
- POUSON, T. L.; WHITE, W. B. The cave environment. *Science*, 1969. 165: 971-981.
- SIMMONS, N. B. Ordem Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed) *Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, EUA, p. 312-529, 2005.
- TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. A diversidade de morcegos no Brasil: Lista Atualizada com comentários sobre distribuição e taxonomia. In: PACHECO, S. M.; MARQUES, V.; ESBÉRARD, C. E. L. (ed) *Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Armazém Digital, p. 223-229, 2008.
- TOBLER, M. Divergence in trophic ecology characterizes colonization of extreme habitats. *Biol. J. Linn. Soc.* 2008. 95:517-528.

Manuscrito 1

**Morcegos Cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para
conservação**

Maricélio de Medeiros Guimarães

*Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Biologia, Setor de
Zoologia Geral, Centro de Estudos em Biologia Subterrânea. E-mail:
mmgbat@hotmail.com*

Rodrigo Lopes Ferreira

*Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Biologia, Setor de
Zoologia Geral, Centro de Estudos em Biologia Subterrânea. E-mail:
drops@dbi.ufla.br*

RESUMO

A ocorrência de morcegos em cavernas no Brasil foi avaliada revisando o conhecimento disponível em literatura sobre 211 cavernas, somado ao inventário realizado em outras 58 ainda não estudadas, totalizando 269 cavernas distribuídas em 19 unidades federativas: AM (2), BA (34), CE (4), DF (18), ES (3), GO (63), MG (23), MS (2), MT (3), PA (13), PE (3), PI (1), PR (16), RJ (3), RN (8), SC (2), SE (2), SP (67) e TO (2). No Brasil ocorrem 176 espécies de morcegos, destas 58 foram documentadas em cavernas, mas nem todas são consideradas cavernícolas. Os morcegos são essenciais à sobrevivência de muitos ecossistemas subterrâneos e, em contra partida, as cavidades naturais subterrâneas representam abrigos vitais para conservação de muitas espécies deste grupo. O Brasil detém mais de 12.000 cavernas conhecidas, das quais pouco mais de 2% possuem estudos disponíveis com relação à fauna de morcegos. Tais estudos se concentram principalmente em São Paulo, Goiás e Bahia. As lacunas de conhecimento existentes sobre a fauna de morcegos

dificultam uma série de análises e importantes decisões sobre a preservação de cavernas no Brasil.

Palavras-chave: Preservação de cavernas, Ecossistema subterrâneo, Check list

Cave bats from the Brazil: new records and challenge for conservation

ABSTRACT

The occurrence of bats in caves in Brazil was assessed by reviewing the knowledge available in the literature about 211 caves, plus an chiroptero fauna inventory of 58 caves have not studied, totaling 269 caves divided into 19 federal units: AM (2), BA (34), CE (4), DF (18), ES (3), GO (63), MG (23), MS (2), MT (3), PA (13), PE (3), PI (1), PR (16), RJ (3), RN (8), SC (2), SE (2), SP (67) e TO (2). In Brazil there are 176 species of bats, 58 of these were documented in caves, but not all are considered cave. Bats are essential to the survival of many subterranean ecosystems and, by contrast, the natural subterranean cavities are crucial shelters for conservation of many species of this group. Brazil has more than 12,000 known caves, of which just over 2% have studies available regarding their bat fauna. Such studies concentrate mainly in São Paulo, Goiás and Bahia. Gaps in existing knowledge about the fauna of bats hinder a series of analyzes and important decisions about the preservation of caves in Brazil.

Keywords: Conservation of caves, subterranean ecosystem, Check list.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao forte desenvolvimento econômico, alguns ecossistemas brasileiros encontram-se em delicada situação de conservação, o que reflete diretamente na biota associada (Mittermeier et al., 2005). Com relação aos morcegos, os problemas associados, como a transmissão da raiva na América Latina e utilização de residências como abrigos diurnos (Luo et al., 2013;

Pacheco et al., 2010), têm causado incômodos à população, o que vem resultando na perseguição e matança desordenada, agravando ainda mais o estado de conservação destes organismos.

Uma das novas estratégias utilizadas por conservacionista para analisar cenários de mudanças sócio ambientais é a análise de horizontes, que se resume na busca por ameaças e oportunidades que podem influenciar, a longo prazo, as questões conservacionistas (Sutherland & Woodroof, 2009). O uso desta estratégia está aumentando e, recentemente, uma análise de horizontes listou 17 tópicos que podem influenciar na conservação de morcegos no Brasil (Bernard et al., 2012). Destes, o mais preocupante foi a redução na proteção de cavernas devido às alterações na legislação brasileira sobre proteção ao patrimônio espeleológico. Outra ameaça apontada para conservação dos morcegos foi a heterogenidade e fragmentação do conhecimento disponível, merecendo atenção para essas lacunas no conhecimento sobre a distribuição das espécies.

No Brasil ocorrem cerca de 15% das mais de 1200 espécies de morcegos conhecidas em todo mundo (Simmons, 2005). Tal riqueza corresponde, no País, a 176 espécies (Tavares et al., 2008; Paglia et al., 2012; Dias et al., 2013). Entretanto, há uma carência de estudos em cerca de 60% do território brasileiro e nenhum dos biomas encontram-se minimamente amostrados (Bernard et al., 2011). Assim, a atual diversidade de morcegos ainda é uma subestimativa, representando um retrato temporário da fauna brasileira (Tavares et al., 2008).

Os morcegos representam um dos poucos vertebrados a utilizar de maneira eficiente e permanente as cavernas como abrigo (Kunz, 1982). Desta forma, compreendem um grupo de grande relevância ecológica já que são essenciais à manutenção de muitos ecossistemas subterrâneos (Palmeirim & Rodrigues, 1992; Ferreira et al., 2007). Contribuem diariamente com o aporte energético ao ecossistema subterrâneo (por meio da deposição do guano e sobras de alimento) e, eventualmente, com seus próprios cadáveres. Sendo assim, tais

organismos constituem agentes de grande importância atuando diretamente na importação de energia para ecossistemas subterrâneos.

Em alguns locais, a importância dos morcegos cavernícolas é reconhecida. Um bom exemplo é Portugal, que implantou há cerca de 20 anos seu “Plano Nacional de Conservação dos Morcegos Cavernícolas” (Palmeirim & Rodrigues, 1992). O Brasil não tem algo tão específico, mas possui um plano de ação para conservação de morcegos urbanos (Pacheco et al., 2010). Contudo, Arita (1996) sustenta que a preservação das cavernas deveria ser a principal estratégia quando se pensa em conservação da fauna de morcegos cavernícolas, pois, os ambientes subterrâneos são essenciais para preservação de populações de muitas espécies (Luo et al., 2013).

As pesquisas sobre morcegos cavernícolas brasileiros se iniciaram com Ruschi (1952), tendo estudado cerca de 200 cavernas, apresentando informações para três (Gruta do Limoeiro, Gruta Monte Libano e Gruta do Rio Itaúnas) no estado de Espírito Santo. No entanto, o primeiro levantamento preliminar da fauna encontrada em cavernas do Brasil foi realizado entre os anos 1971 e 1980 (Dessen et al., 1980), o qual lista oito espécies de morcegos. Trajano (1995) atualizou esta lista, indicando o registro de 35 espécies de morcegos brasileiros ocorrendo em cavernas. Este número, no entanto, é baixo quando comparado a outros países como o México e a China, onde 60 (Arita, 1993) e 97 (Luo et al., 2013) das espécies de morcegos utilizam cavernas como refúgio.

Para ser considerada cavernícola não basta à espécie ser amostrada em caverna, é necessário que a mesma utilize o abrigo de forma permanente. Segundo Arita (1993), os morcegos podem ser classificados de acordo com o uso que fazem de cavernas como: preferencialmente cavernícola para espécies onde o principal abrigo são cavernas; usualmente cavernícola para as frequentemente encontradas tanto em cavernas como em outros abrigos; ocasionalmente cavernícolas as que já foram registradas em cavernas, mas têm

preferência por outros abrigos; e espécie não registrada em cavernas como não cavernícola.

Os inventários sobre morcegos em cavernas brasileiras incluem os estados da Bahia (Dessen et al., 1980; Gregorin & Mendes, 1999; Faria et al., 2006; Sbragia & Cardoso, 2008), Espírito Santo (Ruschi, 1952), Ceará (Dessen et al., 1980; Uieda et al., 1980; Silva et al., 2001), Minas Gerais (Trajano & Gimenez, 1998), Mato Grosso (Trajano & Gnaspini, 1991; Pinto-da-Rocha, 1995); Mato Grosso do Sul (Pinto-da-Rocha & Sessegolo, 2001), Pará (Trajano & Moreira, 1991; Pinheiro et al., 2001), Paraná (Silva-da-Rocha et al., 2001; Sessegolo et al., 2001; Arnone & Passos, 2007), Rio de Janeiro (Esbérard et al., 1997), Rio Grande do Norte (Coelho, 2006) e Santa Catarina (Pinto-da-Rocha et al., 2001; Arnone & Passos, 2003). A maioria se concentra em três unidades federativas, Goiás (Dessen et al., 1980; Siqueira, 1995; Bredt & Júnior, 1996; Esbérard et al., 2001, 2005; Silva et al., 2009; Chaves et al., 2012), São Paulo (Dessen et al., 1980; Trajano, 1985; Campanhã & Fowler, 1993; Zeppelini et al., 2003; Arnone, 2008) e Distrito Federal (Bredt et al., 1999; Bredt & Magalhães, 2006; Aguiar et al., 2006; Portela, 2010).

Este trabalho tem como objetivo avaliar espécies de morcegos associadas a cavidades naturais subterrâneas no Brasil. Para tal, foi analisada a literatura sobre ocorrência de morcegos em cavernas brasileiras, somado ao inventário da quiropterofauna em 58 cavernas. São apresentadas duas listas: (i) espécies de morcegos brasileiros classificados segundo o uso de cavernas; e (ii) cavernas brasileiras que possuem estudos sobre morcegos. Por fim, uma análise sobre as lacunas de conhecimento e o histórico concernente às ferramentas legais relacionadas ao Patrimônio Espeleológico Brasileiro, apontam os desafios para conservação dos morcegos cavernícolas no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende todo território brasileiro (~8.515.767,049 km²) (IBGE, 2010). Atualmente, o Brasil possui dados geoespacializados de 12.376 cavernas cadastradas (informação acessada em 28/02/2014 - CECAV/ICMBIO, 2014), distribuídas de forma heterogênea por todo o País. Enquanto Minas Gerais concentra cerca de 43% das cavernas brasileiras o Acre ainda não possui nenhuma caverna cadastrada. O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Caverna (CECAV), incorporado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) é o responsável pela manutenção deste banco de dados.

Foram inventariadas 58 cavernas (Figura 1) distribuídas em 12 unidades federativas: AM (1), BA (17), CE (1), GO (8), MG (19), MS (1), MT (2), PE (2), PI (1), RN (2), SE (2) e TO (2). Todas as cavernas foram exploradas durante o período diurno e os morcegos encontrados foram documentados por meio de registro fotográfico. Foi realizada amostragem por meio de captura em 42 destas cavernas (Apêndice A), sendo utilizada rede-de-neblina em 29; rede-de-neblina e armadilha de fio (*harp traps*) em 12; e apenas armadilha de fio em uma caverna (Gruta Sumidouro em Sonora-MS).

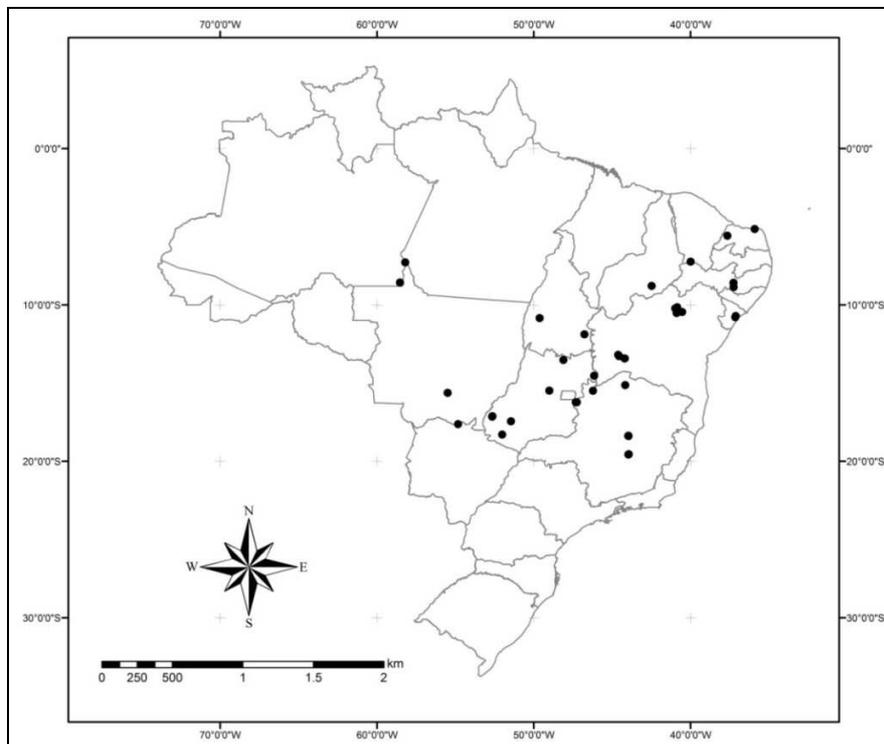


Figura 1. Localização das 58 cavernas inventariadas no presente estudo, distribuídas entre 12 unidades federativas no Brasil: AM (1), BA (17), CE (1), GO (8), MG (19), MS (1), MT (2), PE (2), PI (1), RN (2), SE (2) e TO (2).

Os registros de morcegos utilizando cavernas como abrigo foram complementados com informações oriundas de 32 publicações: Ruschi, 1952; Trajano (1985); Trajano (1987); Trajano & Gnaspini (1991); Trajano & Moreira (1991); Campanhã & Fowler (1993); Pinto-da-Rocha (1995); Siqueira (1995); Bredt & Júnior (1996); Esbérard et al. (1997); Trajano & Gimenez (1998); Bredt et al. (1999); Gregorin & Mendes (1999); Esberárd et al. (2001); Pinheiro et al. (2001); Pinto-da-Rocha & Sessegolo (2001); Pinto-da-Rocha et al. (2001); Sessegolo et al. (2001); Silva-da-Rocha et al. (2001); Silva et al. (2001); Arnone & Passos (2003); Zeppelini et al. (2003); Esbérard et al. (2005); Aguiar et al. (2006); Coelho (2006); Faria et al. (2006); Arnone & Passos (2007); Arnone

(2008); Sbragia & Cardoso (2008); Silva et al. (2009); Portela (2010); e Chaves et al. (2012).

A partir da compilação dos inventários (presente estudo e disponíveis em literatura), duas listas foram elaboradas, uma das cavernas que contém estudos sobre morcegos e outra das espécies registradas por estes estudos.

A lista de cavernas inventariadas apresenta o nome, coordenadas geográficas, município e unidade federativa, segundo cadastro do CECAV (2014), e o bioma ao qual se insere. A riqueza de espécies de morcegos foi utilizada para se classificar as cavernas em: baixa riqueza (de 0-3 espécies), média riqueza (de 4-6 espécies), alta riqueza (de 7-9 espécies) e elevada riqueza (acima de 9 espécies).

A lista das espécies de morcegos apresenta informação sobre o número de cavernas e o bioma em que foi amostrada. Consideramos morcegos cavernícolas apenas as espécies observadas durante o período diurno no interior de cavernas ou as capturadas rotineiramente saindo de cavernas. Contudo, para efeito de classificação as espécies cavernícolas foram separadas, segundo a constância em que utilizam este tipo de abrigo, em duas categorias: espécies que se abrigam majoritariamente em caverna como essencialmente cavernícolas; e espécies que usam cavernas de forma oportuna, mas rotineiramente utilizam outro tipo de abrigo como cavernícolas oportunistas. Espécies amostradas em apenas uma caverna, mas que têm preferência comprovada por outros abrigos foi considerada não cavernícola.

A classificação taxonômica segue Simmons (2005), com três exceções: *Artibeus planirostris* não é sinônimo de *A. jamaicensis* (Lim et al., 2004; Barques & Diaz, 2009); *Pteronotus davyi* não tem ocorrência registrada no Brasil (Willig & Mares, 1989; Bernard et al., 2011; Reis et al., 2011); e *Natalus macrourus* é sinônimo sênior de *N. espiritosantensis* sugerido por Garbino & Tejedor (2012).

O *software* EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013) foi utilizado para calcular a curva de acumulação de espécies por meio do estimador de riqueza Jackknife 1, considerando as 211 cavernas do levantamento bibliográfico e as 58 cavernas inventariadas neste estudo, cada caverna representando uma amostra, que totalizam 269 pontos amostrais. Os dados de riqueza de morcegos cavernícolas foram sumarizados por meio de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), para verificar as relações com os biomas e as unidades federativas do Brasil, utilizando o *software* Past ver. 2.17c (Hammer et al., 2001) e calculado pelo índice de distância de Jaccard.

3 RESULTADOS

O presente inventário sobre a fauna de morcegos cavernícolas, somado a outros já realizados em cavernas no Brasil totaliza 269 cavernas com inventário sobre morcegos (Figura 2), distribuídas em 19 unidades federativas (entre parênteses o número de cavernas estudadas): AM (2), BA (34), CE (4), DF (18), ES (3), GO (63), MG (23), MS (2), MT (3), PA (13), PE (3), PI (1), PR (16), RJ (3), RN (8), SC (2), SE (2), SP (67) e TO (2). Abrangendo os biomas: Cerrado (110), Mata Atlântica (100), Caatinga (42) e Amazônia (17) (Apêndice A).

Com relação à diversidade de morcegos cavernícolas, 57% das cavernas (N=269) apresentaram baixa riqueza, 23% média, 13% alta e 7% elevada riqueza. A Gruta Alambari de Baixo (SP) com 20 espécies é a mais rica, seguida da Gruta Judite (GO) com 18 espécies e as cavernas Gruta Saúva (DF), Gruta Sal (DF) e Gruta do Córrego Seco (SP) com 15 espécies cada (Apêndice A).

Aproximadamente 33% (58) das 176 espécies de morcegos ocorrentes no Brasil foram registradas em cavernas no País, mas nem todas são consideradas cavernícolas (Tabela 1). Considerando cada caverna como ponto

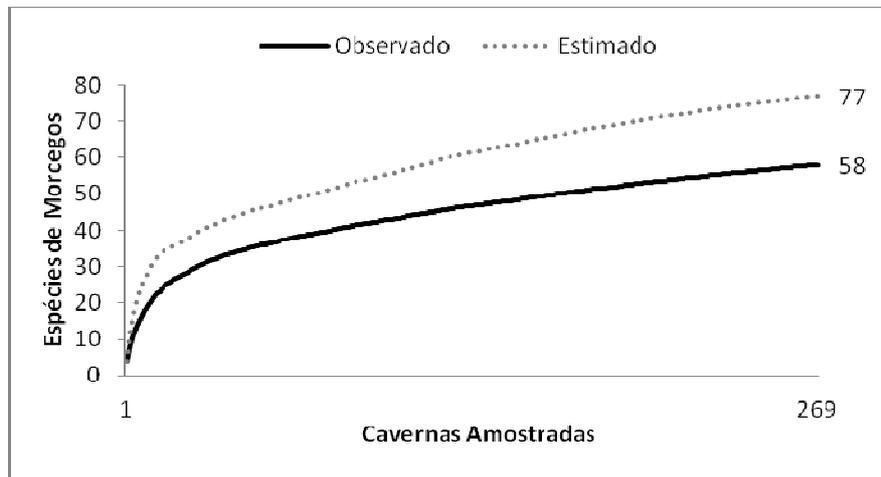


Figura 3. Curva de acumulação das espécies de morcegos cavernícolas observadas e estimadas pelo método Jackknife 1 para 269 cavernas.

O inventário registrou pela primeira vez *Lonchophylla bokermanni* (Gruta do Observador), *Phyllostomus elongatus* (Gruta Alagada), *Molossus* cf. *pretiosus* (PEA-380), *Nyctinomops laticaudatus* (Gruta do Morro Chico Caboclo), *Nyctinomops macrotis* (PEA-380) e *Noctilio leporinus* (Toca dos Ossos) utilizando caverna como refúgio. Contudo, com exceção apenas da última espécie, as demais foram consideradas não cavernícolas, pois, possuem um único registro em caverna. Apesar de *N. leporinus* ter sido amostrada em apenas uma caverna, à colônia era representativa (formada por 36 indivíduos) e foi observada em dois eventos de amostragem (junho/2012 e fevereiro/2013), sendo considerada cavernícola oportunista.

As análises de NMDS referentes às comunidades de morcegos cavernícolas entre quatro biomas e entre 19 unidades federativas do Brasil não demonstraram a formação de agrupamentos distintos.

A análise do modo em que as 58 espécies utilizam as cavernas aponta que 29 usam esse abrigo de forma oportuna, podendo (ou não) manter colônias instaladas por longo período. Treze espécies (*Peropteryx kappleri*, *P. macrotis*, *Diphylla ecaudata*, *Anoura caudifer*, *A. geoffroyi*, *Lionycteris spurelli*, *Lonchophylla dekeyseri*, *Chrotopterus auritus*, *Lonchorhina aurita*, *Pteronotus gymnotus*, *P. parnellii*, *Furipterus horrens* e *Natalus macrourus*) foram consideradas essencialmente cavernícolas e 16 são consideradas não cavernícolas (Tabela 1).

Segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2013), a maioria das espécies de morcegos registradas em cavernas no Brasil (80%) encontra-se na categoria de pouca preocupação; somente *Lonchophylla dekeyseri* e *Natalus macrourus* (identificada como *N. espiritosantensis* na publicação original – Dávalos & Tejedor, 2008) são listadas como quase ameaçadas; e seis espécies (*Glossophaga longirostris*, *Lonchophylla bokermanni*, *Glyphonycteris behnii*, *Lonchorhina inusitata*, *Micronycteris sanborni* e *Tonatia bidens*) estão na categoria deficiência de dados, podendo até estarem ameaçadas, mas a insuficiência de elementos de abundância e distribuição inviabiliza a análise. Duas espécies de morcegos cavernícolas, *L. dekeyseri* e *L. bokermanni*, constam como vulneráveis no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2008a).

Apesar de terem sido as três espécies com maiores números de registros (*Desmodus rotundus* relatada em 171 cavernas, seguida por *Carollia perspicillata* presente em 119 e *Glossophaga soricina* em 117 cavernas), rotineiramente estas espécies utilizam outro tipo de abrigo, sendo consideradas cavernícolas oportunistas (Figura 4), foram bem amostradas por serem espécies amplamente distribuídas no Brasil.

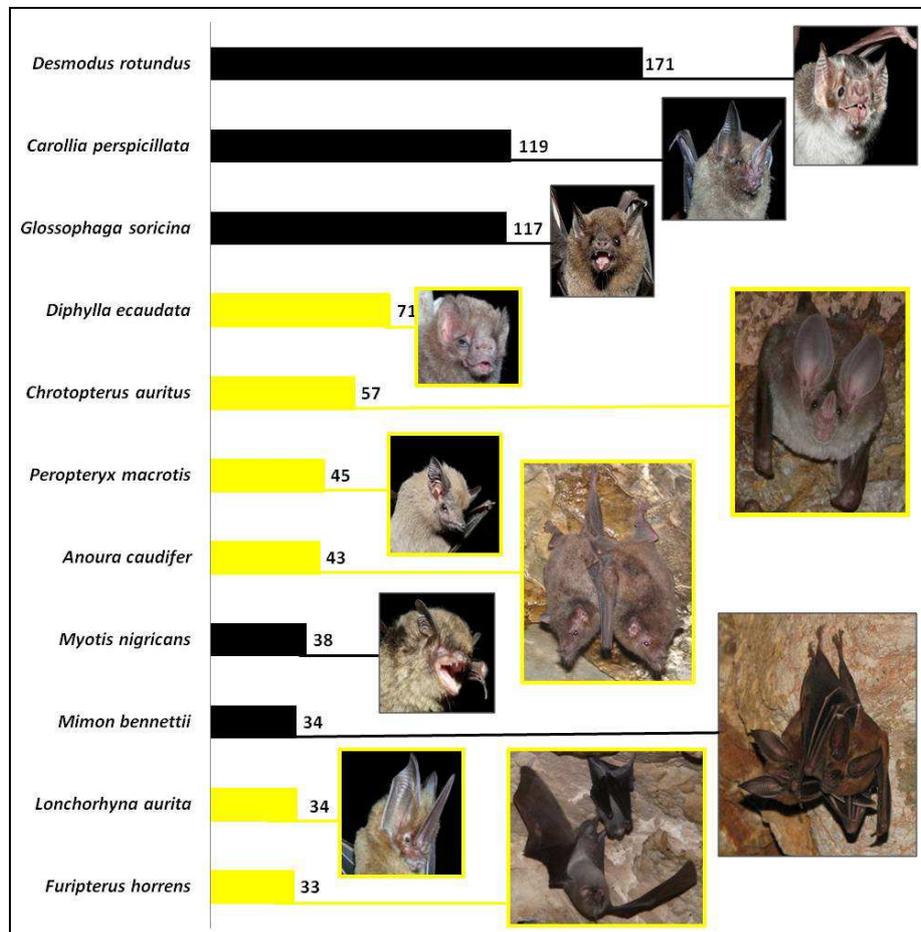


Figura 4. Espécies de morcegos mais amostrados em cavernas no Brasil (N=269), classificados em essencialmente cavernícolas (amarelo) ou cavernícolas oportunistas (preto), esboçando o número de cavernas em que foram registrados.

Tabela 1. Espécies de morcegos registrados em cavernas no Brasil, indicando o número de cavernas em que foi registrada (entre parênteses) por biomas, a classificação (Cla) segundo o uso de caverna como: essencialmente cavernícola (EC); cavernícola oportunista (CO); e não cavernícola (NC), o status de conservação da IUCN (2013) e as referências.

N	Taxa	Bioma (Nº caverna)	Cla	IUCN	Referências
Emballonuridae Gervais, 1855					
1	<i>Peropteryx kappleri</i> Peters, 1867	Am(8), Ca(1), Ma(3)	EC	LC	6, 10, 14, 24, 32
2	<i>Peropteryx macrotis</i> (Wagner, 1843)	Ca(9), Ce(28), Ma(8)	EC	LC	1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31, 32, PE
3	<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temminck, 1838)	Ma(1)	NC	LC	24
4	<i>Saccopteryx leptura</i> (Scherber, 1774)	Ma(1)	NC	LC	32
Phyllostomidae Gray, 1825					
5	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Am(6), Ca(16), Ce(80), Ma(9)	CO	LC	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, PE
6	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	Am(4), Ca(14), Ce(38), Ma(15)	EC	LC	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, PE
7	<i>Diaemus youngi</i> (Jentink, 1893)	Ce(1), Ma(1)	CO	LC	2, 23, 29
8	<i>Anoura caudifer</i> (E. Geoffroy, 1818)	Am(1), Ca(3), Ce(13), Ma(26)	EC	LC	1, 2, 5, 6, 11, 13, 16, 17, 22, 24, 25, 26, 27, 32
9	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	Ce(14), Ma(9)	EC	LC	1, 8, 11, 13, 22, 25, 26, 27, 29, 32
10	<i>Choeroniscus minor</i> (Peters, 1868)	Ce(1)	NC	LC	9

N	Taxa	Bioma (Nº caverna)	Cla	IUCN	Referências
11	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Am(3), Ca(14), Ce(78), Ma(22)	CO	LC	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, PE
12	<i>Lionycteris spurrelli</i> Thomas, 1913	Ca(2)	EC	LC	10, 12
13	<i>Lonchophylla bokermanni</i> Sazima, Vizotto & Taddei, 1978	Ma(1)	NC	DD*	PE
14	<i>Lonchophylla dekeyseri</i> Taddei, Vizotto & Sazima, 1983	Ce(24)	EC	NT*	11, 13, 16, 22, 28, 29
15	<i>Lonchophylla mordax</i> Thomas, 1903	Ca(2), Ma(1)	CO	LC	12, 32, PE
16	<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	Ca(4), Ce(22), Ma(31)	EC	LC	1, 2, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
17	<i>Glyphonycteris behnii</i> (Peters, 1896)	Ce(2)	CO	DD	29, PE
18	<i>Glyphonycteris sylvestris</i> Thomas, 1896	Ma(2)	CO	LC	2, 26
19	<i>Lonchorhina aurita</i> Tomes, 1863	Am(1), Ca(2), Ce(18), Ma(13)	EC	LC	4, 8, 11, 13, 22, 28, 29, 30, 31, 32, PE
20	<i>Lophostoma brasiliense</i> (Peters, 1866)	Ma(1)	NC	LC	32
21	<i>Macrophyllum macrophyllum</i> (Schinz, 1821)	Ma(3)	CO	LC	24, 26, 32
22	<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	Ca(2), Ce(14), Ma(11)	CO	LC	1, 2, 5, 6, 8, 11, 22, 26, 28, 29, 30, PE
23	<i>Micronycteris minuta</i> (Gervais, 1856)	Ca(1), Ce(5), Ma(3)	CO	LC	10, 11, 13, 16, 22, 24, 29
24	<i>Mimon bennettii</i> (Gray, 1838)	Ce(23), Ma (11)	CO	LC	5, 6, 8, 11, 13, 22, 25, 28, 32

N	Taxa	Bioma (Nº caverna)	Cla	IUCN	Referências
25	<i>Phylloderma stenops</i> Peters, 1865	Ca(1), Ce(2), Ma(1)	CO	LC	1, 10, 11, 13, 22
26	<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843	Ca(2), Ce(2)	CO	LC	19, 27, PE
27	<i>Phyllostomus elongatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Ce(1)	CO	LC	PE
28	<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	Am(1), Ca(6), Ce(16), Ma (1)	CO	LC	2, 6, 7, 8, 11, 14, 19, 22, 23, 27, 29, 30, 32, PE
29	<i>Tonatia bidens</i> (Spix, 1823)	Ca(4), Ce(1), Ma(8)	CO	DD	1, 2, 6, 10, 24, 26, 27, 31, PE
30	<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	Am(2), Ca(1), Ce(10), Ma(6)	CO	LC	1, 2, 6, 8, 9, 11, 13, 22, 24, 26, 29, 32
31	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	Am(3), Ca(16), Ce(61), Ma(39)	CO	LC	1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 27, 32, PE
32	<i>Artibeus cinereus</i> (Gervais, 1855)	Ce(2)	CO	LC	29
33	<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	Ma(10)	CO	LC	26
34	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	Ca(2), Ce(2), Ma(17)	CO	LC	1, 2, 24, 26, 27, 29
35	<i>Artibeus glaucus</i> Thomas, 1893	Ma(1)	NC	LC	26
36	<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	Ma(3)	CO	LC	24, 26
37	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	Ca(10), Ce(7), Ma(1)	CO	LC	12, 13, 26, 27, 29, 30, 31, PE
38	<i>Chiroderma doriae</i> Thomas, 1891	Ma(1)	NC	LC	26
39	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	Ca(3), Ce(17), Ma(4)	CO	LC	10, 11, 12, 22, 23, 29, 32
40	<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Wagner, 1843)	Ma(2)	CO	LC	26

N	Taxa	Bioma (Nº caverna)	Cla	IUCN	Referências
41	<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	Ce(1), Ma(7)	CO	LC	1, 2, 6, 23, 25, 26, 27
42	<i>Sturnira tildae</i> de La Torre, 1959	Ma(3)	CO	LC	1, 29
Mormoopidae Saussure, 1860					
43	<i>Pteronotus gymnonotus</i> Natterer, 1843	Am(2), Ca(5), Ce(6)	EC	LC	8, 22, 23, 27, 30, PE
44	<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	Am(4), Ca(2), Ce(13)	EC	LC	4, 6, 8, 11, 13, 22, 27, 29, 30, PE
Noctilionidae Gray 1821					
45	<i>Noctilio leporinus</i> (Linnaeus, 1758)	Ca(1)	CO	LC	PE
Furipteridae Gray, 1866					
46	<i>Furipterus horrens</i> (F. Cuvier, 1828)	Am(3), Ca(10), Ce(11), Ma(9)	EC	LC	1, 2, 6, 8, 11, 19, 22, 26, 27, PE
Natalidae Gray, 1866					
47	<i>Natalus macrourus</i> (Gervais, 1856)	Am(3), Ca(6), Ce(9), Ma(7)	EC	NT	1, 2, 4, 9, 10, 13, 19, 22, 24, 26, 27, 31, 32, PE
Molossidae Gervais, 1855					
48	<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	Am(1)	NC	LC	6
49	<i>Molossus rufus</i> É. Geoffroy, 1805	Ma(1)	NC	LC	32
50	<i>Molossus</i> cf. <i>pretiosus</i> Miller, 1902	Ce(1)	NC	LC	PE
51	<i>Molossops temminckii</i> (Burmeister, 1854)	Ce(1)	NC	LC	8
52	<i>Nyctinomops laticaudatus</i> (E. Geoffroy, 1805)	Ce(1)	NC	LC	PE
53	<i>Nyctinomops macrotis</i> (Gray, 1840)	Ce(1)	NC	LC	PE

N	Taxa	Bioma (Nº caverna)	Cla	IUCN	Referências
	Vespertilionidae Gray, 1821				
54	<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	Ce(1)	NC	LC	11
55	<i>Lasiurus ega</i> (Gervais, 1855)	Ma(1)	NC	LC	26
56	<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	Ma(4)	CO	LC	26
57	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	Ce(17), Ma(21)	CO	LC	1, 2, 3, 6, 9, 11, 13, 16, 17, 22, 24, 25, 27, 29, 32
	Thyropteridae Spix, 1823				
58	<i>Thyroptera tricolor</i> Spix, 1823	Ma(1)	NC	LC	24

Biomas: Amazônia (Am); Caatinga (Ca); Cerrado (Ce); e Mata Atlântica (Ma)

IUCN (status de ameaça): Pouca preocupação (LC); Quase ameaçado (NT); Deficiência de dados (DD);

* - Listada como vulnerável no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2008)

Referências: (1) Trajano, 1985; (2) Trajano, 1987; (3) Trajano & Gnaspini, 1991; (4) Trajano & Moreira, 1991; (5) Campanhã & Fowler, 1993; (6) Pinto-da-Rocha, 1995; (7) Siqueira, 1995; (8) Bredt & Júnior, 1996; (9) Esbérard et al., 1997; (10) Trajano & Gimenez, 1998; (11) Bredt et al., 1999; (12) Gregorin & Mendes, 1999; (13) Esberárd et al., 2001; (14) Pinheiro et al., 2001; (15) Pinto-da-Rocha & Sessegolo, 2001; (16) Pinto-da-Rocha et al., 2001; (17) Sessegolo et al., 2001; (18) Silva-da-Rocha et al., 2001; (19) Silva et al 2001; (20) Arnone & Passos, 2003; (21) Zeppelini et al., 2003; (22) Esbérard et al., 2005; (23) Aguiar et al., 2006; (24) Faria et al., 2006; (25) Arnone & Passos, 2007; (26) Arnone, 2008; (27) Sbragia & Cardoso, 2008; (28) Silva et al., 2009; (29) Portela, 2010; (30) Chaves et al., 2012; (31) Coelho, 2006; (32) Ruschi, 1952 e (PE) Presente Estudo.

4 DISCUSSÃO

Cavernas são fundamentais para a preservação dos morcegos porque representam refúgios permanentes contra a maioria dos predadores e intempéries (Kunz, 1982; Trajano, 1995; Arita, 1996; Tejedor et al., 2004). Das espécies de morcegos ocorrentes no Brasil 58 já foram amostradas nesses locais, contudo, apenas 42 foram consideradas cavernícolas. Apesar de *Pteronotus personatus* (Wagner, 1843) não ter sido amostrada nos inventários, a espécie ocorre no País (Davalos et al., 2008), sendo considerada essencialmente cavernícola como as demais espécies deste gênero. A preservação dos morcegos essencialmente cavernícolas está vinculada a preservação das cavernas. Este conhecimento compreende uma ferramenta importante para tomadas de decisão nos processos de licenciamento ambiental e seleção de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade nos ecossistemas subterrâneos, devendo ser melhor explorado.

A simples informação de que uma determinada espécie de morcego foi encontrada em uma caverna não é suficiente para classificá-la como cavernícola. Como exemplo, podemos citar *Thyroptera tricolor*, que apesar de já relatada em caverna (Faria et al., 2006) foi considerada não cavernícola devido às suas características morfológicas não serem favoráveis para utilização destes abrigos. Os representantes da família Thyropteridae são especializados em utilizar abrigos com superfícies lisas (como folhas de bananeira) e, ao longo da evolução, perderam a habilidade para usar superfícies ásperas (Vonhof et al., 2004). A subfamília Stenodermatidae é outro exemplo, pois, apesar de ter nove espécies consideradas cavernícolas oportunistas costumam se abrigar na folhagem das árvores, sendo que algumas possuem listras brancas na face e no dorso que às auxiliam na camuflagem (Fleming, 2003).

O desconhecimento com relação à utilização de áreas cársticas por morcegos brasileiros é enorme e deve ser sanado para subsidiar ações que objetivam um desenvolvimento de forma sustentável. Apenas em cerca de 2% das cavernas cadastradas foram encontrados inventários sobre os morcegos e, embora, mais de 12 mil cavernas já estejam cadastradas no Brasil (CECAV/ICMBIO, 2014), este número deve representar somente cerca de 5 a 10% do potencial do País (Piló & Auler, 2011), aumentando ainda mais as lacunas de informação que abrangem boa parte do País.

Ressalta-se que o inventário apresentado das 58 cavernas representa as primeiras informações para os estados de Piauí, Sergipe e Tocantins, bem como um acréscimo no número de cavernas pesquisadas nos estados da Bahia (literatura 17 cavernas/este estudo 17, total 34 cavernas) e Minas Gerais (literatura 4 cavernas/este estudo 19, total 23 cavernas), deixando esses dois Estados com maior número de cavernas estudadas quando comparados com o Distrito Federal que era o terceiro da lista. No entanto, a maioria dos estudos permanecem concentrados nos estados de São Paulo e Goiás.

Considerando o presente inventário e a literatura disponível verifica-se que cerca de 33% das espécies brasileiras foram registradas em cavernas, porcentagem inferior à registrada para o México (45%) por Arita (1993). O estudo de Arita (1993) abrangeu 215 cavernas distribuídas pelo território mexicano, das quais 80% apresentaram no máximo três espécies de morcegos e 10% mais de cinco espécies. Em comparação com este trabalho, as 269 cavernas brasileiras apresentam uma maior riqueza, somente 54% das cavernas possuem até três espécies e em 29% foram amostradas mais de cinco espécies.

Merece menção o número de espécies que coabitam uma mesma caverna. No Brasil, a caverna com maior riqueza é a Gruta Alambari de Baixo (São Paulo) que possui 20 espécies (Trajano, 1985; Trajano, 1987; Arnone,

2008), contra 15 e 13 espécies nas cavernas mais ricas da China (Luo et al., 2013) e do México (Arita, 1993; Arita, 1996), respectivamente. Essa proporção deve estar relacionada ao maior número de espécies registradas para o Brasil, que possui 50 e 41 espécies a mais que a China e o México, respectivamente.

A utilização de cavernas é diferente entre as espécies de morcegos. Enquanto as cavernas são geralmente pouco importantes para as espécies oportunistas, para as espécies essencialmente cavernícolas, esses refúgios naturais são essenciais para preservação de suas populações. Cavernas representam habitats frequentemente frágeis e as espécies que dependem destes refúgios, como *Natalus macrourus* (citada como *N. espiritosantensis*) e *Lonchophylla dekeyseri* são listadas na categoria de “Quase Ameaçada” pelo critério B2 – Área de Ocupação (IUCN, 2013). Desta forma, levando em conta o princípio da precaução, as demais espécies essencialmente cavernícolas deveriam ser contidas nesta categoria de quase ameaçada.

Geralmente, cavernas maiores possuem maiores riqueza e abundância de morcegos (Luo et al., 2013). Entretanto, as duas maiores cavernas do Brasil, Toca da Boa Vista (107 km) e Toca da Barriguda (33 km), apresentaram média e baixa riqueza, respectivamente, indicando que outros fatores além do tamanho da caverna, devem estar relacionados à diversidade de morcegos em regiões tropicais. Possivelmente, a vegetação ao redor da caverna deve ser mais importante do que seu tamanho.

Os morcegos são importantes agentes de importação de matéria orgânica e umidade ao ecossistema subterrâneo, principalmente em cavernas secas, sustentando e estruturando a comunidade de invertebrados (Ferreira et al., 2007). A proteção deste rico e desconhecido ecossistema está atrelado à proteção não apenas do espaço físico das cavernas, mas também de sua área de influência. A área de influência de uma caverna, inicialmente estabelecida em um raio de 250

metros da projeção em superfície de suas galerias (BRASIL, 1990b), compreende os elementos (bióticos, abióticos, hipógeos e epígeos) necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola (BRASIL, 2004). Assim, quando o principal agente de importação de energia são os morcegos, a melhor abordagem deve considerar a área de vida das espécies como área de influência da caverna, localizando e garantindo a proteção das áreas de forrageamento. A radiotelemetria pode facilitar a localização e determinação desta área de influência.

O Patrimônio Espeleológico Brasileiro, considerado “Bem da União” pela Constituição Federal (BRASIL, 1988), encontra-se legalmente protegido por normas e diretrizes que orientam seu uso e preservação (e.g. 1990a; 2008b). A antiga redação do Decreto nº 99556/1990 não permitia quaisquer impactos negativos à este patrimônio, porém, na prática, essa proteção não era devidamente garantida. O Decreto nº 6640/2008 alterou esta normatização, possibilitando impactos irreversíveis em cavernas mediante compensação ambiental, exceto nas cavernas consideradas de “Máxima Relevância”.

O fato é que o número de cavernas conhecidas no Brasil triplicou após as modificações na legislação espeleológica (BRASIL, 2008b), aumentando de 4 mil (Auler et al., 2001) para mais de 12 mil cavernas cadastradas (CECAV/ICMBIO, 2014). Este incremento de conhecimento estende-se aos atributos que valoram as cavernas, como a fauna associada (incluindo os morcegos), exigidos como estudos específicos que subsidiam a classificação da caverna segundo seu grau de relevância. Entretanto, ainda é cedo para se definir até que ponto este acréscimo de informação configura uma melhor (ou pior) proteção ao Patrimônio Espeleológico nacional.

5 CONCLUSÃO

Percebe-se que o ínfimo conhecimento com relação aos morcegos cavernícolas no Brasil, bem como sobre a história natural de várias espécies, dificulta uma série de análises e importantes tomadas de decisão. Os estudos técnico-científicos realizados no âmbito do licenciamento ambiental devem ser analisados e considerados como conhecimento disponível e trabalhos futuros deverão investigar cavernas em áreas não estudadas, especialmente, nas regiões Norte e Nordeste. A partir da definição clara de parâmetros como abundância, riqueza, endemismo, distribuição, dependência do meio epígeo, nível de agregação aceitável pelas espécies e características dos hábitos de utilização dos abrigos será possível estabelecer quais e como as espécies utilizam-se das cavernas como refúgios. A conservação da fauna de morcegos cavernícolas deve ser o resultado de um esforço de cooperação entre pesquisadores (universidades), consultores ambientais (empresas privadas) e interlocutores governamentais (Poder Legislativo e do Meio Ambiente), promovendo de maneira conjunta a investigação e gestão deste delicado Bem da União que são as cavernas.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a Dona Rosália e aos professores da Rede Pública de Ensino de Laje dos Negros, município de Campo Formoso-BA, pelo auxílio logístico; Tarcísio de Freitas Milagres pelo auxílio em campo; e a Zanderluce Gomes Luiz pelo auxílio nas pranchas e valiosas críticas ao manuscrito. A Panorama Ambiental por disponibilizar dados. O financiamento foi fornecido pela família Guimarães e por bolsa de estudos concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES para M.M.G. Ao

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) pela autorização para finalidade científica n° 36113-1.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, W. R.; PORTELLA, A. S. Ocorrência de morcego vampiro de asas brancas, *Diaemus youngi* (Mammalia, Chiroptera), no Cerrado do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 23, n. 3, p.893-896, 2006.
- ARITA, H.T. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, México. *Biological Conservation*, v. 76, n. 2, p. 177-185, 1996.
- ARITA, H. T. Conservation biology of the caves bats of México. *Journal of Mammalogy*, v. 74, n. 3, p. 693-702, 1993.
- ARNONE, I. S. *Estudo da comunidade de morcegos na área cárstica do Alto Ribeira – SP: Uma comparação com 1980*. 2008. 116 f. Dissertação (Mestre em Ciências, Área Zoologia) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- ARNONE, I. S.; PASSOS, F. C. Levantamento da fauna de morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Natural Municipal das Grutas de Botuverá, Botuverá/SC. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia 27, 2003, Januária – MG, *Anais XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia*. 2003, p. 108-114.
- ARNONE, I. S.; PASSOS, F. C. Estrutura de comunidade da quiropterofauna (Mammalia, Chiroptera) do Parque Estadual de Campinhos, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 573-581, 2007.
- AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. As grandes cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte, 2001. 227p.
- BARQUEZ, R.; DIAZ, M. *Artibeus planirostris*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. 2009. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>, Acesso em: 25 dez. 2013.
- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, e modificado pelo Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008. 1990a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99556.htm>, Acesso em: 12 fev. 2014.
- BRASIL. Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA. 1990b. Diário Oficial nº 117. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/legislacao.html>>, Acesso em: 12 fev. 2014.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União nº 176.

- Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34704.xml>>, Acesso em: 14 fev. 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. (ed. MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P.) Brasília – DF: MMA; Belo Horizonte – MG: Fundação Biodiversita, 2008a. 907p.
- BRASIL. Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008. Diário Oficial da União. 2008b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/civil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>, Acesso em: 12 fev. 2014.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; BRITO, D.; CRUZ-NETO, A. P.; GREGORIN, R.; MACHADO, R. B.; OPREA, M.; PAGLIA, A. P.; TAVARES, V. C. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. In: FREITAS, T. R. O.; VIEIRA, E. M. *Mamíferos do Brasil: Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação*. vol II. (Ed.:). Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, 2012. p. 19-35.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review*, v. 41, n. 1, p. 23-39, 2011.
- BREDT, A.; JUNIOR, J. C. Diagnóstico da raiva na região do futuro reservatório da UHE Serra da Mesa – Goiás. Instituto de Saúde do Distrito Federal e Instituto Geabrazil, 1996. 52pp.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; MAGALHÃES, E. D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-Oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 3, p. 731-770, 1999.
- BREDT, A.; MAGALHÃES, E. D. Os morcegos da APA de Cafuringa. In: Netto PB, Mecenas VV, Cardoso ES (ed). APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF. Brasília-DF, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), 2006, cap. 5, p. 259-266.
- CAMPANHÃ, R. A.; FOWLER, H. G. Roosting assemblages of bats in arenitic caves in remnant fragments of Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Biotropica*, v. 25, n. 3, p. 362-365, 1993.
- CECAV/ICMBIO – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas / Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação. *Base de Dados Geoespacializados das Cavernas do Brasil*, situação de 28/02/2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>>, Acesso em: 28 fev. 2014.
- CHAVES, P. M. R.; FRANCO, P. A. D.; PEREIRA, V. C. R. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em gruta de formação calcária localizada na Fazenda Cantinho, município de Formosa – Goiás (GO). *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 1, n. 1, p. 8-28, 2012.
- COELHO, D.C. Levantamento da fauna de morcegos no Carste de Felipe Guerra, RN. Produto 07, Ministério de Meio Ambiente, Instituto Brasileiro

- de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Ecossistemas, Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas, Contrato nº 2004/000337, Termo de Referência nº 109181. 2006.
- COLWELL, R. K.; *EstimateS 9.1.0* Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>, Acesso em: 6 dez. 2013.
- DÁVALOS, L.; TEJEDOR, A. *Natalus espiritosantensis*. In: *IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>, Acesso em: 09 fev. 2014.
- DÁVALOS, L.; MOLINARI, J.; MANTILLA, H.; MEDINA, C.; PINEDA, J.; RODRIGUEZ, B. *Pteronotus personatus*. In: *IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>, Acesso em: 18 mai. 2014.
- DESSEN, E. M. B.; ESTON, V. R.; SILVA, M. S.; BECK, M. T. T.; TRAJANO, E. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 6, p. 714-725, 1980.
- DIAS, D.; ESBÉRARD, C. E. L.; MORATELLI, R. A new specie of *Lonchophylla* (Chiroptera, Phyllostomidae) from the Atlantic Forest of southeastern Brazil, with comments on *L. bokermanni*. *Zootaxa*, v. 3722, n. 3, p. 347-360, 2013.
- ESBÉRARD, C. E. L.; MARTINS, L. F. S.; CRUZ, R. C.; COSTA, R. C.; NUNES, M. S.; LUZ, E. M.; CHAGAS, A. S. Aspectos da biologia de *Lonchorhina aurita* no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista Bioikos*, Campinas, v. 21, n. 1-2, p. 46-49, 1997.
- ESBÉRARD, C. E. L.; MOTTA, J. A. O.; CALVO, E. M.; FERREIRA, V. M.; CARVALHO, J. C.; CARVALHO, C. C.; SOUZA, C. R. P.; PIRES, E. A.; ROSA, G. M. V.; REIS, J. S.; ARAÚJO, J. N.; QUECE, K. E. Morcegos de Mambá e arredores, Goiás, Brasil. In: *Speleo Brasil*, 26, 2001, Brasília – DF, 26º Brazilian Congresso of Speleology, 2001.
- ESBÉRARD, C. E. L.; MOTTA, J. A.; PERIGO, C. Morcegos cavernícolas da APA Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 311-325, 2005.
- FARIA, D.; SOARES-SANTOS, B.; SAMPAIO, E. Bats from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 6, n. 2, p. 1-13, 2006.
- FERREIRA, R. L.; PROUS, X.; MARTINS, R. P. Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave. *Tropical Zoology*, Firenze, v. 20, n. 1, p. 55-74, 2007.
- FLEMING, T. H. A bat man in the tropics: chasing El Duend. (Organisms and environments), 2003, 311p.

- GARBINO, G. S. T.; TEJEDOR, A. *Natalus macrourus* (Gervais, 1856) (Chiroptera: Natalidae) is a senior synonym of *Natalus espiritosantensis* (Ruschi, 1951). *Mammalia*, v. 77, n. 2, p. 237-240, 2012.
- GREGORIN, R.; MENDES, L. F. Sobre quirópteros (Emballonuridae, Phyllostomidae, Natalidae) de duas cavernas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 86, p. 121-124, 1999.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, n. 4, p. 9, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sinopse do Censo 2010: Área Territorial Brasileira. 2010.* Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/>>, Acesso em: 18 jun. 2013.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2.* 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>, Acesso em: 25 dez. 2013.
- KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In: Kunz TH (ed) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, 1982. cap. 1, p. 1-55.
- LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D.; LEE-JR, T. E.; PATTON, J. C.; BICKHAM, J. W. Molecular differentiation of large species of fruit-eating bats (*Artibeus*) and phylogenetic relationships based on the cytochrome b gene. *Acta Chiropterologica*, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2004.
- LUO, J.; JIANG, T.; LU, G.; WANG, L.; WANG, J.; FENG, J. Bat conservation in China: should protection of subterranean habitats be a priority? *Oryx*, v.47, n. 4, p. 526-531, 2013. Doi: 10.1017/S0030605311001505.
- MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T. Hotspots Revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Chicago, The University of Chicago Press, 2005.
- PACHECO, S. M.; SODRÉ, M.; GAMA, A. R.; BREDT, A.; SANCHE, E. M. C.; MARQUES, R. V.; GUIMARÃES, M. M.; BIANCONI, G. Morcegos Urbanos: Status do Conhecimento e Plano de Ação para a Conservação no Brasil. *Chiroptera Neotropical*, v.16, n. 1, p. 629-647, 2010.
- PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*. 2ª Edição, Conservation International, Arlington, VA. N. 4, 2012, 76p.

- PALMEIRIM, J. M.; RODRIGUES, L. *Plano Nacional de Conservação dos Morcegos Cavernícolas*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, SNPRCN, Lisboa, n. 8, 1992. 166p.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: *Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental III*. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. p. 7-23.
- PINHEIRO, R. V. L.; MAURITT, C. W.; HENRIQUES, A. L.; SILVEIRA, L. T.; MAREIRA, J. R. A.; LOPES, P. R. C.; SILVEIRA, O. T. PAIVA, R. S.; LINS, A. L. F. A.; VERÍSSIMO, C. U. V.; ARCANJO, S. H. S.; KERN, D. C.; KRAUSE, E. A.; FILHO, M. F. L.; ROCHA, J. B.; SANTOS, W. As grutas bauxíticas da Serra do Pirai-PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra*, n. 13, p. 65-97, 2001.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil. *Papéis Avulsos Zoologia (São Paulo)*, v. 39, n. 6, p. 61-173, 1995.
- PINTO-DA-ROCHA, R.; SESSEGOLO, G. C. Estudo da fauna de Gruta de São Miguel I, Serra da Bodoquena (MS), como subsídio para o plano de manejo. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, SESS, G. C. (Org.) *Conservando Cavernas. Quinze anos de espeleologia GEEP-Açungí*, Curitiba. 2001, cap. 8, p. 125-135.
- PINTO-DA-ROCHA, R.; SESSEGOLO, G. C.; SIPINSKI, E. A. B. A fauna das Grutas de Botuverá, Santa Catarina, Brasil. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, SESS, G. C. (Org.) *Conservando Cavernas. Quinze anos de espeleologia GEEP-Açungí*, Curitiba. 2001, cap. 9, p. 137-155.
- PORTELLA, A. S. Morcegos cavernícolas e relação parasita-hospedeiro com moscas estreblídeas em cinco cavernas do Distrito Federal. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2010.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. *Mamíferos do Brasil*. Londrina –PR, 2011, 439p.
- RUSCHI, A. Os morcegos das grutas do Limoeiro em Castelo, Monte Líbano em Cachoeiro do Itapemirim e de Itaúnas, em Morro d’Anta, em Conceição da Barra. Grutas de Inverno, Verão e Acidentais. Coabitação. O banho. Morcegário e criação em cativeiro. Pesquisas sobre Corpusculos de Negri. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello-Leitão*, n. 9A, p. 1-88, 1952.
- SBRAGIA, I. A.; CARDOSO, A. Quiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) cavernícola da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, v. 14, n. 1, p. 360-365, 2008.
- SESSEGOLO, G. C.; THEULEN, V.; SILVA-DA-ROCHA, L. F. PINTO-DA-ROCHA, R. Conservação e manejo da Gruta da Lancinha, Rio Branco do Sul/PR. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, SESS, G. C. (Org.) *Conservando Cavernas. Quinze anos de espeleologia GEEP-Açungí*, Curitiba. 2001, cap. 11, p. 137-155.

- SIMMONS, N. B. Ordem Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed) *Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, EUA, p. 312-529, 2005.
- SIQUEIRA, I. G. *Levantamento de Quirópteros em uma caverna no município de Niquelândia-Goiás*. 1995. 22 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Biológicas e Biomédicas/Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO: 1995.
- SILVA, P. J. A.; CARVALHO, A. R.; MOTTA, J. A. O. Fauna de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavernas no bioma Cerrado na região de Indiara (Goiás). *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 11, n. 3, p. 209-217, 2009.
- SILVA, S. S. P.; GUEDES, P. G.; PERACCHI, A. L. Levantamento preliminar dos morcegos do Parque Nacional de Ubajara (Mammalia, Chiroptera), Ceará, Brasil *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n.1, p. 139-144, 2001.
- SILVA-DA-ROCHA, L. F.; SESSEGOLO, G. C.; PINTO-DA-ROCHA, R. Análise dos impactos ambientais do Gasoduto Brasil/Bolívia na Gruta da Ermida, Almirante Tamandaré/PR. In: ROCHA, L. F. S.; OLIVEIRA, SESS, G. C. (Org.) *Conservando Cavernas. Quinze anos de espeleologia GEEP-Açungí*, Curitiba. 2001, cap. 6, p. 91-104.
- SUTHERLAND, W. J.; WOODROOF, H. J. The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology & Evolution*. v. 24, n. 10, p. 523-527, 2009.
- TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. A diversidade de morcegos no Brasil: Lista Atualizada com comentários sobre distribuição e taxonomia. In: PACHECO, S. M.; MARQUES, V.; ESBÉRARD, C. E. L. (ed) *Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Armazém Digital, p. 223-229, 2008.
- TEJEDO, A.; SILVA-TABOADA, G.; HERNÁNDEZ, D. R. Discovery of extant *Natalus major* (Chiroptera: Natalidae) in Cuba. *Mammalian Biology*, v. 69, n. 3, p. 153-162, 2004.
- TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 2, n. 5, p. 255-320, 1985.
- TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 3, n. 8, p.: 533-561, 1987.
- TRAJANO, E. Protecting caves for bats or bats for the caves? *Chiroptera Neotropical*, v. 1, n. 2, p. 19-22, 1995.
- TRAJANO, E.; GIMENEZ, E. A. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new Record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, Lisse, v. 33, n.2, p. 69-75, 1998.

- TRAJANO, E.; GNASPINI, P. N. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 7, n. 3, p. 383–407, 1991.
- TRAJANO, E.; MOREIRA, J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 51, n. 1, p. 13-29, 1991.
- UIEDA, W.; SAZIMA, I.; STORTI-FILHO, A. Aspectos da biologia do morcego *Furipterus horrens*. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 40, n. 1, p. 59- 66, 1980.
- WILLIG, M. R.; MARES, M. A. Mammals of Caatinga: an updated list and summary of recent research. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 49, n. 2, p. 361-367, 1989.
- VONHOF, M. J.; WHITEHEAD, H.; FENTON, M. B. Analysis of Spix's disc-winged bat association patterns and roosting home ranges reveal a novel social structure among bats. *Animal Behaviour*, v. 68, n. 3, p. 507-521, 2004.
- ZEPPELINI-FILHO, D.; RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, G. C.; FRACASSO, M. P. A.; PAVANI, M. M.; OLIVEIRA, O. M. P.; OLIVEIRA, S. A.; MARQUES, A. C. Faunistic survey of sandstone caves from Altinópolis Region, São Paulo State, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 5, n. 43, p. 93-99, 2003.

APÊNDICE A. Lista de cavernas com estudos sobre morcegos, apresentando a coordenada (graus decimais, *Datum* WGS84), cadastro na Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), município e estado segundo CECAV (2014), seguido do bioma, riqueza de morcegos (Baixa entre 1-3 espécies; Média com 4-6 espécies; Alta com 7-9; e Elevada com mais de 9 espécies) e as referências.

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
1	Toca do Morrinho	-10.209096	-40.918145	BA-103	Campo Formoso	BA	CA	Al (9)	PE (a, b, c)
2	Gruta da Grota	-10.216233	-40.972873	BA-352	Campo Formoso	BA	CA	Al (7)	PE (a, c)
3	Toca do Gonçalves	-10.510992	-40.894659	BA-342	Campo Formoso	BA	CA	Al (8)	PE (a, b, c)
4	Gruta Tiquara	-10.451036	-40.537526	BA-004	Campo Formoso	BA	CA	Me (5)	PE (a, c)
5	Gruta do Cemitério	-10.179739	-40.871160	BA-502	Campo Formoso	BA	CA	Me (4)	PE (a, c)
6	Toca da Boa Vista	-10.160195	-40.860843	BA-082	Campo Formoso	BA	CA	Me (4)	PE (c)
7	Toca da Barriguda	-10.140795	-40.852242	BA-250	Campo Formoso	BA	CA	Ba (3)	PE (c)
8	PEA-377	-13.417769	-44.195178	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Ba (1)	PE (a, c)
9	PEA-378	-13.418315	-44.199046	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Ba (2)	PE (a, c)
10	PEA-379	-13.420896	-44.203351	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Ba (3)	PE (a, c)
11	PEA-380	-13.420662	-44.203601	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Me (6)	PE (a, c)
12	PEA-381	-13.418268	-44.195583	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Ba (2)	PE (a, c)
13	PEA-383	-13.420632	-44.202604	NÃO	São Felix do Coribe	BA	Ce	Ba (3)	PE (a, c)
14	PEA-341	-13.191370	-44.613881	NÃO	Stª Maria da Vitória	BA	Ce	Me (4)	PE (a, c)
15	PEA-342	-13.259813	-44.569372	NÃO	Stª Maria da Vitória	BA	Ce	Me (5)	PE (a, c)
16	PEA-343	-13.260616	-44.568198	NÃO	Stª Maria da Vitória	BA	Ce	Me (5)	PE (a, c)
17	PEA-382	-13.418588	-44.202352	NÃO	Stª Maria da Vitória	BA	Ce	Ba (1)	PE (a, c)
18	Gruta Brejinho	-7.230723	-39.996902	NÃO	Araripe	CE	Ca	Ba (2)	PE (c)

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
19	Gruta da Bibiana	-13.517139	-48.117125	GO-044	Cavalcante	GO	Ce	Al (8)	PE (a, c)
20	Gruta Rib. dos Porcos	-14.518237	-46.142492	NÃO	Damianópolis	GO	Ce	Ba (2)	PE (c)
21	Lapa do Fuzil	-15.475846	-49.010234	NÃO	Goianésia	GO	Ce	Ba (2)	PE (a, c)
22	Ab. Casa Pedra Aparada	-17.141144	-52.663160	GO-598	Mineiros	GO	Ce	Al (7)	PE (a, c)
23	Cav. da Grande Fenda	-17.123823	-52.656186	NÃO	Mineiros	GO	Ce	Ba (1)	PE (a, c)
24	Fenda Pedra Aparada	-17.116249	-52.644203	NÃO	Mineiros	GO	Ce	Ba (2)	PE (a, c)
25	Gruta do Assentamento	-17.437500	-51.463132	NÃO	Perrolândia	GO	Ce	Me (5)	PE (a, c)
26	Gruta do Diogo	-18.279095	-52.024600	NÃO	Serranópolis	GO	Ce	Al (7)	PE (a, b, c)
27	Gruta Salobo	-15.487972	-46.221677	NÃO	Arinos	MG	Ce	Ba (1)	PE (c)
28	Gruta Rio Preto	-16.216208	-47.252001	MG-1189	Cabeceira Grande	MG	Ce	Al (7)	PE (a, b, c)
29	Gruta Encosta	-16.213800	-47.288702	MG-1187	Cabeceira Grande	MG	Ce	Ba (2)	PE (a, b, c)
30	Gruta PEA-404	-16.214503	-47.274856	NÃO	Cabeceira Grande	MG	Ce	Ba (3)	PE (a, b, c)
31	Gruta do Observador	-18.364094	-43.958210	NÃO	Diamantina	MG	Ma	Ba (1)	PE (a, c)
32	Gruta dos Peixes	-18.374183	-43.953118	NÃO	Diamantina	MG	Ma	Ba (1)	PE (a, c)
33	Gruta Olhos d'Água	-15.117120	-44.167069	NÃO	Itacarambi	MG	CA	Ba (1)	PE (c)
34	Gruta da Lapinha	-19.561595	-43.959199	MG-219	Lagoa Santa	MG	Ce	Me (4)	PE (a, b, c)
35	Gruta da Macumba	-19.561147	-43.959822	NÃO	Lagoa Santa	MG	Ce	Me (5)	PE (a, b, c)
36	Lapa das Pacas	-19.560758	-43.966558	MG-297	Lagoa Santa	MG	Ce	Me (6)	PE (a, b, c)
37	Lapa do Sumidouro	-19.542088	-43.941463	MG-387	Lagoa Santa	MG	Ce	Ba (3)	PE (a, b, c)
38	Gruta do Mirante	-18.360678	-43.961995	NÃO	Monjolos	MG	Ma	Ba (3)	PE (a, c)

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
39	Gt. Fenda da Cachoeira	-18.359666	-43.959673	NÃO	Monjolos	MG	Ma	Ba (0)	PE (a, c)
40	Gruta Fenda II	-18.368416	-43.963127	NÃO	Monjolos	MG	Ma	Ba (1)	PE (a, c)
41	Gruta Mina D'Água	-18.367761	-43.963008	NÃO	Monjolos	MG	Ma	Ba (3)	PE (a, c)
42	Gruta Nova 1	-18.366385	-43.977610	NÃO	Monjolos	MG	MA	Ba (2)	PE (a, c)
43	Gruta do Porco Espinho	-16.212203	-47.269207	MG-1188	Unai	MG	Ce	Me (5)	PE (a, b, c)
44	Gt Cachoeira Queimado	-16.217004	-47.323905	MG-463	Unai	MG	Ce	El (11)	PE (a, b, c)
45	Gruta Ress. Malhadinha	-16.212234	-47.265565	MG-1191	Unai	MG	Ce	Me (5)	PE (a, c)
46	Gruta Sumidouro	-17.612910	-54.835138	NÃO	Sonora	MS	Ce	Al (7)	PE (b)
47	Abrigo dos Morcegos	-8.559583	-58.535306	NÃO	Cotriguaçu	MT	Am	Ba (2)	PE (c)
48	Gruta Aroe Jari	-15.613833	-55.499272	NÃO	Cuiabá	MT	Am	Ba (1)	PE (c)
49	Gruta Gato	-8.853573	-37.255525	NÃO	Buíque	PE	Ca	Ba (3)	PE (c)
50	Gruta Meu Rei	-8.580199	-37.267204	NÃO	Buíque	PE	Ca	Ba (2)	PE (c)
51	Gruta do Inferno	-8.781859	-42.483352	NÃO	C. J. Dias	PI	Ca	Ba (1)	PE (c)
52	Gruta do Urubu	-5.572946	-37.652542	NÃO	F. Guerra	RN	Ca	Ba (1)	PE (c)
53	Gruta Guano	-5.139540	-35.908600	NÃO	P. Preta	RN	Ca	Ba (1)	PE (c)
54	Gruta Pedra Branca	-10.777141	-37.145346	NÃO	D. Pastora	SE	Ca	Ba (1)	PE (c)
55	Gruta Urubu	-10.706541	-37.117046	NÃO	Laranjeiras	SE	Ca	Ba (1)	PE (c)
56	Gruta Alagada	-11.874704	-46.768996	NÃO	Dianópolis	TO	Ce	Al (7)	PE (a, c)
57	Gt Morro Chico Caboclo	-10.837500	-49.627600	NÃO	Lagoa da Confusão	TO	CE	Me (6)	PE (a, c)
58	Gruta Parna Juruena	-7.272404	-58.202193	NÃO	Juruena	AM	AM	Ba (2)	PE (c)

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
59	Toca do Urubu	-15.663579	-39.671692	NÃO	Potiguara	BA	Ma	Me (6)	24
60	Gruta Riachinho	-12.595145	-41.496180	BA-198	Palmeiras	BA	Ca	Ba (2)	27
61	Gruta dos Brejões I	-11.012137	-41.433677	BA-01	Morro do Chapéu	BA	Ca	Ba (2)	27
62	Lapa Manoel Lopes	-12.454482	-44.970304	BA-06	São Desidério	BA	Ce	Ba (1)	6
63	Gruta Poço Encantado	-12.945100	-41.105200	BA-202	Itaete	BA	Ca	Al (9)	12
64	Gruta Boa Esperança	-11.920742	-41.107576	BA-205	Morro do Chapéu	BA	Ca	Ba (3)	27
65	Toca dos Ossos	-10.930442	-41.057562	BA-28	Ouroândia	BA	Ca	Al (9)	27, PE (c)
66	Lapa do Bode	-12.934377	-41.065257	BA-34	Itaete	BA	Ca	Me (4)	12
67	Toca da Onça	-11.888242	-41.656480	NÃO	Canarana	BA	Ca	Ba (1)	27
68	Abrigos do Morrão	-11.821242	-41.312877	NÃO	Morro do Chapéu	BA	Ca	Me (4)	27
69	Gruta Alto do Bonito	-12.038366	-41.433744	NÃO	Utinga	BA	Ca	Ba (2)	27
70	Abrigo da Vespa	-10.984028	-41.433744	NÃO	João Dourado	BA	Ca	Ba (2)	27
71	Gruta da Lapinha	-12.464400	-40.980900	BA-09	Iraquara	BA	Ca	Ba (1)	27
72	Abrigo das Lages	-10.978035	-41.463125	NÃO	Morro do Chapéu	BA	Ca	Ba (1)	27
73	Toca do Urubu	-10.984028	-41.433744	NÃO	Morro do Chapéu	BA	Ca	Ba (1)	27
74	Gruta da Fumaça	-12.332400	-41.596600	NÃO	Iraquara	BA	Ca	Me (4)	27
75	Gruta do Tamboril	-11.224903	-41.098788	BA-634	Morro do Chapéu	BA	Ca	Ba (2)	27
76	Caverna Ubajara	-3.853500	-40.928100	CE-01	Ubajara	CE	Ca	Me (5)	2, 19
77	Gruta do Tião	-3.797217	-40.873711	NÃO	Ubajara	CE	Ca	Ba (3)	19
78	Gruta Morcego Branco	-3.833273	-40.901249	CE-02	Ubajara	CE	Ca	Me (4)	2, 19

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
79	Gruta Saúva	-15.546900	-47.866900	DF-03	Sobradinho	DF	Ce	El (15)	11, 29
80	Gruta Fenda II	-15.511747	-48.166729	DF-16	Brazlândia	DF	Ce	Al (8)	11
81	Gruta Sal	-15.512947	-48.167329	DF-05	Brazlândia	DF	Ce	El (15)	11, 23, 29
82	Gruta Muralha	-15.503045	-48.167591	DF-06	Brazlândia	DF	Ce	Ba (2)	11
83	Gruta Volks Clube	-15.873458	-47.810306	DF-07	Paranoá	DF	Ce	Al (8)	11
84	Labirinto da Lama	-15.510447	-48.123729	DF-10	Brazlândia	DF	Ce	Me (5)	11
85	Gruta da Barriguda	-15.512647	-48.124329	DF-11	Brazlândia	DF	Ce	Al (8)	11
86	Gruta Dois Irmãos	-15.519847	-48.124629	DF-12	Brazlândia	DF	Ce	El (13)	11, 29
87	Gruta dos Morcegos	-15.576460	-47.879810	DF-13	Sobradinho	DF	Ce	Ba (3)	11
88	Gruta Moji	-15.560000	-47.822800	DF-14	Sobradinho	DF	Ce	Al (7)	11
89	Gt. Dança dos Vampiros	-15.561400	-47.756900	DF-17	Planaltina	DF	Ce	Al (8)	11
90	Gruta Água Rasa	-15.548100	-47.750300	DF-18	Planaltina	DF	Ce	Al (8)	11
91	Gruta Kipreste	-15.514437	-47.955598	DF-20	Sobradinho	DF	Ce	Ba (3)	11
92	Gruta Boca do Lobo	-15.507200	-47.788600	DF-23	Sobradinho	DF	Ce	Al (8)	11, 29
93	Gruta Falcão	-15.899652	-48.251299	DF-26	Ceilândia	DF	Ce	Me (6)	11
94	Fenda do Barreiro	-15.898510	-48.252806	DF-27	Ceilândia	DF	Ce	Me (5)	11
95	Gruta Fazenda Cavas	-15.516675	-47.736917	NÃO	Sobradinho	DF	Ce	Al (9)	29
96	Toca Mata da Anta	-15.858019	-47.805709	DF-28	Paranoá	DF	Ce	Ba (3)	11
97	Gruta Chupé	-14.996845	-48.301829	NÃO	Niquelândia	GO	Ce	Ba (2)	8
98	Gruta Bora	-14.517757	-46.105571	GO-458	Mambai	GO	Ce	Me (4)	22

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
99	Lapa do Bento	-14.242941	-48.832131	NÃO	Niquelândia	GO	Ce	Me (5)	7
100	Gruta Mandacarú	-13.98	-48.42	NÃO	Campinaçú	GO	Ce	Ba (2)	8
101	Gruta Índio IV	-14.590717	-48.991488	GO-118	Barro Alto	GO	Ce	Me (4)	8
102	Gruta Babaçu	-14.009041	-48.292327	GO-214	Niquelândia	GO	Ce	Me (6)	8
103	Lapa do São Mateus III	-13.680556	-46.366666	GO-11	São Domingos	GO	Ce	Me (4)	6
104	Gruta das Orquídeas	-15.483747	-48.067128	GO-112	Padre Bernardo	GO	Ce	Me (4)	11
105	Gruta Titara	-14.181241	-48.946031	GO-122	Uruaçu	GO	Ce	Ba (3)	8
106	Toca da Gameleira	-15.483747	-48.050428	GO-113	Padre Bernardo	GO	Ce	Al (8)	11
107	Gruta Índio I	-14.588390	-48.993068	GO-115	Barro Alto	GO	Ce	Ba (1)	8
108	Gruta Índio II	-14.588081	-48.992876	GO-116	Barro Alto	GO	Ce	Ba (2)	8
109	Caverna Pasto	-14.586042	-49.009032	GO-119	Barro Alto	GO	Ce	Me (4)	8
110	Gruta Norim	-14.304841	-49.009632	GO-123	Uruaçu	GO	Ce	Ba (3)	8
111	Caverna Afonso	-14.240741	-48.946031	GO-127	Uruaçu	GO	Ce	Ba (3)	8
112	Gruta do Levinão	-13.929340	-48.467928	GO-144	Campinaçú	GO	Ce	Ba (3)	8
113	Gruta Levino I	-13.930140	-48.467928	GO-145	Campinaçú	GO	Ce	Ba (1)	8
114	Gruta Carneiro	-13.813240	-48.513528	GO-147	Campinaçú	GO	Ce	Me (5)	8
115	Gruta Gameleira	-13.987141	-48.398228	GO-148	Campinaçú	GO	Ce	Me (5)	8
116	Gruta Megahelix	-13.995714	-48.403624	GO-156	Campinaçú	GO	Ce	Ba (2)	8
117	Gruta Fenda I	-13.995019	-48.402864	GO-157	Campinaçú	GO	Ce	Ba (2)	8
118	Gruta Canion	-13.991751	-48.421664	GO-161	Campinaçú	GO	Ce	Ba (2)	8

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
119	Gruta Urubu	-13.836790	-48.481376	GO-166	Campinaçú	GO	Ce	Ba (2)	8
120	Gruta dos Ecos	-15.689858	-48.406454	GO-18	Cocalzinho d Goiás	GO	Ce	Ba (1)	8
121	Gruta Riacho Fundo	-14.474643	-48.334628	GO-190	Niquelândia	GO	Ce	Me (6)	8
122	Gruta Morro da Coruja I	-14.358743	-48.202927	GO-191	Niquelândia	GO	Ce	Ba (2)	8
123	Caverna da Lapa	-14.573390	-48.956666	GO-213	Niquelândia	GO	Ce	El (10)	8
124	Gruta Igrejinha	-13.996841	-48.301827	GO-230	Niquelândia	GO	Ce	Ba (2)	8
125	Caverna NH3	-17.220150	-49.807643	GO-300	Indiara	GO	Ce	Me (6)	28
126	Caverna Lapa Grande	-17.219193	-49.808536	GO-301	Indiara	GO	Ce	Me (6)	28
127	Lapa do Joel	-17.204350	-49.787143	GO-302	Indiara	GO	Ce	Me (5)	28
128	Caverna Marimbondos	-17.217150	-49.810443	GO-303	Indiara	GO	Ce	Al (8)	28
129	Gruta Landim	-14.540833	-46.085139	GO-366	Mambai	GO	Ce	Me (4)	22
130	Gruta Fundo de Quintal I	-14.488258	-46.119278	GO-367	Mambai	GO	Ce	Me (4)	13
131	Lapa do Sumidouro	-14.323054	-46.245131	GO-372	Posse	GO	Ce	Al (8)	13
132	Gt. dos Revolucionários	-14.291526	-46.253439	GO-374	Posse	GO	Ce	Al (7)	13, 22
133	Caverna Asa Branca I	-14.295558	-46.256752	GO-375	Posse	GO	Ce	Al (8)	22
134	Gruta Meândrica	-14.413781	-46.186884	GO-378	Mambai	GO	Ce	Ba (3)	22
135	Gruta Judite	-14.407265	-46.195494	GO-386	Mambai	GO	Ce	El (18)	13, 22
136	Gruta do Penhasco	-14.436233	-46.226426	GO-387	Buritinópolis	GO	Ce	Ba (1)	13
137	Gruta da Tarimba	-14.412294	-46.175097	GO-394	Mambai	GO	Ce	Ba (2)	13
138	Lapa Rio das Pedras 1	-14.532268	-46.105514	GO-399	Mambai	GO	Ce	Me (4)	13

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
139	Lapa do Trombador	-14.540056	-46.097983	GO-401	Mambai	GO	Ce	Ba (1)	13
140	Lapa Faz. Buritizinho	-14.452565	-46.216590	GO-403	Damianópolis	GO	Ce	Al (7)	13, 22
141	Gruna Fazenda Bananal	-14.363606	-46.208200	GO-407	Buritinópolis	GO	Ce	Al (8)	22
142	Lapa da Faz. Guerobal	-14.534055	-46.267789	GO-415	Damianópolis	GO	Ce	Ba (1)	13
143	Caverna Nova Esperança	-14.432667	-46.155557	GO-416	Mambai	GO	Ce	Me (6)	22
144	Gruta Fazenda Extrema I	-14.426697	-46.161011	GO-420	Mambai	GO	Ce	Al (9)	22
145	Lapa Rio das Pedras 4	-14.533288	-46.110710	GO-430	Mambai	GO	Ce	Al (7)	13
146	Gruta Fazenda Arroz	-14.455748	-46.152692	GO-445	Mambai	GO	Ce	Me (5)	22
147	Lapa da Lapa	-14.482056	-46.302906	GO-451	Damianópolis	GO	Ce	El (11)	22
148	Caverna Ventura I	-14.473075	-46.120269	GO-456	Mambai	GO	Ce	Al (8)	22
149	Pedra da Toca da Onça	-15.483476	-47.306596	GO-57	Formosa	GO	Ce	Al (9)	30
150	Gruta Imbé	Não informado	Não informado	GO-69	Padre Bernardo	GO	Ce	Ba (2)	3
151	Gruta Morro	-15.450447	-48.150429	GO-72	Padre Bernardo	GO	Ce	El (13)	11
152	Gruta Olho d'água	-15.113700	-44.169600	MG-288	Itacarambi	MG	Ca	El (14)	10, 6
153	Gruta Bonita	-15.107600	-44.240900	MG-32	Januária	MG	Ce	Ba (1)	6
154	Gruta do Salitre	-19.121807	-44.350615	MG-361	Cordisburgo	MG	Ce	Ba (1)	6
155	Gruta Tamboril	-16.323800	-46.984300	MG-396	Unai	MG	Ce	Ba (2)	3
156	Gruta São Miguel	-20.570915	-56.725024	MS-09	Bodoquena	MS	Ce	Me (5)	15
157	Gruta Curupira	-15.185700	-56.774700	MT-28	Rosário do Oeste	MT	Ce	Ba (1)	3
158	Gruta Wukorangma	Não informado	Não informado	NÃO	Medicelândia	PA	Am	Ba (1)	4

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
159	Gruta Upu Muren	Não informado	Não informado	NÃO	Medicelândia	PA	Am	Ba (1)	4
160	Gruta do Piriá	-1.202800	-46.293300	PA-01	Viseu	PA	Am	Me (4)	6, 14
161	Gruta da Cobra	-1.202619	-46.293300	PA-06	Viseu	PA	Am	Ba (1)	6, 14
162	Gruta Rato	-1.203245	-46.293294	PA-08	Viseu	PA	Am	Ba (1)	6, 14
163	Gruta do Gavião	-6.025403	-50.142128	PA-09	Parauapebas	PA	Am	Ba (2)	6
164	Gruta da Onça	-6.075403	-50.117128	PA-10	Parauapebas	PA	Am	Ba (1)	6
165	Gruta do N1	-6.019602	-50.299629	PA-11	Parauapebas	PA	Am	Al (9)	6
166	Gruta do Barro	-6.075403	-50.167128	PA-16	Parauapebas	PA	Am	Ba (1)	6
167	Gruta Bomba d'água	-6.017102	-50.300429	PA-17	Parauapebas	PA	Am	Ba (1)	6
168	Gt. Pedra da Cachoeira	-3.320600	-52.331400	PA-21	Altamira	PA	Am	Ba (3)	4
169	Caverna Planaltina	-3.377500	-52.575000	PA-24	Novo Brasil	PA	Am	Me (4)	4
170	Caverna Limoeiro	-3.512500	-52.796400	PA-33	Medicelândia	PA	Am	Ba (2)	4
171	Furna da Onça	-8.542100	-37.245000	NÃO	Buique	PE	Ca	Ba (1)	6
172	Gruta Bacaetava	-25.232176	-49.207664	PR-03	Colombo	PR	Ma	Ba (1)	6
173	Gruta Lancinha	-25.165775	-49.285164	PR-06	Rio Branco do Sul	PR	Ma	Me (4)	17, 6
174	Sistema Jesuita/Fada	-25.050476	-49.072662	PR-09	Cerro Azul	PR	Ma	El (10)	25, 6
175	Gruta do Rocha	-24.747700	-49.113300	PR-106	Adrianópolis	PR	Ma	Ba (2)	6
176	Gruta do Bom Sucesso	-24.806875	-49.207962	PR-118	Cerro Azul	PR	Ma	Ba (2)	6
177	Ermida do Marciel	-24.752675	-49.096561	PR-137	Adrianópolis	PR	Ma	Ba (1)	6
178	Gruta da Toca	-25.171075	-49.306864	PR-14	Rio Branco do Sul	PR	Ma	Ba (1)	6

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
179	Gruta Mina do Rocha	-24.712675	-49.132961	PR-144	Cerro Azul	PR	Ma	Ba (1)	6
180	Gruta de Terra Boa	-25.216100	-49.523100	PR-15	Campo Magro	PR	Ma	Ba (1)	6
181	Gruta da Água Boa	-25.279075	-49.358565	PR-16	A. Tamandaré	PR	Ma	Ba (1)	6
182	Gruta de Toquinhas	-25.167675	-49.301864	PR-20	Rio Branco do Sul	PR	Ma	Ba (2)	6
183	Gruta do Pinheiro I	-25.004874	-49.635766	PR-23	Campo Largo	PR	Ma	Ba (1)	6
184	Gruta Ermida	-25.275475	-49.411065	PR-31	Campo Largo	PR	Ma	Ba (2)	18
185	Gruta do Pinheiro Seco	-24.739485	-49.548288	PR-47	Castro	PR	Ma	Ba (1)	6
186	Gruta Olhos d'água	-25.024364	-49.788251	PR-50	Castro	PR	Ma	Ba (2)	6
187	Gruta São João	-24.759589	-48.538214	PR-11	Adrianópolis	PR	Ma	Me (5)	1, 2, 6
188	Gruta Botuvera II	-27.223300	-49.155600	SC-05	Botuverá	SC	Ma	Ba (3)	16, 20
189	Gruta Botuvera I	-27.224700	-49.157000	SC-01	Mangaratiba	SC	Ma	Me (5)	16, 20
190	Gruta Hotel Portobello	-22.93	-43.987	NÃO	Cantagalo	RJ	Ma	Ba (3)	9
191	Caverna Santana	-22.01	-42.42	NÃO	Paty de Alferes	RJ	Ma	Me (6)	9
192	Gruta Fazenda Antas	-22.458400	-43.379900	NÃO	Iporanga	RJ	Ma	Ba (2)	9
193	Sumidouro do David	-24.557556	-48.697519	NÃO	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	1, 2
194	Jaguatirica Mina d Cima	-24.538889	-48.714186	NÃO	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	1
195	Jaguatirica Mina d Baixo	-24.524222	-48.714186	NÃO	Itirapina	SP	Ma	Ba (1)	1
196	Gruta Cachoeira	-22.3	-47.83	NÃO	Altinópolis	SP	Ma	Al (7)	5
197	Cav. Águas Virtuosas	-21.06	-47.43	NÃO	Eldorado	SP	Ma	Ba (1)	21
198	Caverna do Diabo	-24.642000	-48.392400	SP-02	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	2, 6

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
199	Caverna Casa de Pedra	-24.479500	-48.589800	SP-09	Iporanga	SP	Ma	Me (6)	2, 3
200	Gruta Alambari de Cima	-24.555152	-48.664816	SP-11	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	1
201	Gruta Alambari de Baixo	-24.557200	-48.664400	SP-12	Iporanga	SP	Ma	El (20)	1, 2, 26
202	Abismo da Rolha	-24.567176	-48.683758	SP-121	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	6
203	Gruta Colorida	-24.273841	-48.419758	SP-129	Apiai	SP	Ma	Me (5)	3
204	Gruta Chapéu	-24.435000	-48.590500	SP-13	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	2, 6
205	Abismo Hipotenuza	-24.530556	-48.666389	SP-134	Barra do Chapéu	SP	Ma	Ba (3)	1
206	Gruta Tiraprosa	-24.400474	-49.000459	SP-137	Apiai	SP	Ma	Me (5)	1, 2
207	Gruta Calcário Branco	-24.505556	-48.740278	SP-142	Iporanga	SP	Ma	Ba (3)	1, 2
208	Ressurgência do Areias	-24.562652	-48.671716	SP-16	Ribeira	SP	Ma	El (14)	1, 2, 26
209	Gruta Porco	-24.625700	-48.958300	SP-169	Iporanga	SP	Ma	Me (4)	1, 2
210	Gruta Berta Funda	-24.559772	-48.680000	SP-17	Ipeúna	SP	Ma	Me (5)	1, 2, 6
211	Gruta do Fazendão	-22.426600	-47.789600	SP-170	Altinópolis	SP	Ma	Ba (1)	6
212	Gruta Olho de Cabra	-21.124069	-47.413538	SP-178	Altinópolis	SP	Ma	Me (4)	2, 21
213	Gruta Itambé	-21.068569	-47.437638	SP-179	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	2, 21
214	Caverna Areias de Cima	-24.583809	-48.700458	SP-18	Altinópolis	SP	Ma	El (10)	1, 2, 26
215	Gt. Sertãozinho de Cima	-21.065469	-47.433738	SP-180	Altinópolis	SP	Ma	Ba (2)	21, 6
216	Gt. Sertãozinho de Baixo	-21.062669	-47.424838	SP-181	Altinópolis	SP	Ma	Ba (1)	2, 21
217	Caverna Fradinhos	-21.118769	-47.427638	SP-183	Altinópolis	SP	Ma	Ba (2)	21
218	Gruta Cinco Bocas	-21.127369	-47.407338	SP-184	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	2, 21

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
219	Caverna Areias de Baixo	-24.588889	-48.713889	SP-19	Iporanga	SP	Ma	Al (8)	1, 2, 26
220	Gruta Couto	-24.533600	-48.699700	SP-20	Iporanga	SP	Ma	Al (8)	1, 2, 26
221	Gruta Morro Preto	-24.533473	-48.699159	SP-21	Iporanga	SP	Ma	El (13)	1, 2, 26
222	Gruta Zé Maneco	-24.300526	-48.443424	SP-211	Suzano	SP	Ma	Ba (1)	3
223	Gruta da Quarta Divisão	-23.641280	-46.371539	SP-215	Ribeirão Grande	SP	Ma	Ba (1)	6
224	Abismo da Chuva	-24.265965	-48.423126	SP-234	Iporanga	SP	Ma	Ba (3)	3
225	Gruta Jane Mansfield	-24.267402	-48.445228	SP-237	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	6
226	Gruta Fendão	-24.272588	-48.446357	SP-239	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	3
227	Gruta Minotauro	-24.455697	-48.455697	SP-247	Iporanga	SP	Ma	Ba (3)	3
228	Caverna Tufo	-24.327368	-48.468122	SP-248	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	3
229	Caverna água Suja	-24.526799	-48.708710	SP-25	Iporanga	SP	Ma	El (11)	1, 2, 6, 26
230	Toca do Córrego Grande	-24.519915	-48.714085	SP-26	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	2
231	Gruta Barra Bonita	-24.268469	-48.457624	SP-271	Ribeira	SP	Ma	Ba (1)	6
232	Gruta do Tigre	-24.666875	-49.054861	SP-274	Santo André	SP	Ma	Ba (2)	6
233	Gruta Quarto Patamar	-23.785282	-46.301398	SP-290	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	6
234	Gruta Laje Branca	-24.549200	-48.720800	SP-30	Iporanga	SP	Ma	Me (6)	1, 2, 3, 26
235	Gruta Macaquinhos 1	-24.555833	-48.700000	SP-32	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	1
236	Gruta Macaquinhos 2	-24.556422	-48.709350	SP-32	Guapiara	SP	Ma	Ba (1)	1
237	Toca do Rio Preto VI	-24.232099	-48.492178	SP-322	S. B. do Sapucaí	SP	Ma	Ba (1)	6
238	Gruta dos Crioulos	-22.700394	-45.625262	SP-333	Altinópolis	SP	Ma	Ba (1)	6

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
239	Caverna Duas Bocas	-21.072669	-47.414338	SP-357	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	22
240	Abismo Gurutuva	-24.534252	-48.653716	SP-36	Apiai	SP	Ma	Ba (3)	1
241	Gruta do Vieira	-24.531549	-48.855191	SP-39	Iporanga	SP	Ma	Me (6)	1, 2, 6
242	Caverna Santana	-24.533470	-48.702152	SP-41	Iporanga	SP	Ma	El (12)	1, 2, 6, 26
243	Gruta dos Paiva	-24.277069	-48.442456	SP-42	Iporanga	SP	Ma	Ba (3)	2, 6
244	Gruta da Figueira	-24.321269	-48.463427	SP-43	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	6
245	Gruta Paçoca	-24.565833	-48.716667	SP-44	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	1, 2
246	Gruta Zezo	-24.521944	-48.720556	SP-45	Ipeúna	SP	Ma	Ba (2)	1
247	Gruta Paredão	-22.426749	-47.751423	SP-450	Iporanga	SP	Ma	Al (7)	5
248	Gruta Grilo	-24.536160	-48.715527	SP-46	Iporanga	SP	Ma	Ba (3)	1
249	Gruta Betari	-24.551400	-48.682800	SP-47	Iporanga	SP	Ma	El (14)	1, 2, 26
250	Gruta do Córrego Seco	-24.552352	-48.683716	SP-49	Altinópolis	SP	Ma	El (15)	1, 2, 26
251	Caverna da Prata	-21.142518	-47.428234	SP-518	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	22
252	Gruta Sítio Novo	-24.576907	-48.690576	SP-52	Iporanga	SP	Ma	Ba (2)	1
253	Gruta do Jeremias	-24.640000	-48.703200	SP-53	Iporanga	SP	Ma	Me (6)	1, 2, 26
254	Caverna Ouro Grosso	-24.544988	-48.681711	SP-54	Iporanga	SP	Ma	Me (4)	1, 2
255	Gruta das Perolas	-24.564200	-48.742500	SP-58	Iporanga	SP	Ma	Ba (1)	6
256	Gruta Termina II	-24.384500	-48.568800	SP-61	Ipeúna	SP	Ma	Ba (1)	6
257	Gruta do Fazendão	-22.426600	-47.789600	SP-70	Apiá	SP	Ma	Me (5)	2, 5
258	Gruta Espírito Santo	-24.444100	-48.616600	SP-72	Itirapina	SP	Ma	Ba (1)	6

N	Caverna	Latitude	Longitude	SBE	Município	Estado	Bioma	Riqueza	Referência
259	Gruta Sítio da Toca	-22.198670	-47.748201	SP-95	Adrianópolis	SP	Ma	Ba (1)	2
260	Refúgio do Maroaga	-2.050600	-59.969800	AM-02	Presid. Figueiredo	AM	Am	Ba (1)	3
261	Gruta da Descoberta	-5.563245	-37.665417	NÃO	Felipe Guerra	RN	Ca	Ba (1)	31
262	Gruta do Abandono	-5.560673	-37.663934	RN-37	Felipe Guerra	RN	Ca	Me (4)	31
263	Gt. Rainha Rio Grande	-5.578233	-37.643234	RN-49	Felipe Guerra	RN	Ca	Me (4)	31
264	Gruta Túnel de Perolas	-5.559683	-37.664519	NÃO	Felipe Guerra	RN	Ca	Ba (2)	31
265	Gruta do Troglóbio	-5.556741	-37.661270	NÃO	Felipe Guerra	RN	Ca	Ba (0)	31
266	Gruta Três Lagos	-5.593288	-37.687155	RN-39	Felipe Guerra	RN	Ca	Me (5)	31
267	Gruta do Limoeiro	-20.483182	-41.172893	ES-03	Castelo	ES	Ma	El (14)	32
268	Gruta do Rio Itaúnas	-18.290147	-39.989173	NÃO	Pinheiros	ES	Ma	El (12)	32
269	Gruta Monte Líbano	Não informado	Não informado	NÃO	Cachoeiro do Itapemirim	ES	Ma	Al (8)	32

Referências: (1) Trajano 1985; (2) Trajano 1987; (3) Trajano e Gnaspini 1991; (4) Trajano e Moreira 1991; (5) Campanhã e Fowler 1993; (6) Pinto-da-Rocha 1995; (7) Siqueira 1995; (8) Bredt e Júnior 1996; (9) Esbérard et al., 1997; (10) Trajano e Gimenez 1998; (11) Bredt et al., 1999; (12) Gregorin e Mendes 1999; (13) Esberárd et al., 2001; (14) Pinheiro et al., 2001; (15) Pinto-da-Rocha e Sessegolo 2001; (16) Pinto-da-Rocha et al., 2001; (17) Sessegolo et al., 2001; (18) Silva-da-Rocha et al., 2001; (19) Silva et al 2001; (20) Arnone e Passos 2003; (21) Zeppelini et al., 2003; (22) Esbérard et al., 2005; (23) Aguiar et al., 2006; (24) Faria et al., 2006; (25) Arnone e Passos 2007; (26) Arnone 2008; (27) Sbragia e Cardoso 2008; (28) Silva et al., 2009; (29) Portela 2010; (30) Chaves et al., 2012; (31) Coelho, 2006; (32) Ruschi, 1952 e (PE) Presente Estudo

Inventário deste estudo utilizou: a) Rede-de-neblina; b) Armadilha de fio (*harp trap*); c) Avistamento.

Estados: (AM) Amazonas; (BA) Bahia; (CE) Ceara; (DF) Distrito Federal; (GO) Goiás; (MG) Minas Gerais; (MS) Mato Grosso do Sul; (MT) Mato Grosso; (PA) Pará; (PE) Pernambuco; (PR) Paraná; (SC) Santa Catarina; (RJ) Rio de Janeiro; e (SP) São Paulo.

Biomass: (Am) Amazônia; (Ca) Caatinga; (Ce) Cerrado; e (Ma) Mata Atlântica.

Manuscrito 2

**Distribuição potencial de morcegos cavernícolas como ferramenta para
localização de cavernas**Maricélio de Medeiros Guimarães^{1,2,3} & Rodrigo Lopes Ferreira^{1,2}

¹Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG; ²Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, Setor Zoologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG; ³Panorama Ambiental, Brasília-DF.

RESUMO

O presente estudo utilizou a distribuição potencial de cinco espécies de morcegos cavernícolas (*Furipterus horrens*, *Natalus macrourus*, *Lonchorhina aurita*, *Pteronotus gymnonotus* e *Pteronotus parnellii*) como ferramenta para identificar áreas com potencialidade para ocorrência de cavernas. Primeiramente, as distribuições potenciais dos morcegos, geradas no algoritmo Maxent, foram comparadas com as cavernas registradas e com o mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, confirmando a distribuição das espécies em locais com registro ou potencial para presença de cavernas. Os modelos de distribuição das cinco espécies apresentam áreas sobrepostas. Desta forma, sugere-se que quando essa sobreposição ocorrer com três ou mais dessas espécies, existe possibilidade de ocorrência de cavernas, sendo indicadas 17 áreas com potencialidade para ocorrência de cavernas, distribuídas nos estados de Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Pará, Pernambuco e Minas Gerais. As orientações aqui disponibilizadas poderão contribuir com pesquisadores que atuam na prospecção e registro de cavernas no Brasil e com o conhecimento sobre os morcegos cavernícolas.

Palavras-Chave: Chiroptera; Modelagem de Distribuição de Espécies; Maxent; Prospecção Espeleológica; Patrimônio Espeleológico

Potential distribution of cave bats as a tool for locating caves

ABSTRACT

The present study used the potential distribution of five species of cave bats (*Furipterus horrens*, *Natalus macrourus*, *Lonchorhina aurita*, *Pteronotus gymnotus* e *Pteronotus parnellii*) as a tool to identify areas with potential for cave occurrence. First, the distribution potentials of bats, generated in the Maxent algorithm were compared with the registered caves and with the potential occurrence map of caves in Brazil, confirming the distribution of species in sites with registration or potential presence of caves. Distribution models of the five species have overlapping areas; thus, it is suggested that when this overlap occurs with three or more of these species, the possibility of caves exists. Thus, 17 areas are indicated as having cave occurrence potential, distributed mainly in the states of Alagoas, Bahia, Federal District, Goiás, Pará, Pernambuco and Minas Gerais. The orientation provided here may contribute to researchers working in the exploration and registration of caves in Brazil and to the knowledge of cave bats.

Keywords: Chiroptera; Species Modeling Distribution; Maxent; Speleological Exploration; Speleological Heritage

1 INTRODUÇÃO

Os morcegos representam um dos poucos vertebrados a utilizar de maneira eficiente e permanente as cavernas como abrigo, realizando um importante papel no aporte de matéria orgânica para o ecossistema subterrâneo (Kunz, 1982; Ferreira & Martins, 1999). Adicionalmente, no Brasil, os morcegos têm se mostrado de fundamental importância para classificar as cavernas segundo seu grau de relevância, bem como para determinar as áreas de

influência destes espaços subterrâneos (Brasil, 2009). Tais determinações têm sido decisivas para os órgãos ambientais em tomadas de decisão nos processos de licenciamento ambiental no País.

No Brasil, cavernas são legalmente protegidas e possuem normas e diretrizes que norteiam seu uso e preservação (e.g. Brasil, 1990; 2008). Entretanto, para auxiliar as estratégias de políticas públicas voltadas para conservação de cavernas é necessário, primariamente, localizar e registrar de forma efetiva a maior quantidade possível de cavidades. Apesar de existirem mais de 12 mil cavernas cadastradas na “Base de Dados Geoespacializados de Cavidades Naturais Subterrâneas” do Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas – CECAV (CECAV, 2014), estima-se que menos de 5% das cavernas brasileiras sejam conhecidas (Piló & Auler, 2011). Gerar conhecimento básico, como o simples registro de cavernas, auxilia significativamente na execução de diversas políticas públicas voltadas à proteção dos recursos naturais e do patrimônio espeleológico.

Algumas espécies de morcegos se abrigam preferencialmente em cavernas, dentre as quais pode-se citar: *Lonchorhina aurita* (Lassieur & Wilson, 1989; Tavares et al., 2010); *Natalus macrourus*, (Taddei & Uieda, 2001; Esbérard et al., 2005); *Furipterus horrens* (Uieda et al., 1980; Esbérard et al., 2005); *Pteronotus parnellii* (Herd, 1983; Eisenberg & Redford, 1999); e *Pteronotus gymnonotus* (Vizotto et al., 1980). Desta forma, a distribuição geográfica dessas espécies compreende uma informação-chave para localização de cavernas.

Para prever a distribuição geográfica das espécies, a modelagem de nicho ecológico é uma ferramenta que, recentemente, vem sendo empregada para gerar modelos de distribuição de espécies (Guisan & Thuiller, 2005; Latimer et al., 2006). Na prática, o modelo de distribuição de espécies reflete o nicho fundamental com base no nicho realizado (dados de presença), prevendo

onde existem condições adequadas para a ocorrência da espécie e sua “distribuição potencial” (Guisan & Thuiller, 2005; Latimer et al., 2006).

Nesta perspectiva, nosso objetivo foi apresentar uma proposta metodológica inédita que utiliza a sobreposição da distribuição potencial de morcegos cavernícolas para identificar áreas com potencial para à ocorrência de cavernas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo e Espécies-Alvo

A área de estudo compreende todo território brasileiro (~8.515.767,049 km²) (IBGE, 2010). Os registros de ocorrência das espécies-alvo estão distribuídos em 20 unidades federativas (AM, AP, BA, CE, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, RJ, RN, RR, SE, SP e TO) e as informações sobre variáveis ambientais, cavernas registradas e o mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas abrangem todo o País.

Cinco espécies de morcegos que utilizam majoritariamente cavernas como refúgio foram selecionadas como espécies-alvo: *Furipterus horrens* (F. Cuvier, 1828); *Natalus macrourus* (Gervais, 1856); *Lonchorhina aurita* Tomes, 1863; *Pteronotus gymnonotus* Natterer, 1843 e *Pteronotus parnellii* (Gray, 1843).

2.2 Modelagem de Distribuição Potencial

A distribuição potencial das espécies foi elaborada pelo método de máxima entropia, utilizando o algoritmo Maxent (versão 3.3.2), que considera um conjunto multivariado de dados ambientais e pontos de ocorrência da

espécie, para gerar um mapa da probabilidade de ocorrência da espécie dentro do intervalo de zero a 100% (Phillips et al., 2006; Elith et al., 2011). Adotamos a configuração padrão do Maxent, com a função *Remove duplicate presence records*, assim, apenas um registro da espécie para cada grade (~1 km²) foi considerado, melhorando o desempenho dos modelos gerados (Phillips et al., 2006; Phillips & Dudik, 2008).

2.3 Dados de ocorrência das espécies-alvo

Apesar do algoritmo utilizado (Maxent) ter um bom desempenho mesmo com um pequeno número de registros (Pearson et al., 2007), Hernandez et al. (2008), analisando modelos de distribuição de 16 espécies (oito aves e oito mamíferos) com quantidade de pontos de ocorrência diferentes, encontraram melhores resultados para espécies com mais pontos de ocorrência. Assim, para possibilitar uma comparação com maior precisão entre os modelos de cada espécie-alvo, padronizamos os pontos de ocorrência em 30 para cada espécie. No entanto, para *P. gymnonotus* foram utilizados somente 25 pontos, em função do baixo número de registros. Os pontos de ocorrência são provenientes de pesquisas realizadas pelos autores (32 novos registros para as cinco espécies) e de literatura (Apêndice 1).

Os 32 novos registros são provenientes de pesquisas realizadas nos últimos 10 anos em 13 unidades federativas brasileiras (AM, BA, CE, DF, GO, MG, MS, MT, PE, PI, RN, SE e TO). Os morcegos foram amostrados por meio de capturas com *mist nets* e *harp traps* e por avistamentos com registro fotográfico.

2.4 Variáveis ambientais

A pré-seleção das variáveis ambientais aperfeiçoa e facilita a modelagem de distribuição potencial, reduz a dimensionalidade dos dados e o custo computacional (Ximenes et al., 2009). Assim, a pré-seleção auxilia na escolha de variáveis que mais afetam a ocorrência da espécie (Phillips et al., 2006). Porém, as informações referentes às exigências ambientais de certas espécies não são conhecidas, como por exemplo, as espécies-alvo deste estudo. Nestes casos, uma alternativa é utilizar a ferramenta *Jackknife* do Maxent para selecionar as variáveis ambientais (Phillips et al., 2006; Phillips & Dudik, 2008).

Dessa forma, a partir de 50 variáveis ambientais organizadas e recortadas para o Brasil pelo Grupo de Modelagem para Estudos da Biodiversidade da Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DPI/INPE), disponíveis em <http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/download.php>, selecionamos um conjunto de 10 variáveis para cada espécie-alvo utilizando a ferramenta *Jackknife* do Maxent (Phillips et al., 2006; Phillips & Dudik, 2008). As variáveis indicadas pelo Maxent se diferem entre as cinco espécies de morcegos, refletindo os diferentes conjuntos de pontos de ocorrência utilizados para cada espécie, e totalizam 24 variáveis (Tabela 1).

As variáveis selecionadas (Tabela 1) foram: *vegetação* - mapa de vegetação do Brasil, reconstituído em 1992, de cartas-imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL obtido do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); *Altitude* - gerada a partir do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com valores expressos em metros; *cobertura arbórea* - representa a cobertura do dossel florestal anual e foi gerado de sensoriamento remoto do sensor *MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) (Hansen et al., 2003); *declividade* - representando a inclinação horizontal

superficial do terreno (ângulo de inclinação); *orientação* - representa a direção da variação de declividade e corresponde ao azimute da maior inclinação do terreno; *drenagem* - gerada utilizando um algoritmo de interpolação espacial sobre os dados de drenagem do Projeto *HydroSHEDS* (Ximenes, 2008); dez variáveis bioclimáticas derivadas: *variação diurna média de temperatura* (temperatura máxima - temperatura mínima); *sazonalidade da temperatura*; *temperatura máxima do mês mais quente*; *temperatura média do trimestre mais úmido*; *temperatura média do trimestre mais frio*; *sazonalidade da precipitação*; *precipitação do trimestre mais chuvoso*; *precipitação do trimestre mais seco*; *precipitação do trimestre mais quente*; *precipitação do trimestre mais frio*; e outras oito variáveis referentes à precipitação total nos meses de fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, outubro e dezembro. As variáveis bioclimáticas derivadas e as referentes à precipitação foram obtidas a partir de *Global Climate Data* (*WorldClim*) e representam o período 1950-2000 (Hijmans et al., 2005).

2.5 Informações sobre cavernas

A ocorrência de cavernas foi contextualizada utilizando dados geoespacializados de 12.376 cavernas cadastradas no Brasil (CECAV, 2014), provenientes de bibliografia especializada, do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil da Sociedade Brasileira de Espeleologia (CNC/SBE), do Inventário Espeleológico Brasileiro da Redespeleo Brasil (CODEX), e de pesquisas e estudos ambientais. Também utilizamos dados digitais do Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.00 (Jansen et al., 2012), que indicam “Muito Alto” e “Alto” potencial de presença de cavernas.

2.6 Critérios de análise e áreas com potencial para cavernas

Avaliamos o mapa da distribuição potencial de cada espécie-alvo segundo os valores da análise operacional do receptor (ROC), que caracteriza o modelo em todos os limiares possíveis com um único número, a área sob a curva (AUC) que varia de zero a um. Valores próximos a 1 compreendem um bom modelo, enquanto que valores de AUC próximos a 0,5 correspondem a uma previsão aleatória (Phillips et al., 2006).

Utilizamos o ArcGIS/ArcMap 10 (ESRI) para tratar os modelos de distribuição potencial gerados no Maxent, criando uma camada com locais em que a probabilidade de ocorrência da espécie-alvo é superior a 70%. As camadas foram contrastadas, individualmente, com as informações sobre cavernas (banco de dados do CECAV, 2014; e mapa de potencialidade Jansen et al., 2012), para verificar a dependência das cinco espécies por áreas com registro de cavernas ou elevada potencialidade para a ocorrência desses potenciais abrigos.

Por fim, os mapas relativos à distribuição potencial das cinco espécies-alvo foram comparados e os locais com sobreposição de três ou mais dessas espécies, sugeridas como de alto potencial para a ocorrência de cavernas.

3 RESULTADOS

Os valores de AUC ficaram próximos de um (Tabela 1), indicando boa acurácia dos modelos de distribuição potencial gerados, o que sugere que a ferramenta *Jackknife* do Maxent selecionou variáveis ambientais adequadas. Os modelos de distribuição potencial gerados para as cinco espécies de morcegos (Apêndice 1), indicaram que as espécies alvo se encontram distribuídas por locais contendo registros ou alto potencial de presença de cavernas, confirmando a dependência das espécies por esses abrigos subterrâneos.

As três principais variáveis ambientais indicadas para *Furipterus horrens* foram a vegetação, a precipitação do trimestre mais frio e a altitude (Tabela 1). Ao longo da área com 70% de probabilidade de ocorrência desta espécie existe informação de cavernas nos estados da BA, DF, GO, TO, MG, SP e PR (Apêndice 1).

Para *Natalus macrourus* as variáveis ambientais que mais influenciaram na modelagem da distribuição potencial foram a vegetação, a temperatura máxima do mês mais quente e a altitude (Tabela 1). Ao longo da área com 70% de probabilidade de ocorrência desta espécie existe informação de cavernas nos estados da BA, DF, ES, GO, MG, MT, MS, PA, PB e SP (Apêndice 1).

A vegetação, altitude e variação média de temperatura diurna foram as variáveis ambientais que mais contribuíram no modelo de distribuição potencial de *Lonchorhina aurita*. Ao longo da área com 70% de probabilidade de ocorrência desta espécie existem informações sobre cavernas nos estados de AL, BA, CE, DF, ES, GO, MG, PB, PE, PI, RJ, RN, SE, SP e TO (Apêndice 1).

As variáveis ambientais que mais contribuíram no modelo de *Pteronotus gymnonotus* foram a orientação, precipitação no trimestre mais quente e sazonalidade da precipitação (Tabela 1). Ao longo da área com 70% de probabilidade de ocorrência desta espécie existem informações de cavernas nos estados de AL, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, PA, PB, PE, PI, RJ, RN, RR, RO, SE, SP e TO (Apêndice 1).

Para *Pteronotus parnellii*, as principais variáveis selecionadas foram vegetação, precipitação do trimestre mais quente e a sazonalidade da precipitação (Tabela 1). Ao longo da área com 70% de probabilidade de ocorrência desta espécie existe informação de cavernas registradas nos estados de AL, BA, CE, DF, GO, MG, MS, MT, PA, PB, RO e TO (Apêndice 1).

Analisando a distribuição potencial das espécies *Natalus macrourus*, *Pteronotus parnellii* e *Pteronotus gymnonotus* observa-se áreas de sobreposição

em Santarém, Uruará e Altamira no Pará (Figura 1a) e em São Miguel dos Campos, Marechal Deodoro, Rio Largo e União dos Palmares no Alagoas e em Quipapá e Palmares no Pernambuco (Figura 1c). Nos municípios de Campo Formoso e Santo Sé na Bahia a sobreposição é entre *Furipterus horrens*, *N. macrourus* e *P. gymnonotus* (Figura 1b).

Em Minas Gerais três locais são indicados: em Teófilo Otoni e Joáima no leste do estado pela sobreposição de *N. macrourus*, *P. gymnonotus* e *Lonchorhina aurita* (Figura 1d); em Mato Verde e Monte Azul no nordeste com sobreposição de *F. horrens*, *N. macrourus* e *P. parnellii* (Figura 1e); e em Arinos e Buritis em Minas Gerais pela sobreposição de *F. horrens*, *L. aurita* e *P. parnellii* (Figura 1f). No estado de Goiás dois locais se destacam: um localizado em Padre Bernardo, Mimoso de Goiás e Girassol, pegando ainda a parte norte do Distrito Federal (Figura 1g) onde existe sobreposição de todas as cinco espécies; e o outro no município de São João d'Aliança e Flores de Goiás, sendo que exceto *P. gymnonotus* não teve indicação de distribuição potencial para essa última área (Figura 1h).

Uma análise preliminar das áreas indicadas com alto potencial para à ocorrência de cavernas, aponta que boa parte encontra-se fora de unidades de conservação (UC), com raras exceções: em Goiás parte da área indicada no nordeste (Figura 1h) faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Pouso Alto; e parte da área na região central deste estado (Figura 1g) existe a APA de Cafuringa e a APA do Planalto Central; em Minas gerais apenas uma pequena parte da área indicada à nordeste (Figura 1e) encontra-se legalmente protegida pois pertence ao Parque Estadual do Rio Pardo; e no Pará a área indicada (Figura 1a) presente em UC é ainda menor, apenas poucos hectares englobam a APA Santa Maria do Uruará e a Floresta Nacional (FLONA) do Tapajós; em Alagoas, apesar de quase toda área da Estação Ecológica (ESEC) de Murici estar inserida

nos locais indicados com possível presença de cavernas (Figura 1c), a parte sem proteção é extremamente maior.

Tabela 1. Análise da distribuição potencial dos morcegos cavernícolas, utilizando Maxent. Apresentando os valores referentes à área sob a curva (AUC) e as variáveis ambientais ordenadas por percentual de contribuição (entre parênteses), representando as 10 que mais contribuíram na modelagem, sendo: V1 – vegetação; V2 – altitude; V3 – cobertura arbórea; V4 – Declividade; V5 – orientação; V6 – drenagem; V7 - variação diurna média de temperatura; V8 - sazonalidade da temperatura; V9 - temperatura máxima do mês mais quente; V10 - temperatura média do trimestre mais úmido; V11 - temperatura média do trimestre mais frio; V12 – sazonalidade da precipitação; V13 - precipitação do trimestre mais chuvoso; V14 - precipitação do trimestre mais seco; V15 - precipitação do trimestre mais quente; V16 - precipitação do trimestre mais frio; V17 – precipitação total fevereiro; V18 – precipitação total abril; V19 – precipitação total maio; V20 – precipitação total junho; V21 – precipitação total julho; V22 – precipitação total agosto; V23 – precipitação total outubro; V24 – precipitação total dezembro.

	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	<i>Pteronotus parnellii</i>	<i>Furipterus horrens</i>	<i>Lonchorhina aurita</i>	<i>Natalus macrourus</i>
AUC	0.937	0.950	0.973	0.965	0.959
Variáveis Ambientais (Contribuição %)	V5 (25.8)	V1 (29.1)	V1 (27.4)	V1 (16.4)	V1 (30.1)
	V15 (21.7)	V15 (15.5)	V16 (19.8)	V2 (11.5)	V9 (13.8)
	V12 (11.5)	V12 (10.5)	V2 (11.1)	V7 (10.4)	V2 (9.6)
	V7 (6.2)	V8 (7.6)	V13 (7.3)	V18 (9.6)	V11 (6.1)
	V2 (4.3)	V18 (5.9)	V19 (5)	V8 (8.5)	V4 (5.6)
	V9 (3.9)	V9 (5)	V21 (4.9)	V4 (8.3)	V12 (5.2)
	V6 (3.8)	V21 (4.7)	V20 (4.8)	V12(4.8)	V10 (3.3)
	V20 (3.8)	V17 (3.9)	V7 (3.6)	V24 (4.1)	V24 (2.7)
	V8 (3.2)	V22 (2.8)	V18 (2.5)	V14 (3.9)	V3 (2.4)
	V1 (3)	V2 (2.3)	V15 (2.4)	V13 (3.4)	V23 (2.1)

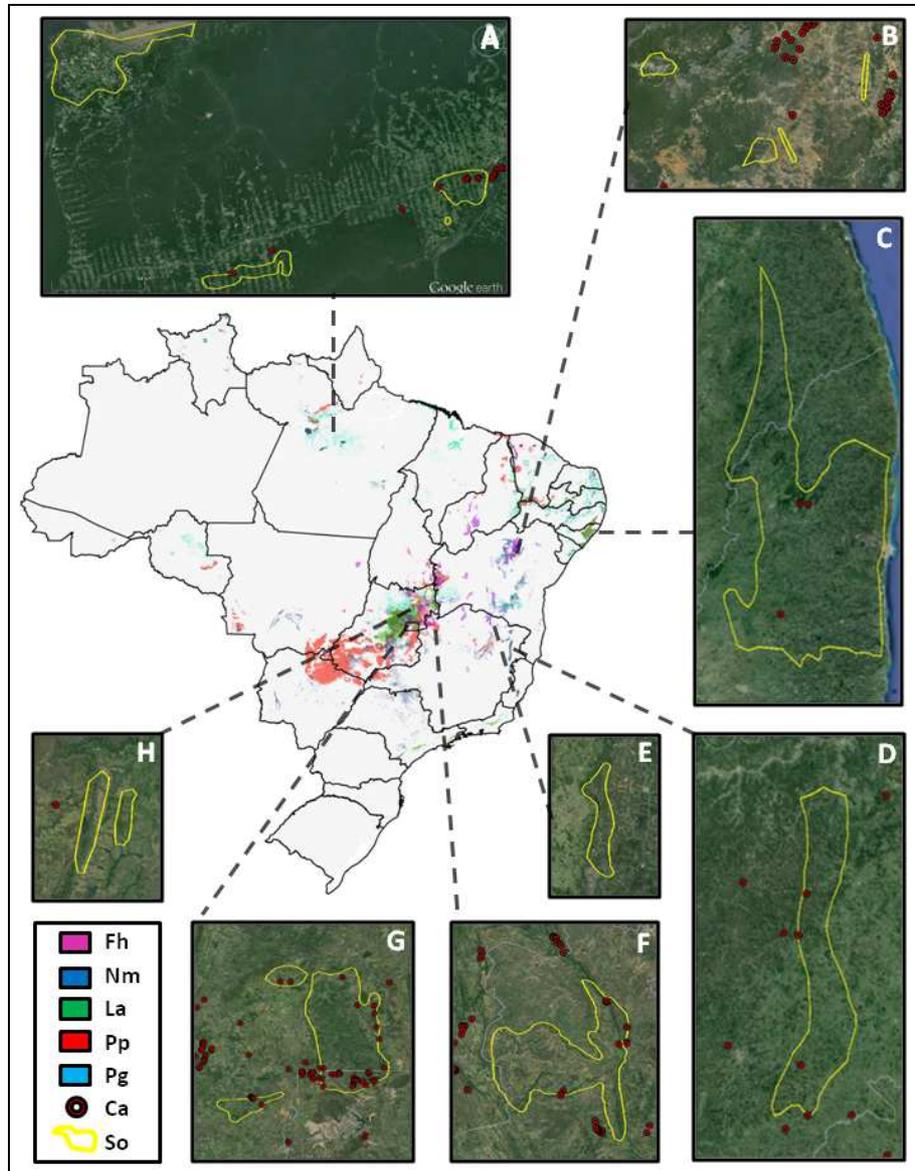


Figura 1. Áreas indicadas com alto potencial para ocorrência de caverna (Ca), devido sobreposição da distribuição potencial de morcegos cavernícolas. A) *Natalus macrourus* (Nm), *Pteronotus parnellii* (Pp); e *Pteronotus gymnotus* (Pg) no Pará; B) *Furipterus horrens* (Fh), Nm e Pg na Bahia; C) Nm, Pp e Pg em Pernambuco; D) Nm, *Lonchorhina aurira* (La) e Pg no leste de Minas Gerais; E) Fh, Nm e Pp no nordeste de Minas Gerais; F) Fh, La e Pp no norte de Minas Gerais; G) Fh, La, Nm, Pp e Pg em Goiás e no norte do Distrito Federal; e H) Fh, La, Nm e Pp no nordeste de Goiás.

4 DISCUSSÃO

A modelagem de distribuição tem sido utilizada para definir a probabilidade de ocorrência de espécies sendo aplicada em uma ampla gama de objetivos, como: a predição de espécies raras ou ameaçadas (Araújo & Williams 2000; Blank & Blaustein, 2012), seleção de áreas prioritárias para conservação (Costa et al., 2010; Vieira et al., 2012), previsão de espécies em áreas pouco estudadas (Hernandez et al., 2008), estudos de macroecologia (Rahbek et al., 2007; Diniz-Filho et al., 2009), reintrodução de espécies (Hirzel et al., 2002), impactos das mudanças climáticas (Hijmans & Graham, 2006; Wiens et al., 2009), possíveis rotas de disseminação de doenças infecciosas (Costa et al., 2002; Flory et al., 2012), dentre outras.

Dentre essas utilizações, destaca-se que este é o primeiro estudo a utilizar a modelagem de distribuição para prever a ocorrência de cavernas. Contudo, apesar dos ótimos valores das áreas sob a curva (AUC), obtidos da análise operacional do receptor (ROC), os modelos devem ser tratados com a devida prudência, tendo em vista que configuram, apenas, o prenúncio da existência de condições adequadas para a ocorrência das espécies (Guisan & Thuiller, 2005; Latimer et al., 2006).

A presença de cavernas registradas (CECAV, 2014) ou de áreas com potencial (Muito Alto/Alto) para presença de cavernas (Jansen et al., 2012) em áreas indicadas pelos modelos de distribuição potencial das espécies-alvo é facilmente visualizada, confirmando que a ocorrência das espécies de morcegos utilizadas neste estudo está diretamente relacionada à existência de cavernas no local, confirmando sua classificação como cavernícolas e aumentando a credibilidade dos modelos.

A variável representando um sistema de classificação de “Vegetação” (Veloso et al., 1991), foi a que mais contribuiu para as modelagens, exceto para *P. gymnotus*, para a qual sua contribuição foi a menor (3%). Este resultado já era esperado e reforça ainda mais a importância de se preservar áreas no entorno das cavernas para manter a fauna de morcegos. Contudo, informações referentes às exigências ecológicas das espécies-alvo são escassas, inviabilizando discussões mais aprofundadas.

As espécies de *Pteronotus* apresentaram seis variáveis em comum, o que certamente tem relação com os 11 pontos amostrais utilizados na modelagem em que as duas espécies, *P. gymnotus* e *P. parnellii*, co-habitaram. Este comportamento de refugiar-se preferencialmente junto a outros Mormoopidae é fato constatado para o gênero (Vizotto et al., 1980; Herd, 1983).

Os modelos de distribuição potencial, elaborados pelo Maxent para as cinco espécies-alvo deste trabalho, como esperado, corroboram em grande parte com a ocorrência já conhecida na literatura (Tavares et al., 2008; Reis et al., 2011). A exceção seria a espécie *Furipterus horrens* para a qual certos locais de ocorrência conhecidos (AM, PE, SC – Tavares et al., 2008; e PB – Reis et al., 2011) não foram indicados pela modelagem (Apêndice 1). Apesar da espécie ter obtido o maior valor de AUC, esta é uma das restrições da modelagem.

As cinco classes presentes no mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas (Jansen et al., 2012), agrupam categorias litológicas segundo características de solubilidade, contendo cavernas registradas em todas as classes: Muito Alto (5749 cavernas); Alto (2293); Médio (1317); Baixo (844); e Ocorrência Improvável (54). No entanto, a modelagem de distribuição potencial indica locais prováveis para ocorrência de cavernas segundo a probabilidade de ocorrência das espécies-alvo, independente da classificação de Jansen e colaboradores (2012). Dessa forma, os modelos de distribuição potencial de morcegos cavernícolas podem ser utilizados para refinar o mapa de

potencialidade de ocorrência de cavernas (Jansen et al., 2012), indicando locais mais propensos para a existência de cavernas em todas as cinco classes, independentemente da litologia.

As interpretações com relação às 17 áreas sugeridas como de alto potencial para presença de cavernas, igualmente, sugerem a ocorrência das espécies de morcegos inclusas nesta análise. Contudo, o diagnóstico com relação à presença dos morcegos deve ser ainda mais ponderado, já que fatores relacionados à história da paisagem influenciam na distribuição geográfica das espécies, como as limitações de dispersão, especialmente em estudos de ampla escala (Soberón & Peterson, 2005). No caso das cavernas, as indicações devem ser mais precisas, uma vez que a modelagem indica a existência de condições adequadas para a ocorrência da espécie (Guisan & Thuiller, 2005; Latimer et al., 2006). No caso dos morcegos preferencialmente cavernícolas, uma das condições é a existência de cavidades naturais subterrâneas.

5 CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo a utilizar a modelagem de distribuição potencial de morcegos cavernícolas como ferramenta para identificar locais potenciais para ocorrência de cavernas. Assim, disponibiliza orientação para pesquisadores que atuam na prospecção e registro de cavernas no Brasil e contribui com o conhecimento sobre os morcegos cavernícolas. Esta nova ferramenta obteve boa acurácia ao utilizar Maxent para selecionar as variáveis ambientais e elaborar os modelos de distribuição potencial. As 17 áreas com potencialidade para ocorrência de cavernas, indicadas neste estudo, são independentes da litologia e estão distribuídas principalmente nos estados de Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Pará, Pernambuco e Minas Gerais. No entanto, uma ínfima parte das áreas apontadas encontra-se legalmente protegidas. Deste modo, trabalhos futuros que utilizem essa informação deverão constatar a presença de cavernas nestes locais, mas essas ações devem ser realizadas o quanto antes, pois, é necessário aumentar o número de cavernas registradas para melhorar a eficácia da proteção do Patrimônio Espeleológico.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a Jessica Carvalho e Carla Ribas pelas valiosas críticas e sugestões ao manuscrito. Este artigo foi parcialmente produzido durante a disciplina “Publicação Científica em Ecologia”, da Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da UFLA. O financiamento foi fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a MMG (bolsa de mestrado).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. B.; WILLIAMS, P. H. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation*, 2000. 96: 331–345.
- ARNONE, I. S. Estudo da comunidade de morcegos na área cárstica do Alto Ribeira – SP: Uma comparação com 1980. São Paulo – SP: (Dissertação) Instituto de Biociências/Departamento de Zoologia/Universidade de São Paulo, 2008. 116p.
- BERNARD, E.; FENTON, M. B. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forest and savannas in central Amazon, Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, 2002. 80:1124-1140.
- BLANK, L.; BLAUSTEIN, L. Using ecological niche modeling to predict the distributions of two endangered amphibian species in aquatic breeding sites. *Hydrobiologia*, 2012. 693: 157-167.
- BORDIGNON, M. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2006. 23 (4): 1002–1009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 002, de 20 de agosto de 2009. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 28 maio 2013.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008. Diário Oficial da União. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 29 mai 2013.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 99.556 de 1º de Outubro de 1990. Diário Oficial da União, 1990. Modificado pelo Decreto nº 6.640 de 07 de novembro de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 29 mai 2013.
- BREDT, A.; JUNIOR, J. C. Diagnóstico da raiva na região do futuro reservatório da UHE Serra da Mesa – Goiás. Relatório Técnico não publicado, Instituto de Saúde do Distrito Federal e Instituto Geabrasil, 1996. 52pp.
- BREDT, A.; UIEDA, W.; MAGALHÃES, E. D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). In: *Revista Brasileira de Zoologia*, São Paulo, 1999. 16 (3): 731-770.
- BREDT, A.; MAGALHÃES, E. D. Os morcegos da APA de Cafuringa. In: NETTO, P. B.; MECENAS, V. V.; CARDOSO, E. S. (eds.). APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF. Brasília: Secretaria de Meio Ambiente cursos Hídricos (SEMARH), 2006. p. 259-266.
- CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Base de Dados geoespacializados de cavidades naturais subterrâneas do CECV, situação de 01-04-2014. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav>. Acesso em: 20 abril 2014.

- CHAVES, P. M. R.; FRANCO, P. A. D.; PEREIRA, V. C. R. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em gruta de formação calcária localizada na Fazenda Cantinho, Município de Formosa □ Goiás (GO). *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 2012. 1 (1): 8-28.
- COELHO, D. C. Ecologia e conservação da quiropteroфаuna no corredor Cerrado-Pantanal. (Tese) *Biologia Animal*, Universidade de Brasília. 2005. P. 116.
- COSTA, G. C.; NOGUEIRA, C.; MACHADO, R. B.; COLLI, G. R. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 2010. 19: 883–899.
- COSTA, J.; PETERSON, A. T.; BEARD, C. B. Ecologic niche modeling and differentiation of populations of *Triatoma brasiliensis neiva*, 1911, the most important Chagas' disease vector in northeastern Brazil (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2002. 67: 516-520.
- CRUZ, M. A. O. M.; BORGES-NOJOSA, D. M.; LANGGUTH, A. R.; SOUSA, M. A. N.; SILVA, L. A. M.; LEITE, L. M. R.; PRADO, F. M. V.; VERÍSSIMO, K. C. S.; MORAES, B. L. C. Diversidade de mamíferos em áreas prioritárias para conservação na Caatinga. *EMBRAPA Semiáridos*. 2005. 182-201pp. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital>. Acesso em: 06 ago 2013.
- DINIZ-FILHO, J. A. J.; BINI, L. M.; OLIVEIRA, G.; BARRETO, B. S.; SILVA, M. M. F. P.; TIRIBILE, S. C.; RANGEL, T. F. L. B. V.; PINTO, M. P.; SOUZA, N. P. R.; VIEIRA, L. C. G.; MELO, A. S.; DE MARCO-JUNIOR, P.; VIEIRA, C. M.; BLAMIREs, D.; BASTOS, R. P.; CARVALHO, P.; FERREIRA, L. G.; TELLES, M. P. C.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, D. M.; SILVA Jr., N. J.; SOARES, T. N. Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no Cerrado. *Oecologia Brasiliensis*, 2009. 13(3): 470-497.
- DUDA, R.; DALAPICOLLA, J.; COSTA, L. P. First record of the smoky bat *Furipterus horrens* (F. Cuvier, 1828) (Mammalia: Chiroptera) in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Check List*, 2012. 8(6): 1362- 1364.
- EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. *Mammals of the Neotropics: The central Neotropics. Ecuador, Peru, Bolivia, Brasil*. V. 3. Chicago: The University of Chicago Press, 1999. 610p.
- ELITH, J.; PHILLIPS, S. J.; HASTIE, T.; DUDIK, M.; CHEE, Y. E.; YATES, C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 2011. 17: 43–57.
- ESBÉRARD, C. E. L.; BAPTISTA, M.; COSTA, L. M.; LUZ, J. L.; LOURENÇO, E. C. Morcegos de Paraíso do Tobias, Miracema, Rio de Janeiro. *Biota Neotropica*, 2010. 10 (4): 249-255.

- ESBÉRARD, C. E. L.; JORDÃO-NOGUEIRA, T.; LUZ, J. L.; MELO, G. G. S.; MANGOLIN, R.; JUCÁ, N.; RAÍCES, D. S. L.; ENRICI, M. C.; BERGALLO, H. G. Morcegos da Ilha Grande, Angra dos Reis, Sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Zoociências*, 2006. 8(2):147-153.
- ESBÉRARD, C. E. L.; MOTA, J. A.; PERIGRO, C. Morcegos cavernícolas da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. *Revista Brasileira de Zoociências*, 2005. 7(2): 311-325.
- ESBÉRARD, C. E. L.; MOTTA, J. A. O.; CALVO, E. M.; FERREIRA, V. M.; CARVALHO, J. C.; CARVALHO, C. C.; SOUZA, C. R. P.; PIRES, E. A.; ROSA, G. M. V.; REIS, J. S.; ARAÚJO, J. N.; QUECE, K. E. Morcegos de Mambai e arredores, Goiás, Brasil. *Speleo Brasil 2001. 26° Brazilian Congresso f Speleology*, 2001.
- FEIJÓ, J. A.; LANGGUTH, A. Lista de quirópteros da Paraíba, Brasil com 25 novos registros. *Chiroptera Neotropical*, 2011. 17(2): 1055-1062.
- FERREIRA, R. L. & MARTINS, R. P. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology*, 1999. 12:231-252.
- FLORY, A. R.; KURMA, S.; STOHLGREN, T. J.; CRYAN, P. M. Environmental conditions associated with bat white-nose syndrome mortality in the north-easter United States. *Journal of applied Ecology*, 2012. 49: 680-689.
- GREGORIN, R.; CARMIGNOTTO, A. P.; PERCEQUILLO, A. R. Quirópteros do Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí, nordeste do Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 2008. 14(1): 366-383.
- GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 2005. 8: 993-1009.
- HANSEN, M.; DEFRIES, R. S.; TOWNSHEND, J. R. G.; CARROLL, M.; DIMICELI, C.; SOHLBERG, R. A. "Global Percent Tree Cover at a Spatial Resolution of 500 Meters: First Results of the MODIS Vegetation Continuous Fields Algorithm", *Earth Interactions*, 2003. 7(10): 1-15.
- HERD, R. M. *Pteronotus parnellii*. *Mammalian Species*, 1983. 209: 1-5.
- HERNANDEZ, P. A.; FRANKE, I.; HERZOG, S. K.; PACHECO, V.; PANIAGUA, L.; QUINTANA, H. L.; SOTO, A.; SWENSON, J. J.; TOVAR, C.; VALQUI, T. H.; VARGAS, J.; YOUNG, B. E. Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 2008. 17: 1353–1366.
- HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol*, 2005. 25: 1965-1978.
- HIJMANS, R.J.; GRAHAM, C. H. The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, 2006. 12: 2272-2281.

- HIRZEL, A. H.; HAUSSER, J.; CHESSEL, D.; PERRIN, N. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data? *Ecology*, 2002. 83: 2027-2036.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Sinopse do Censo 2010: Área Territorial Brasileira. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>. Acesso em: 18 jun 2013.
- JANSEN, D. C.; CAVALCANTE, L.F.; LAMBLÉM, H. S. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2012. 2(1): 42-57.
- LASSIEUR, S.; WILSON, D. E. *Lonchorhina aurita*. *Mammalian Species*, 1989. 347: 1-4.
- LATIMER, A. M.; WU, S.; GELFAND, A. E.; SILANDER Jr., J. A. Building statistical models to analyze species distributions. *Ecological Applications*, 2006. 16: 33-50.
- LUZ, J. L.; COSTA, L. M.; LOURENÇO, E. C.; ESBÉRARD, C. E. L. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) da Reserva Rio das Pedras, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 2011. 11(1): 95-101.
- KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In: KUNZ, T. H. *Ecology of bats*. New York: Plenum Press, 1982. p. 1-55.
- MARTINS, A. C. M.; BERNARD, E.; GREGORIN, R. Inventários biológicos rápidos de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em três unidades de conservação do Amapá, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2006. 23(4): 1175-1184.
- NECKEL, S.; TAVARES, V. C. Descrição e análise da fauna e flora da região do médio-baixo rio Xingu. Sub-programa Quirópteros (Mammalia: Chiroptera). 2008. Disponível em: **Erro! A referência de hiperlink não é válida.** Acesso em: 20 jun 2013.
- NOVAES, R. L. M.; SOUZA, R. F.; FELIZ, S.; SAUWEN, C.; JACOB, G.; AVILLA, L. S. New record of *Furipterus horrens* (Cuvier, 1828) (Mammalia, Chiroptera) from the Cerrado of Tocantins state with a compilation of the known distribution within Brazil. *Check List*, 2012. 8(6): 1359-1361.
- PEARSON, R. G.; RAXWORTHY, C. J.; NAKAMURA, M.; PETERSON, A. T. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal Biogeography*, 2007. 34: 102-117.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental, 3. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. p.7-23.
- PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Modell.* 2006. 190: 231-259.

- PHILLIPS, S. J.; DUDIK, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 2008. 31: 161–175.
- POL, A.; NOGUEIRA, M. R.; PERACCHI, A. L. Primeiro registro da família Furipteridae (Mammalia, Chiroptera) para o Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2003. 20(3): 561-563.
- RAHBK, C.; GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K.; ENTSMINGER, G.L.; RANGEL, T.F.L.V.B.; GRAVES, G.R. Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. *Proceedings of the Royal Society B*, 2007. 274: 165-174.
- REIS, N. R.; PERACCI, A. L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I. P. Mamíferos do Brasil. Londrina –PR: REIS, N. R.; PERACCI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P., 2011.
- ROBINSON, F. The bats of the Ilha de Maracá. In Maracá: the biodiversity and environment of an Amazonian Rainforest (J.A. Ratter & W. Milliken, eds.). John Wiley & Sons, London, 1998. p.165-188.
- SAMPAIO, E. M.; KALKO, E. K. V.; BERNARD, E.; RODRÍGUES-HERRERA, B.; HANDLEY Jr., C. O. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a topical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental*, 2003. 38(1): 17-31.
- SANTOS, C. M. Estudo Imuno-histoquímico das células endócrinas do tubo gastrintestinal de morcegos (Mammalia, Chiroptera). (Dissertação) Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007. P. 60
- SBRAGIA, I. A.; CARDOSO, A. Quiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) cavernícola da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 2008. 14 (1): 360-365.
- SILVA, G. S.; ANACLETO, T. C. S. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. *Chiroptera Neotropical*, 2011. 17(2): 1003-1012.
- SILVA, S. S. P.; GUEDES, P. G.; PERACCHI, A. L. Levantamento preliminar dos morcegos do Parque Nacional de Ubajara (Mammalia, Chiroptera), Ceará, Brasil. *Curitiba, Revista Brasileira de Zoologia*, 2001. 18 (1): 139-144.
- SILVA, J. P. A.; CARVALHO, A. R.; MOTTA, J. A. O. Fauna de Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavernas do bioma Cerrado na região de Indiará (Goiás). *Revista Brasileira de Zoociências*, 2009. 11(3): 209-217.
- SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2005. 2: 1-10.
- TADDEI, W. A.; UIEDA, W. Distribution and morphometrics of *Natalus stramineus* from South America (Chiroptera, Natalidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 2001. 91: 123-132.

- TAVARES, V. C.; AGUIAR, L. M. S.; PERINI, F. A.; FALCÃO F. C.; GREGORIN, R. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 2010. 16(1): 675-705.
- TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. A diversidade de morcegos no Brasil: lista atualizada com comentários sobre distribuição e taxonomia; p. 25-58. *In* S.M. Pacheco, R.V. Marques and C.E.L. Esbérard (org.). *Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Porto Alegre: Armazém Digital, 2008. 575p.
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1991. 7 (3): 383 - 407.
- TRAJANO, E.; MOREIRA, J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba, Pará. *Revista brasileira de Biologia*, 1991. 51(1):13-29.
- UIEDA, W.; SAZIMA, I.; STORTI-FILHO, A. Aspectos da biologia do morcego *Furipterus horrens*. *Revista Brasileira de Biologia*, 1980. 40(1): 59-66.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da Vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, 1991. 123p.
- VIEIRA, T. B.; MENDES, P.; OPREA, M. Áreas prioritárias para conservação de morcegos do Espírito Santo sob cenários atuais e futuros. *Neotropical Biology and Conservation*, 2012. 7(2): 88-96.
- VIZOTTO, L. D.; RODRIGUES, V.; DUMBRA, V. J. Sobre ocorrência e dados biométricos de *Pteronotus (Pteronotus) gymnotus* (Natterer, in Wagner, 1843), no Estado do Piauí (Chiroptera, Mormoopidae). *Rev. Nordest. Biol.* 1980. 3: 246-247.
- VOSS, R. S.; EMMONS, L. H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1996. 230: 1-115.
- WIENS, J. A.; STRALBERG, D.; JONGSOMJIT, D.; HOWELL, C. A.; SNYDER, M. A. Niches, models, and climate change: assessing the assumptions and uncertainties. *PNAS*, 2009. 17(106 - suppl. 2): 19729–19736.
- XIMENES, A. C.; AMARAL, S; ARCOVERDE, G. F. B.; MONTEIRO, A. M. V. Redes neurais para a seleção de variáveis ambientais no processo de modelagem de distribuição de espécies na região Norte do Brasil. *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Saneamento Remoto*, Natal, 2009. P. 5531-5538.
- XIMENES, A. C. Mapas auto-organizáveis para a identificação de ecorregiões do interflúvio Madeira Purus: uma abordagem da biogeografia ecológica. (Dissertação) Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2008. 155p.

ZORTÉA, M. Diversidade e organização de uma taxocenose de morcegos do cerrado brasileiro. (Tese) Ecologia de Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, 2001. 128p.

APÊNDICE 1 – Modelagem de Morcegos Cavernícolas com Maxent

Tabela abaixo contém os pontos de ocorrências utilizados na modelagem da distribuição potencial das espécies: La – *Lonchorhina aurita*; Fh – *Furipterus horrens*; Nm – *Natalus macrourus*; Pg – *Pteronotus gymnotus*; e Pp – *Pteronotus parnellii*.

Região	Estado	Localidade	Latitude	Longitude	La	Fh	Nm	Pg	Pp	Ref
Buíque	PE	G. Gato	-8.853573	-37.255525	X					1
D. Pastora	SE	G. Pedra Branca	-10.777141	-37.145346	X					1
F. Guerra	RN	G. Três Lagos	-5.593288	-37.687155	X					1
Goianésia	GO	L. Fuzil	-15.475846	-49.010234	X		X			1
Sonora	MS	G. Sumidouro	-17.612910	-54.835138	X					1
Unai	MG	G. Res. Malhadinha	-16.212234	-47.265565	X					1
Uruaçu	GO	G. Bibiana	-13.517139	-48.117125	X	X	X			1
C. Formoso	BA	T. Morrinho	-10.209096	-40.918145		X				1
C. Formoso	BA	T. Tiquara	-10.452656	-40.536515		X				1
C. Formoso	BA	T. Grotão	-10.216200	-40.972900		X				1
C. Formoso	BA	T. Gonçalo	-10.510567	-40.894684		X	X			1
C. J. Dias	PI	G. Inferno	-8.781859	-42.483352		X				1
Damianópolis	GO	G Rib. Dos Porcos	-14.518237	-46.142492		X	X			1
Dianópolis	TO	G. Alagada	-11.874704	-46.768996		X			X	1
Dianópolis	TO	PCH Boa Sorte	-11.657242	-46.705878		X				1
Itacaranbi	MG	G. Olhos d'Água	-15.117120	-44.167069		X				1
Buíque	PE	G Meu Rei	-8.580199	-37.267204			X	X		1
Cuiabá	MT	G. Aroe Jari	-15.613833	-55.499272			X			1
Sonora	MS	PCH PPE	-17.592954	-54.825510			X	X		1
P. Preta	RN	G. Guano	-5.139540	-35.908600			X			1
Serranópolis	GO	G. Diogo	-18.279095	-52.024600			X			1
Araripe	CE	G. Brejinho	-7.230723	-39.996902				X	X	1

Região	Estado	Localidade	Latitude	Longitude	La	Fh	Nm	Pg	Pp	Ref
Arinos	MG	G. Salobo	-15.487972	-46.221677				X		1
Cotriguaçu	MT	A. dos Morcegos	-8.559583	-58.535306				X	X	1
F. Guerra	RN	G. Urubu	-5.572946	-37.652542				X		1
Juruena	AM	Parna Juruena	-7.272404	-58.202193		X		X		1
Laranjeiras	SE	G. Urubu	-10.706541	-37.117046				X		1
Ourolândia	BA	T. dos Ossos	-10.930442	-41.057562				X	X	1
Sonora	MS	PCH PPE	-17.612999	-54.835369				X	X	1
Dianópolis	TO	Faz. Cannaã	-11.874700	-46.768987					X	1
Sonora	MS	PCH PPE	-17.610415	-54.832353					X	1
Sonora	MS	PCH PPE	-17.630336	-54.863365					X	1
Iporanga	SP	G. Jeremias	-24.640000	-48.703200		X				2
Iporanga	SP	G. Areia de Cima	-24.583809	-48.700458	X		X			2
Iporanga	SP	G. Santana	-24.533470	-48.702152			X			2
Alter do Chao	PA	Rio Tapajos	-2.5	-54.95				X	X	3
Paraiso	MS	Faz. Mimoso	-19.040833	-52.874166			X			4
Costa Rica	MS	Faz. Pouso Frio	-18.665278	-52.892778	X				X	4
P. Bernardo	GO	T. Gameleira	-15.483747	-48.050428	X	X				5
P. Bernardo	GO	G. das Orquídeas	-15.483747	-48.067128		X				5
Brasília	DF	G. Saúva	-15.546900	-47.866900			X			5
Brasília	DF	G. Barriguda	-15.512647	-48.124329		X				5
Brasília	DF	G. Dois Irmãos	-15.519847	-48.124629	X					6
P. Bernardo	GO	G. Morro	-15.450447	-48.150429	X				X	6
Brasília	DF	G. Moji	-15.560000	-47.822800		X				6
Brasília	DF	G. Água Rasa	-15.548100	-47.750300		X				6

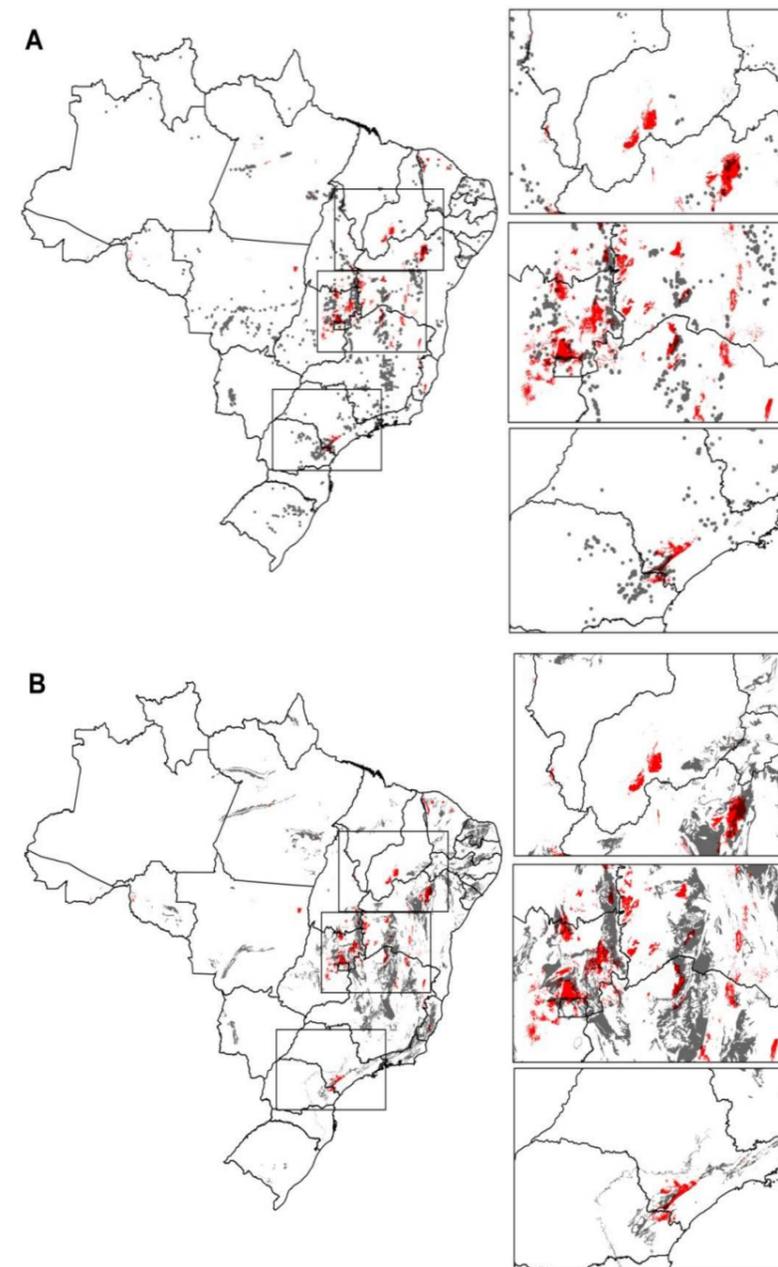
Região	Estado	Localidade	Latitude	Longitude	La	Fh	Nm	Pg	Pp	Ref
Brasília	DF	G. Muralha	-15.503045	-48.167591		X				6
Brasília	DF	G. D. dos Vampiros	-15.561400	-47.756900				X	X	6
Brasília	DF	G. Volks Club	-15.873458	-47.810306	X					6
Niquelândia	GO	C. da Lapa	-14.572942	-48.956232	X			X		7
Niquelândia	GO	L. Riacho Fundo	-14.474643	-48.334628	X					7
Niquelândia	GO	G. Babaçú	-14.009041	-48.292327				X		7
Formosa	GO	G. T. da Onça	-15.483476	-47.306596				X	X	8
C. do Brito	SE	C. Casa de Pedra	-10.834188	-37.450988	X					9
Coxim	MS	Serra Coxim	-18.589122	-54.803728	X					10
Saramandaia	MT	Saramandaia	-17.890389	-53.510842			X		X	10
Vista Bonita	MS	Vista Bonita	-17.973722	-53.644175			X		X	10
Pri. do Oeste	MT	PE N. Rio Taquari	-15.099497	-53.343747					X	10
Mineiros	GO	Parna das Emas	-18.254944	-52.884242				X	X	10
Araruana	PB	PE Pedra da Boca	-6.455858	-35.673907				X		11
São Luis	CE	RPPN S. das Almas	-5.141986	-40.616938					X	11
C. da Barra	ES	Flona Rio Preto	-18.355278	-39.844167		X				12
Mambaí	GO	L. R. das Pedras IV	-14.533288	-46.110710	X				X	13
Mambaí	GO	L. R. das Pedras I	-14.532268	-46.105514	X					13
Mambaí	GO	G. Judite	-14.407300	-46.195500	X	X	X		X	14
Mambaí	GO	G. Faz. Bananal	-14.363600	-46.208200			X			14
Mambaí	GO	L. da Lapa	-14.482056	-46.302906	X		X	X		14
Mambaí	GO	T. dos Ossos	-14.482100	-46.302900				X		14
Mambaí	GO	L. Faz. Extrema	-14.439963	-46.176553	X					14
Mambaí	GO	L. Faz. Buritizinho	-14.452252	-46.283072	X					14

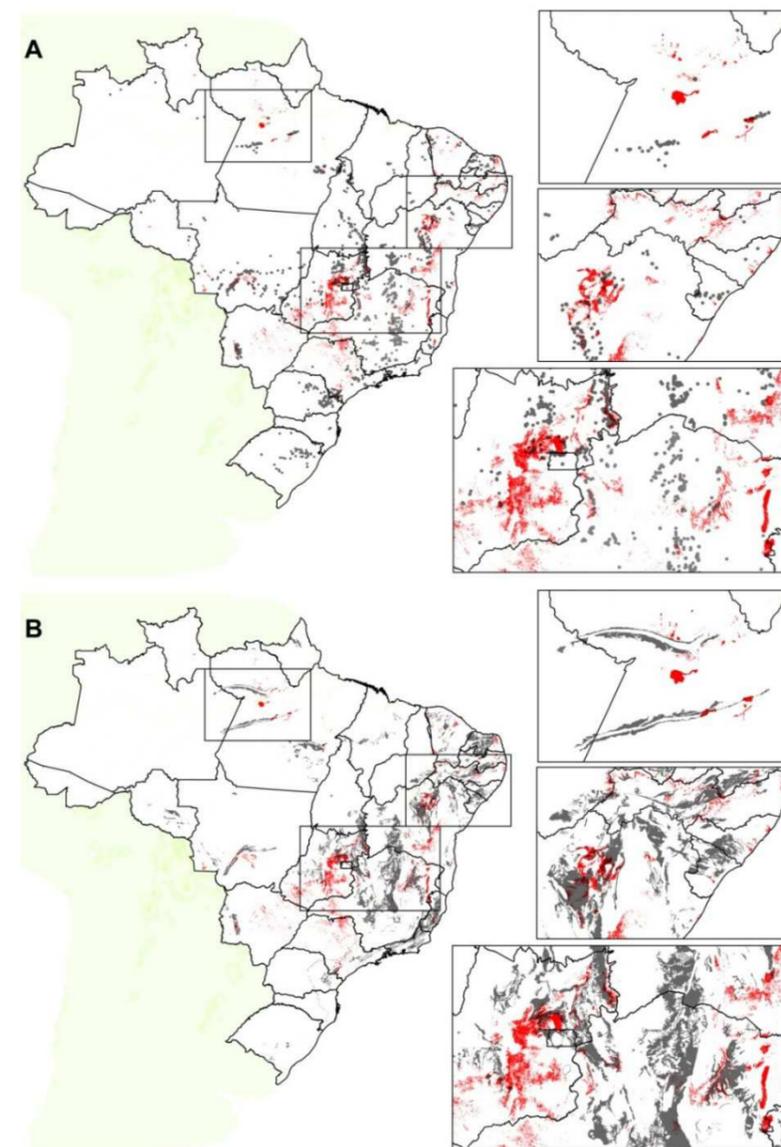
Região	Estado	Localidade	Latitude	Longitude	La	Fh	Nm	Pg	Pp	Ref
Mambaí	GO	G. Faz. Arroz	-14.455748	-46.152692	X					14
Ilha Grande	RJ	Ilha Grande	-23.211196	44.342666		X				15
Miracema	RJ	Paraíso do Tobias	-21.404444	-42.0675			X			16
João Pessoa	PB	C. da Onça	-7.166666	-34.916666			X			17
St. Terezinha	PB	St. Terezinha	-7.083333	-37.45	X					17
Caracol	PI	Parna S. Confusões	-9.220000	-43.497778		X				18
Rio de Janeiro	RJ	Res. Rio das Pedras	-22.990556	-44.100833	X					19
Igarapé Grande	AP	Flona Amapá	1.283633	-51.588819					X	20
Igarapé Grande	AP	Parna M. Tumucomaque	1.601528	-52.490278					X	20
Igarapé Grande	AP	Parna M. Tumucomaque	2.193397	-54.587658					X	20
A. do Tocantins	TO	G. do Moura	-12.5815	-46.516388		X				21
Rio de Janeiro	RJ	Praia da Sumaca	-23.286667	-44.528889		X				22
V. do Xingu	PA	C. Leon. da Vinci	-3.152341	-52.075452				X		23
Altamira	PB	C. Pedra da Cachoeira	-3.312288	-52.341538		X	X	X		23
V. do Xingu	PA	C. Kararaô	-3.140925	-51.818367				X		23
Ilha de Maracá	RR	Ilha de Maracá	3.416667	-61.666667	X			X	X	24
Altamira	PA	Rio Xingu	-3.65	-52.366667		X			X	24
Manaus	AM	Rio Solimões	-2.416667	-59.75				X	X	25
M. do Chapéu	BA	Abrigo da Vespa	-10.984028	-41.433744			X			26
Utinga	BA	G. Alto do Bonito	-12.038366	-41.169804			X			26
Nova Xavantina	MT	Bairo Flor de Liz	-14.666667	-52.333333					X	27
Ubajara	CE	G. de Ubajara	-3.834313	-40.899987		X				28
Indiara	GO	G. do Joel	-17.204350	-49.787143	X		X			29
Paraíso	MS	Paraíso	-19.05	-52.966667			X			30

Região	Estado	Localidade	Latitude	Longitude	La	Fh	Nm	Pg	Pp	Ref
Rio Verde de MT	MS	Rio Verde de MT	-18.983333	-57.8			X			30
Ipatinga	MG	Vale do Peruaçu	-19.496724	-43.544894	X					31
Itacarambi	MG	Vale do Peruaçu	-15.084700	-44.262600		X				31
Itacarambi	MG	G. do Carlucio	-15.086969	-44.261303		X				31
Curvelo	MG	Caverna	-19.816667	-43.966667			X			31
Medicelândia	PA	C. do Limoeiro	-3.538888	-52.785277			X			32
Iporanga	SP	Abismo da Chuva	-24.265965	-48.423126		X				33
Pres. Figueiredo	AM	Refúgio do Maroaga	-2.066667	-59.683333					X	33
Xingu	PA	Rio Xingu	-3.65	-52.383333			X			34
Serranópolis	GO	Pousada das Araras	-18.416667	-52.00					X	35
Medicelândia	PA	C. Planaltina	-3.377888	-52.575440	X		X	X	X	23/32

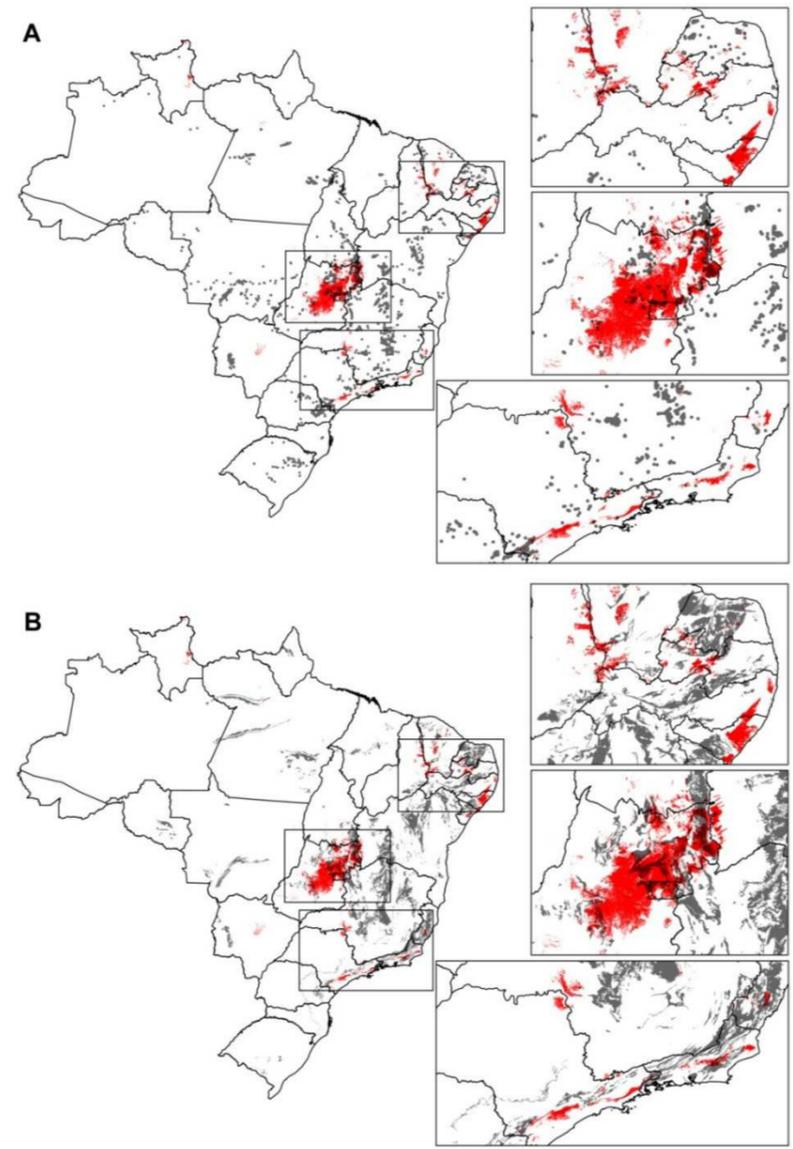
Referências (Ref): **1-** Presente estudo; **2-** Arnone, 2008; **3-** Bernard & Fenton, 2002; **4-** Bordinon, 2006; **5-** Bredt & Magalhães, 2006; **6-** Bredt et al., 1999; **7-** Bredt & Júnior, 1996; **8-** Chaves et al., 2012; **9-** Santos, 2007; **10-** Coelho, 2005; **11-** Cruz et al., 2005; **12-** Duda et al., 2012; **13-** Esbérard et al., 2001; **14-** Esbérard et al., 2005; **15-** Esbérard et al., 2006; **16-** Esbérard et al., 2010; **17-** Feijo & Langguth, 2011; **18-** Gregorin et al., 2008; **19-** Luz et al., 2011; **20-** Martins et al., 2006; **21-** Novaes et al., 2012; **22-** Pol et al., 2003; **23-** Neckel & Tavares, 2008; **24-** Robinson, 1998; **25-** Sampaio et al., 2003; **26-** Sbragia & Cardoso, 2008; **27-** Silva & Anacleto, 2011; **28-** Silva et al., 2001; **29-** Silva et al., 2009; **30-** Taddei & Uieda, 2001; **31-** Tavares et al., 2010; **32-** Trajano & Moreira, 1991; **33-** Trajano & Gnaspinni, 1991; **34-** Voss & Emmons, 1996; **35-** Zortéa, 2001.

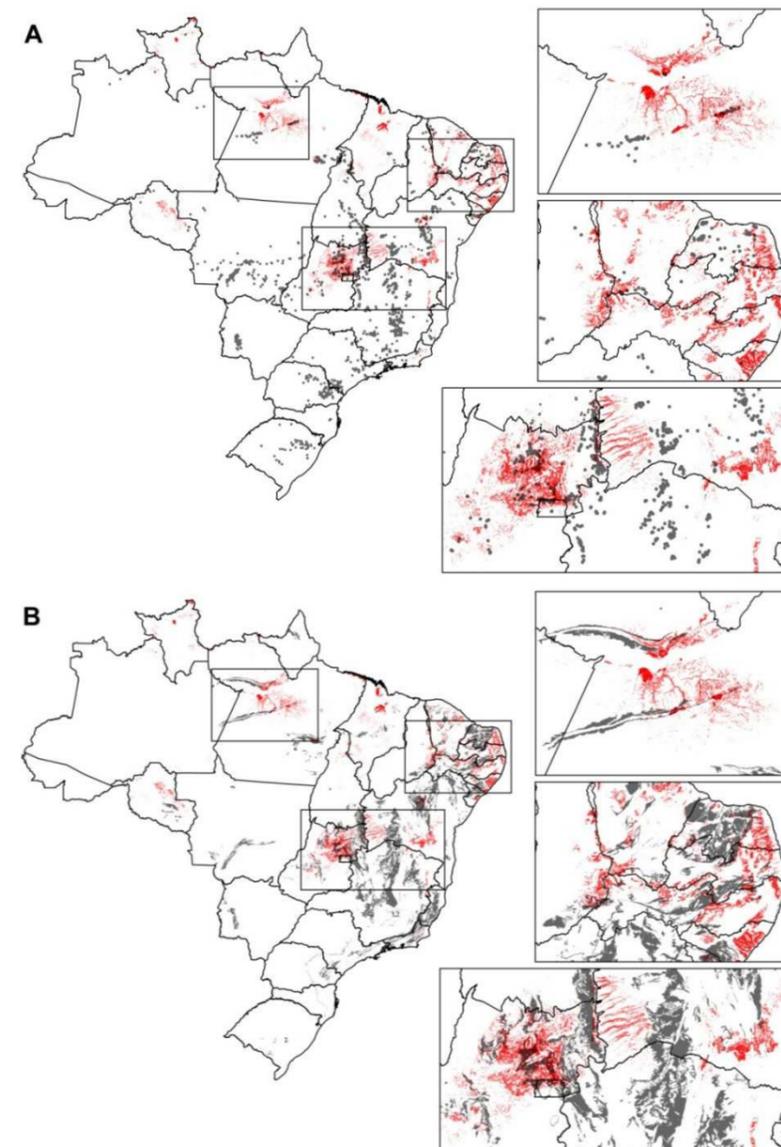
Abaixo, distribuição potencial com probabilidade de ocorrência acima de 70% para cinco espécies de morcegos cavernícolas (vermelho), elaborada por meio do Maxent, apresentando dois mapas do Brasil, o primeiro (A) ilustrando as 12.376 cavernas brasileiras registradas no CECAV (2014) em pontos preto com 40% de transparência e o outro (B) locais com potenciais de ocorrência de cavernas “Muito Alto e Alto” obtidos do Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil (Jansen et al., 2012), em preto com 60% de transparência. A representação total do Brasil está em escala 1 cm = 250 km e os três recortes dos locais mais representativos em escala 1 cm = 100 km.

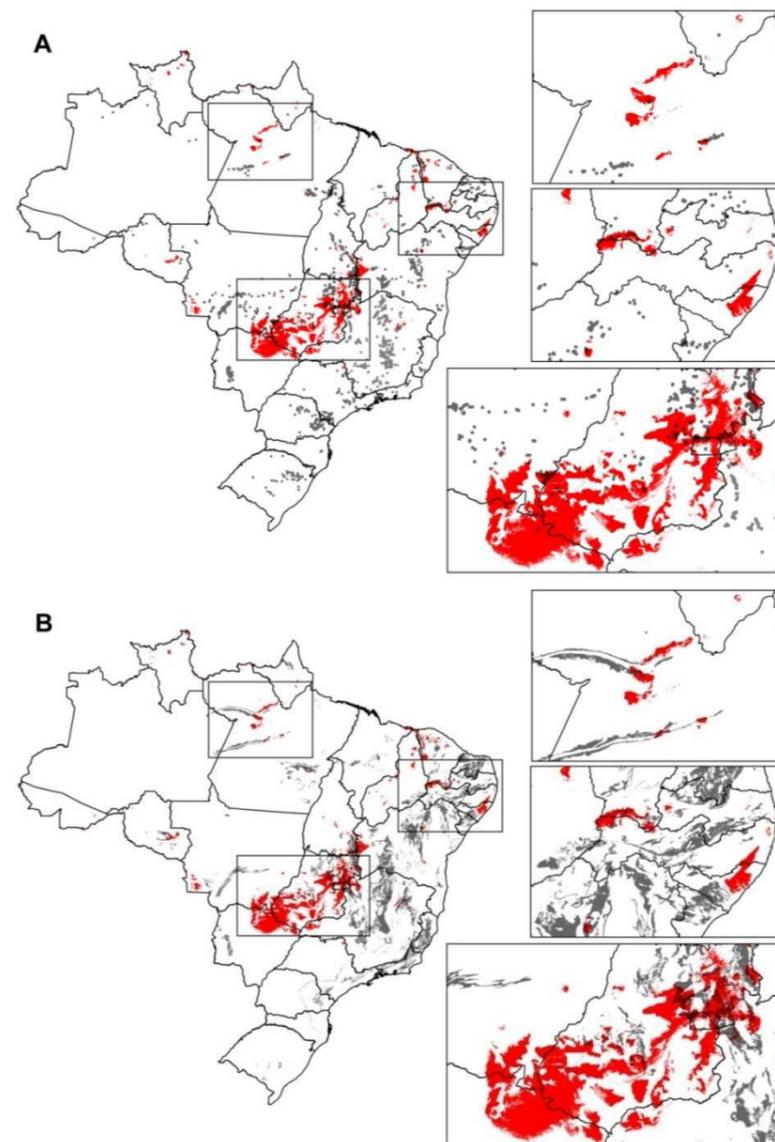
Distribuição potencial de *Furipterus horrens*

Distribuição potencial de *Natalus macrourus*

Distribuição potencial de *Lonchorhina aurita*



Distribuição potencial de *Pteronotus gymnonotus*

Distribuição potencial de *Pteronotus parnellii*

Manuscrito 3

Morcegos frugívoros em cavernas: dispersores de sementes ou importadores de recursos orgânicos?Maricélio de Medeiros Guimarães¹ e Rodrigo Lopes Ferreira¹¹Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Setor de Ecologia, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG.**RESUMO**

Os serviços ecossistêmicos prestados por morcegos, apesar de serem de extrema importância para o equilíbrio ambiental, são pouco reconhecidos. Dentre estes serviços, destaca-se a dispersão de sementes, a polinização, o controle de insetos noturnos e de vertebrados. Outra contribuição, pouco lembrada, é o aporte energético aos ecossistemas subterrâneos. Tal contribuição pode ser realizada por morcegos cavernícolas de diferentes dietas, especialmente nas regiões tropicais. No entanto, quando se trata de morcegos frugívoros que utilizam cavernas como abrigo, dois serviços passam a “competir”: se os morcegos defecam fora da caverna, estão agindo como bons dispersores; se estiverem defecando no interior da caverna, atuam como importadores de nutrientes para estes sistemas. Nesta perspectiva, o presente trabalho teve como principal objetivo determinar a contribuição ecológica do morcego *Artibeus planirostris*, que se abrigam na Toca do Morrinho, com relação à dispersão de sementes e ao aporte energético. Para tanto, foi determinada experimentalmente, por meio de catifeiro instalado no interior da caverna, a quantidade total de guano produzida por um morcego, que por sua vez foi comparada à quantidade depositada no interior da caverna. *Artibeus planirostris* utilizou 11 espécies vegetais, consumindo frutos e folhas. Esses morcegos depositam cerca de 10% de suas fezes no interior da caverna, que contém em média 27 sementes morcego/dia, representando importante fonte de energia ao ecossistema subterrâneo, entretanto, essas sementes depositadas em regiões afóticas não completam seu desenvolvimento em função da ausência de luz, configurando uma interação

antagônica, pois, não há benefícios para a planta. A maior parte das fezes (90%) e das sementes é depositada fora da caverna e, como a passagem pelo trato digestivo dos morcegos não inviabiliza a germinação, conclui-se que *A. planirostris* é uma excelente dispersora.

Palavras-chave: Chiroptera; Ecossistema subterrâneo; Serviços ecossistêmicos.

Fruit bats in caves: seed dispersers or importers of organic resources?

ABSTRACT

The ecosystem services provided by bats, although they are of extreme importance for environmental balance, are poorly recognized. Among these services, there is seed dispersal, pollination and control of nocturnal insects and vertebrates. Another contribution, little remembered, is the energy contribution to the subterranean ecosystems. Such a contribution can be made by cave bats of different diets, particularly in tropical regions. However, when it comes to fruit bats using caves as shelter, two services will "compete": if bats defecate outside the cave, they are acting as good dispersers; if defecating inside the cave, they act as importers of nutrients to these systems. In this perspective, the present study aimed to determine the ecological contributions of fruit bats, *Artibeus planirostris*, that shelter in the Toca do Morrinho, with respect to seed dispersal and energy contribution. Therefore the total amount of guano produced by a bat was determined in captivity by means of an experiment installed inside the cavern. That guano amount was in turn compared to the amount deposited in the interior of the cavern. *Artibeus planirostris* used 11 plant species, consuming fruits and leaves. Such bats deposit, inside the cave, about 10% of their feces, which contains about 27 seeds bat/day, representing an important source of energy for the subterranean ecosystem. However, seeds deposited in these

aphotic regions do not complete their development due to the absence light, setting up an antagonistic interaction, since there are no benefits to the plant. Most of the feces (90%) and seeds are deposited outside the cave, and as the passage through the digestive tract of bats does not prevent germination, it is concluded that *A. planirostris* is an excellent disperser.

Keywords: Chiroptera; Subterranean ecosystem; Ecosystem services.

1 INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos realizados por animais são essenciais para o bom funcionamento do habitat (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Os morcegos atuam em todas as categorias de serviços ecossistêmicos (Ghanem e Voigt 2012), porém, sua contribuição é pouco reconhecida (Kunz et al. 2011; Boyles et al. 2011). Esse fato ocorre devido ao desconhecimento sobre a importância deles para o equilíbrio ambiental, que se encontra associada, principalmente, à diversidade de hábitos alimentares desses animais (Bredt et al. 2012).

Segundo Fenton et al. (1992), os principais serviços ecossistêmicos prestados pelos morcegos são: a dispersão de sementes, a polinização e o controle das populações de insetos noturnos e de vertebrados. No entanto, um serviço pouco lembrado é o aporte energético, já que muitas espécies de morcegos contribuem para a manutenção de ecossistemas cavernícolas por meio da importação de guano e de suas próprias carcaças (Poulson 1972; Bernath e Kunz 1981). Os morcegos compreendem os principais e mais abundantes vertebrados que utilizam cavernas como abrigo permanente (Kunz 1982). Assim, especialmente em cavernas permanentemente secas, estes organismos representam os principais agentes importadores de matéria orgânica.

Morcegos frugívoros desempenham um importante papel na dispersão de sementes nas regiões neotropicais e são representados no Brasil por 57 espécies (Bredt et al. 2012). Dentre estas, 80% já foram registradas utilizando cavernas como abrigo (Trajano 1984, 1987, 1995; Trajano e Gnaspini-Netto 1991; Gnaspini e Trajano 1994; Pinto-da-Rocha 1995; Bredt et al. 1999; Esbérard et al. 2005; Sbragia e Cardoso 2008). Tais espécies certamente depositam parte do guano que produzem nestas cavernas, contribuindo, assim, para o aporte energético destes sistemas.

Algumas espécies de morcegos utilizam principalmente cavernas como abrigo diurno (Gardner 1977) enquanto outras as utilizam de forma oportunista, o que parece ser o caso de *Artibeus planirostris*, já que esta espécie raramente é registrada em inventários realizados em cavernas. No Brasil, indivíduos desta espécie nunca foram registrados em cavernas da Amazônia (Pinto-da-Rocha 1995), Cerrado (Campanhã e Fowler 1993; Almeida et al. 1998; Trajano e Gimenez 1998; Bredt et al. 1999; Esbérard et al. 2005) e Mata Atlântica (Trajano 1984; Esbérard et al. 1998). Entretanto, na Caatinga, esta espécie já foi registrada em quatro cavernas (Gregorin e Mendes 1999; Coelho 2006; Sbragia e Cardoso 2008). Vale ressaltar que espécies do gênero *Artibeus* apresentam todas as características de importante dispersor: amplo deslocamento, curta permanência das sementes no trato digestivo e número elevado de sementes dispersas (Morrison 1978; Passos e Passamani 2003).

Artibeus planirostris (Spix, 1823) é um morcego de porte médio com peso variando entre 40 e 69 g e antebraco medindo entre 62 e 73 mm (Hollis 2005). Possui dieta preferencialmente frugívora, complementada com folhas, recursos florais e insetos (Zortéa 2007), sendo, como as demais espécies deste gênero, consideradas ótimas dispersoras de sementes (Oliveira e Lemes 2010). Distribui-se do sul da Venezuela e leste dos Andes até o norte da Argentina, com registros na Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana,

Paraguai, Peru e Suriname (Barquez e Diaz 2008). Sua localidade-tipo é Salvador (Bahia, Brasil), ocorrendo em todos os estados brasileiros, excetuando-se SC, RS e TO (Coelho 2006; Reis et al. 2011). Frequentemente utiliza copas de árvores como abrigo, como as outras espécies deste gênero, embora possa ser encontrada em cavernas (Gregorin e Mendes 1999; Coelho 2006; Sbragia e Cardoso 2008).

A dispersão de sementes e a polinização são interações morcego/planta que conferem benefícios a ambos, enquadrando-se na categoria do mutualismo (Jordano et al. 2006). Entretanto, o consumo de sementes e de folhas não confere benefício para a planta, representando uma interação antagônica (Zortéa e Mendes 1993; Nogueira e Peracchi 2003). Outra interação antagônica ocorre quando morcegos frugívoros utilizam cavernas como abrigo (Fadini e Castro 2013). Nestes casos parte das sementes são depositadas em regiões afóticas no interior das cavernas e, mesmo que germinem e iniciem seu desenvolvimento (graças às reservas nos cotilédones), não conseguem completar seu desenvolvimento em função da ausência de luz.

Considerando o anteriormente exposto, salienta-se que quando morcegos frugívoros abrigam-se em cavernas, dois serviços ecossistêmicos passam a “competir”: se os morcegos defecam fora da caverna, estão agindo como bons dispersores; se estiverem defecando no interior da caverna, atuam como importadores de nutrientes para estes sistemas. Nesta perspectiva, o presente trabalho teve como principal objetivo determinar a contribuição ecológica de morcegos frugívoros, *Artibeus planirostris*, que se abrigam em uma caverna, com relação à dispersão de sementes e o aporte energético ao sistema subterrâneo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na caverna Toca do Morrinho ($40^{\circ}55'05''\text{W}$ e $10^{\circ}12'33''\text{S}$), situada a uma altitude de 600 m, no município de Campo Formoso – Bahia/Brasil (Fig. 1), durante a estação do verão, de janeiro a fevereiro de 2013.

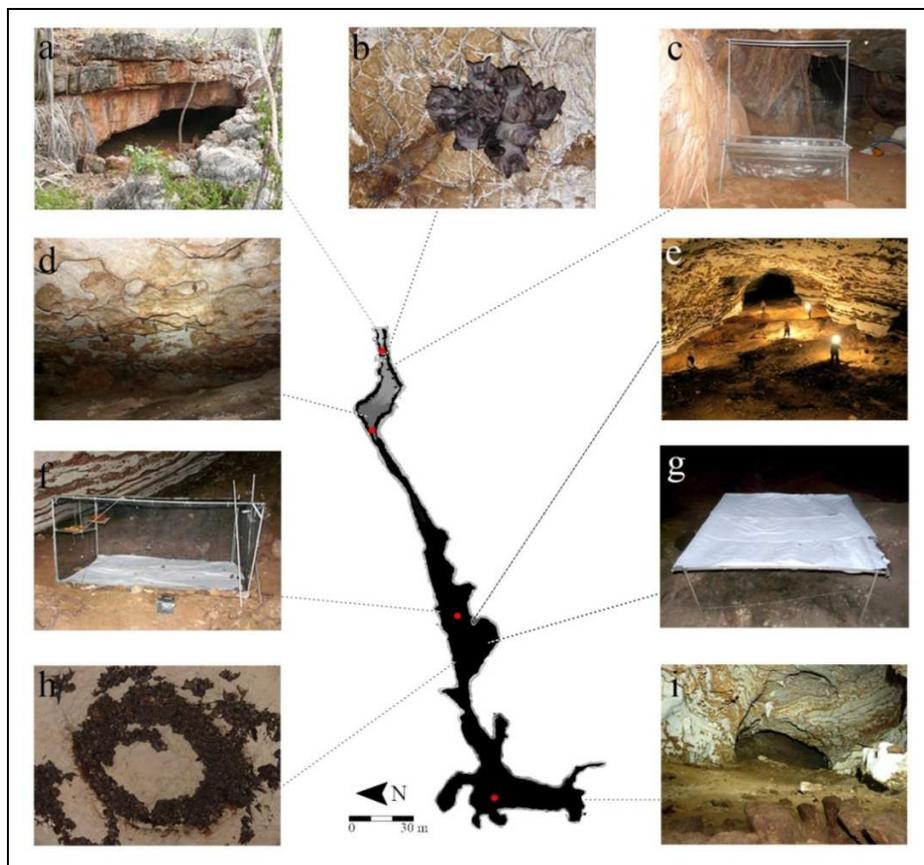


Figura 1. Planta baixa da caverna Toca do Morrinho, Campo Formoso, Bahia, Brasil (modificada de Ferreira et al. 2007) e imagens ilustrativas: (a) entrada; (b) morcegos *Artibeus planirostris* no salão I; (c) *harp traps*; (d) salão II; (e) salão III; (f) cativeiro; (g) suporte para coleta de guano-experimento aporte energético; (h) morcegos *A. planirostris*; (i) salão IV; e os pontos vermelhos representam termohigrômetros.

A vegetação em torno da caverna é formada principalmente por espécies caducifólias, comuns no bioma Caatinga (Ferreira et al. 2007). O clima da região é tropical semiárido quente “Köppen-Geiger – BSh” (Kottek et al. 2006) com temperaturas médias elevadas (27°C) e precipitação média anual próxima a 500 mm, refletindo períodos curtos de chuvas e longos de estiagem (Bahia 2004). A caverna inserida em dolomitos do grupo UNA, possui uma única entrada que dá acesso aos seus 475 metros de projeção horizontal (Fig. 1). Configura-se, basicamente, em três salões de amplas dimensões com teto alto e um conduto em teto baixo (salão II). Morcegos frugívoros (*A. planirostris*) abrigam-se no primeiro e terceiro salões há quase duas décadas (Rodrigo Ferreira, com. pess.).

2.2 Cativeiro

Objetivando mensurar o peso total de guano produzido diariamente por um morcego, o experimento de cativeiro teve duração de 16 dias (18 de janeiro - 02 de fevereiro de 2013), resultando em 15 amostras-dia (24 horas) de guano depositado por *A. planirostris* em condições ótimas de disponibilidade de alimento. Esta informação é de fundamental importância para a determinação da real contribuição dos morcegos frugívoros cavernícolas em relação aos serviços ecossistêmicos que realizam fora e dentro da caverna.

Primeiramente, foram avaliadas as condições climáticas dos possíveis locais para a instalação do cativeiro. Foram utilizados cinco termohigrômetros programados para registrar a temperatura e umidade relativa do ar (UR) a cada 30 minutos. Destes, quatro foram instalados na caverna (Fig. 1c, d, e, i), e um instalado no interior de uma casa abandonada, fora da caverna, local também inicialmente considerado como potencial para instalação do cativeiro. O estabelecido do cativeiro deve ser em uma área com microclima mais próximo possível do local de repouso utilizado pelos morcegos (no segundo salão), assim,

um termohigrômetro foi instalado próximo à colônia em questão, servindo como base na escolha do local.

A temperatura e a UR foram monitoradas durante 13 dias (05 – 17 de janeiro de 2013). A temperatura permaneceu mais estável, fora da caverna 23,13°C ($\pm 0,56$); e nos salões: I= 23,06°C ($\pm 0,59$); II= 21,07°C ($\pm 0,89$); III= 26,9°C ($\pm 0,04$); e IV= 26,7°C ($\pm 0,04$), enquanto a UR variou bastante, fora da caverna 60,68% ($\pm 12,93$); e nos salões: I= 61,1% ($\pm 11,78$); II= 79,46% ($\pm 13,69$); III= 84,5% ($\pm 0,96$); e IV= 99,1% ($\pm 1,03$). Assim, o mais próximo ao salão III (onde a colônia se localiza) foi o IV, contudo, por possuir uma maior UR e as condições dos demais lugares serem mais distintas ainda, optou-se pela instalação do cativeiro no próprio salão III, porém distando ao máximo da colônia pré-existente.

O cativeiro foi construído com canos de alumínio de 1,5 polegadas de diâmetro e tela plástica para viveiros. Para possibilitar as atividades de voo, o cativeiro foi dimensionado em 3,0 x 2,0 x 1,6 m (comprimento x largura x altura) (Fig. 2a, b). Atividades de voo foram consideradas essenciais para o experimento, que visou se aproximar das condições regulares de atividade dos morcegos.

Os morcegos submetidos ao cativeiro foram capturados por meio de armadilhas, rede-de-neblina e armadilha de fio (*harp trap*), instaladas no interior da caverna, em dois eventos de captura. O primeiro, ocorrido em 18 de janeiro de 2013 resultou na seleção de 14 indivíduos, que foram acondicionados no cativeiro. No entanto, no quarto dia de cativeiro, dois morcegos fugiram. Assim, procedeu-se uma segunda captura realizada no dia 25 de janeiro de 2013, durante a qual quatro indivíduos foram selecionados. Desta forma, o cativeiro se iniciou com 14 morcegos (12 machos e 2 fêmeas), mas continha 16 (14 machos e 2 fêmeas) na etapa final do experimento. Para o experimento foram utilizados somente morcegos adultos e a baixa quantidade de fêmeas selecionadas se deveu

ao fato de a maioria capturada estar grávida (5) ou lactante (15) durante o período de estudo.

A região alvo deste estudo vem enfrentando o pior período de seca dos últimos 50 anos (CNM 2013). Desta forma, não foram encontrados frutos silvestres em quantidade suficiente para alimentar os morcegos em cativeiro. Frutos foram somente encontrados em *Ficus gomelleira* Kunth & C.D.Bouché (figueira) e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba). Assim, a dieta dos morcegos em cativeiro consistiu basicamente de frutos adquiridos nas feiras locais e nos quintais dos moradores como *Mangifera indica* L. (manga), *Psidium guajava* L. (goiaba), *Musa* sp. (banana), *Solanum lycopersicum* Lam. (tomate) e *Malus* sp. (maçã). Foram disponibilizados no mínimo 50 g de alimento por indivíduo/dia, em recipientes colocados acerca de 1,2 m de altura do solo (Fig. 2b), durante o período de maior atividade dos animais (das 18 às 06 h). A água potável foi disponibilizada *Ad libitum* durante todo o experimento.

O guano foi recolhido diariamente por meio de suportes, forrados com lençol de papel descartável de fibras naturais (Fig. 2a), onde o guano permaneceu retido ao longo de 24 horas (amostra-dia). O guano foi pesado com o auxílio de balanças Pesola® de 50 g (precisão 0,5 g) ou 100 g (precisão de 1 g), ainda úmido no interior da caverna, e após ser desidratado no laboratório em estufa a 60 °C por um período de 48 horas. O resultado obtido na amostra-dia foi dividido pelo número de morcegos responsáveis pela deposição, para obtenção do valor médio de guano produzido diariamente por um único morcego.

A adaptação dos morcegos ao cativeiro foi analisada pelo monitoramento do peso a cada 5 dias e por meio de filmagem com câmera de infravermelho. As gravações foram analisadas por amostragem de todas as ocorrências “*all occurrence sampling*” (Del-Claro 2002), com observações do comportamento durante as atividades corriqueiras como movimentação (voos), alimentação e interações entre os indivíduos.

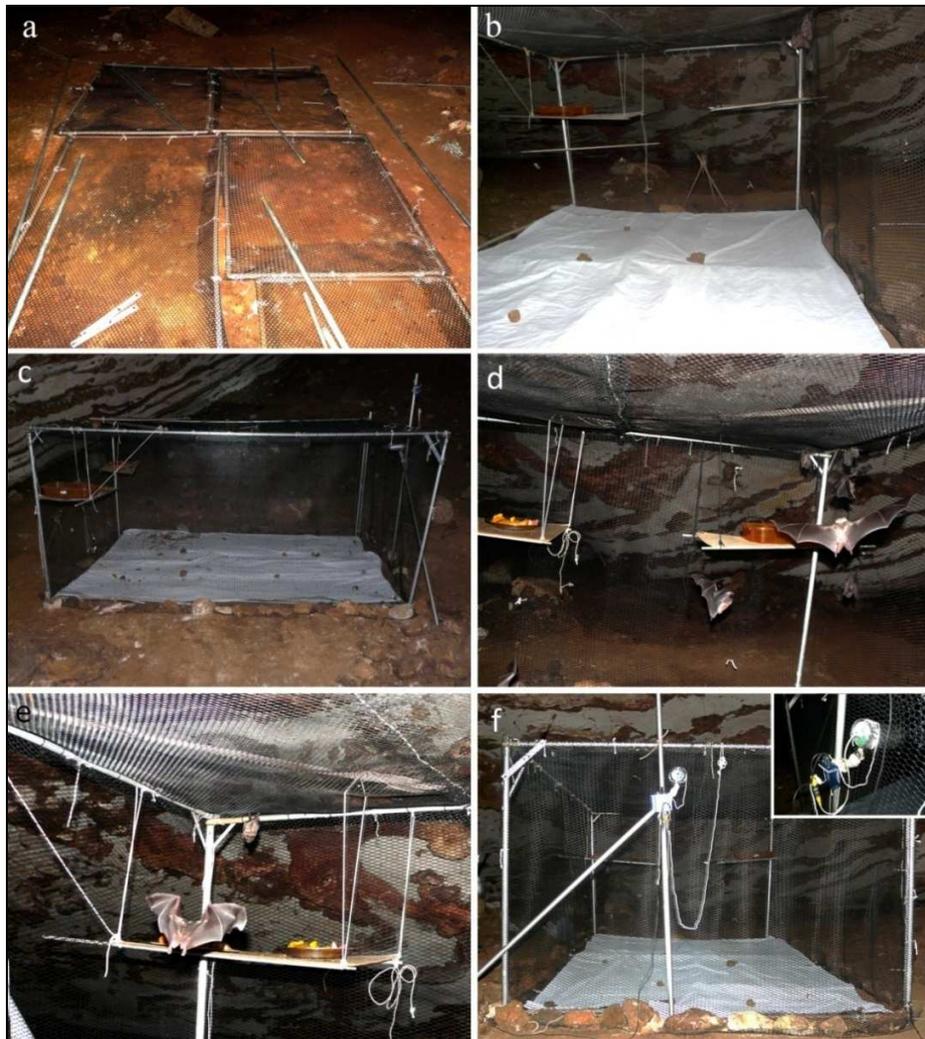


Figura 2. Cativeiro instalado na Toca do Morrinho: (a) montagem do recinto com comprimento de 3 m, largura 2 m e altura 1,6 m; (b) recinto período diurno, papel para coleta do guano sem deposição; (c) recinto período noturno, papel contendo guano e restos alimentares; (d) morcegos *Artibeus planirostris* cativos voando no interior do recinto e recipientes contendo água e alimentação (ao fundo); (e) morcegos alcançando os recipientes contendo alimento; (f) filmagem de *A. planirostris* em cativeiro.

2.3 Aporte Energético

Para determinar o aporte energético de guano para a caverna foi quantificado, diariamente, o peso médio de guano depositado por indivíduos da *A. planirostris*, durante 29 dias (05 janeiro a 02 fevereiro de 2013), resultando em 28 amostras-dia (24 horas) de guano depositado no interior da Toca do Morrinho (Tabela 2). A coleta do guano ocorreu por meio de suportes feitos de cano de PVC forrados com lençol de papel descartável de fibras naturais (Fig. 3a, b), instalados abaixo da colônia alvo do estudo, representando a amostra-dia (24 horas). A colônia utilizou cinco diferentes pontos do salão III, o mais amplo da caverna. Os indivíduos permaneceram juntos na maior parte do tempo, mas também se dividiram em dois ou três agrupamentos posicionados em locais distintos e, nestes casos, apesar de cada agrupamento ser amostrado separadamente, os valores (peso de guano e número de morcegos) foram somados configurando uma mesma amostra-dia.

O guano era recolhido por volta das 06 h, pesado, identificado com o dia e hora e acondicionado em sacos de papel. Posteriormente, cada amostra foi vistoriada à procura de sementes, que foram separadas com auxílio de pinça e acondicionadas em papel vegetal. Em laboratório, o guano foi colocado em estufa a 60 °C por um período de 48 horas, para determinar o peso seco. As sementes, por sua vez, passaram por triagem, sendo separadas segundo suas características morfológicas, contadas e pesadas. O peso da amostra de sementes foi incorporado ao valor do guano seco. O guano (úmido/seco) foi pesado com o auxílio de balanças Pesola® de 50 g (precisão 0,5 g) ou 100 g (precisão de 1 g) e as sementes com balança analítica de precisão (0,0001 g).

O número de morcegos adultos presentes no agrupamento foi avaliado antes das atividades de retirada e reposição do papel (Fig. 3a), por meio de registro fotográfico (Fig. 3c). As fotos foram tratadas utilizando o *software* de

processamento e análise de imagem para realizar a contagem exata do número de indivíduos responsáveis pela deposição do guano (Fig. 3d). Assim, a quantidade média de guano depositado diariamente por cada morcego no interior da caverna, foi obtida dividindo o peso diário de guano pelo número de morcegos responsáveis pela deposição. Além do guano, foi registrada a presença de carcaças dos morcegos (Fig. 3b) e de folhas que eles carregam para a caverna (Fig. 5).

A filmagem foi realizada utilizando uma câmera filmadora com infravermelho da marca CCD Camera modelo color CVC-3221D (Fig. 3e), registrando as atividades de dois agrupamentos. Em cada evento foram registradas continuamente cerca de 12 horas, para amostrar todo período noturno (18 às 6 h) visando analisar o “padrão de atividade noturna”, o tempo em que os morcegos permanecem fora do alcance das filmagens foi considerado como o morcegos estando fora da caverna. As gravações foram analisadas por amostragem instantânea “*snapshots*” (Del-Claro 2002), registrando o número de morcegos e as atividades de saída e retorno ao agrupamento. A cada 30 min de filmagem, foram assistidos 5 min e as informações apresentadas em padrões de uma hora, configurando 12 horas de amostragem.

As filmagens da colônia totalizaram 40 horas de gravação, das quais foi possível aproveitar 24 horas de gravações noturnas (das 18 às 06 h) na elaboração de padrões de atividade de permanência dos morcegos de dois agrupamentos da Toca do Morrinho, sendo às 12 horas do grupo I realizadas em 06 de janeiro de 2013 e às do grupo II das 18 às 00 h no dia 15 e das 00 às 06 h no dia 17, em janeiro de 2013.

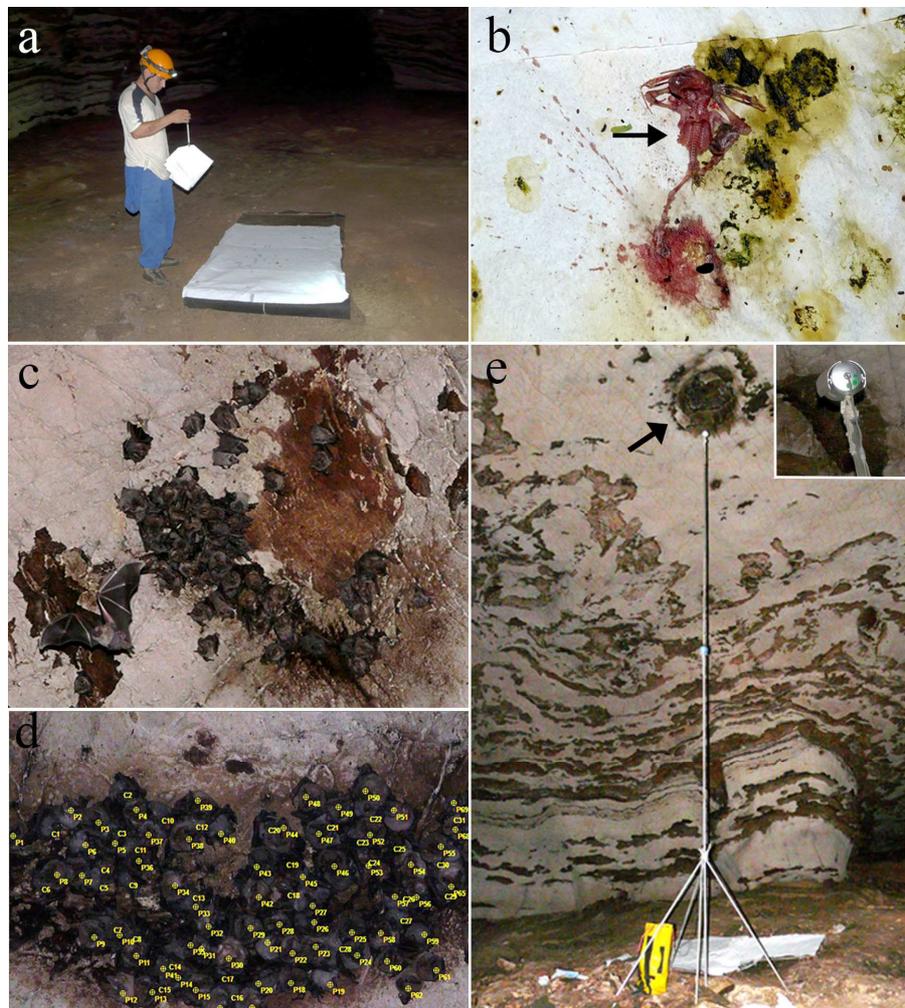


Figura 3. Pesquisa sobre o aporte energético da Toca do Morrinho: (a) suporte para coleta de guano; (b) carcaça de morcego *Artibeus planirostris* (seta); (c) colônia alvo de estudo; (d) contagem dos morcegos pelo Image-Pro Plus; (e) filmagem da colônia de *A. planirostris* (seta), no detalhe a filmadora.

2.4 Dispersão de Sementes

Para analisar a dispersão de sementes, foi determinada a quantidade de guano depositado fora da caverna, subtraindo o valor quantificado como aporte energético do resultado obtido em cativeiro. A quantidade de sementes foi calculada a partir do número médio de sementes presentes no guano depositado na caverna (ver tópico “aporte energético”), estimando valores para o cativeiro e para a dispersão de sementes. Considerando que os dois principais serviços ecossistêmicos prestados pelos morcegos, neste estudo, são o aporte energético para a caverna e a dispersão de sementes, a contribuição para cada um destes serviços foi calculada em termos percentuais para os dados tratados pelo índice de correção.

Devido às condições de abundância alimentar e voo restrito, os morcegos poderiam ter um acréscimo de peso, possivelmente devido à uma maior ingestão de alimentos e menor gasto metabólico. Alternativamente, poderia haver uma diminuição de peso devido ao estresse do cativeiro. Desta forma, visando corrigir problemas decorrentes destes fatores, foi calculado um índice de correção da quantidade de guano produzido pelos morcegos mantidos em cativeiro. Assim, a partir da diferença entre o peso médio relativo dos morcegos (antebraço dividido pela massa corporal) antes e após o cativeiro, transformado para porcentagem, foi determinada a taxa de acréscimo ou diminuição de massa corporal, sendo este valor também considerado na taxa de defecação.

Para estudar a viabilidade das sementes após a passagem pelo trato digestivo dos morcegos, foram realizados testes de germinação. As sementes foram obtidas em quatro fontes distintas: *i*) a partir da coleta do guano dos morcegos na caverna durante o experimento de aporte energético; *ii*) de frutos disponibilizados no cativeiro (controle); *iii*) de sementes do guano e do bagaço oriundas de frutos utilizados pelos morcegos no cativeiro; e *iv*) de fezes

presentes em folhas na vegetação próximas à caverna. As sementes encontradas pertenciam a cinco espécies: *Ficus gomelleira*, *Ficus* sp., *Solanum* sp., Fabaceae sp., *Aechmea* sp.. O número de sementes obtidas para o teste de germinação foi variável, de acordo com a quantidade encontrada no guano.

Para *F. gomelleira* foi realizado um teste de germinação no qual foi comparada a porcentagem de germinação de sementes obtidas em cinco fontes distintas: *i*) do guano de morcegos da caverna (experimento de aporte energético); *ii*) de sementes encontradas em fezes depositadas nas folhas da vegetação próxima à caverna e *iii*) de sementes do guano dos morcegos cativos; do *iv*) semente do bagaço dos morcegos cativos; e *v*) sementes oriundas de frutos disponibilizados aos morcegos do cativeiro. Essas últimas utilizadas como tratamento controle, foram retiradas diretamente de metade da parte dos frutos desta espécie, cuja outra metade, foi oferecida como alimento no cativeiro e representam os tratamentos *iii* e *iv*. Cada tratamento foi composto por quatro repetições contendo 40 sementes cada, totalizando 800 sementes.

Para *Solanum* sp., a grande quantidade de sementes encontrada no guano dos morcegos da caverna ao longo dos 29 dias (60.678 sementes), favoreceu a realização de cinco tratamentos, representado por diferentes datas de amostragem, a saber: 5; 10; 15; 20; e 30 de janeiro de 2014. Cada tratamento foi constituído por quatro repetições com 40 sementes cada, totalizando 800 sementes.

As demais sementes foram amostradas em baixo número, Fabaceae sp. (15), *Ficus* sp. (17) e *Aechmea* sp. (26), e mesmo não sendo possível realizar o teste, foram colocadas para germinar para possibilitar a identificação taxonômica das mesmas.

As sementes foram distribuídas em caixas tipo gerbox transparente com tampa (25 x 25 x 2 cm), forradas com duas folhas de papel filtro, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada diariamente. O experimento foi

conduzido em germinador com luz contínua e temperatura constante de 28 ± 2 °C. A avaliação da germinação foi realizada diariamente até 60 dias da sementeira. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram a emissão de no mínimo 2 mm de radícula (Lima-Borges e Rena 1993) e monitoradas até emissão da parte aérea. A partir destes dados foi calculada a porcentagem de germinação (Labouriau 1983) e o índice de velocidade de germinação - IVG (Maguire 1962), seguidos do respectivo desvio padrão. Posteriormente, foram plantadas em recipiente contendo terra vegetal para crescimento e identificação taxonômica.

Para *Solanum* sp. e *Ficus gomelleira* o experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), os expressos em porcentagem foram previamente transformados segundo arco-seno $(x/100)^{0,5}$, e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do programa Sisvar (Ferreira 2011).

3 RESULTADOS

3.1 Cativoiro

A quantidade de guano produzida pelos morcegos mantidos em cativoiro foi variável (Tabela 1). O número de morcegos monitorados foi em média 14,7 ($\pm 1,64$) e produziram um total de 1.552 g de guano úmido, representando 752,9 g de matéria seca. Cada morcego depositou diariamente, em média, 7,16 g ($\pm 3,15$) e 3,41 g ($\pm 1,93$) de guano úmido/seco, respectivamente durante o cativoiro. A diferença média observada entre o guano úmido e seco ($53,7 \pm 16,08\%$), não corresponde apenas à umidade presente no guano, mas à umidade

total depositada pelos morcegos, devido à urina também ficar retida nos papéis (Tabela 1).

Foi consumido um total de 8.286 g de frutas ao longo do experimento, sendo (em gramas): 2.835 de mamão; 2.694 de banana; 1.960 de manga; 511 de figo; 139 de goiaba; 119 de tomate; 28 de algaroba - *Prosopis juliflora*. Em média cada morcego consumiu 36,51 g (\pm 8,53) por dia dos frutos disponibilizados durante o cativeiro (Tabela 1), valor próximo ao peso médio da espécie *A. planirostris* (36,41 \pm 5,23 g), considerando os capturados neste estudo.

Tabela 1. Análise da dieta e do guano depositado por *Artibeus planirostris* em experimento de cativeiro. Apresentando o número de indivíduos monitorados no experimento (Mor), o peso (g) do guano úmido (*in loco*) e seco (desidratado em estufa) seguidos da média em relação ao número de morcegos, média úmido (Mum) e média seco (Mse), a diferença percentual de umidade do peso úmido/seco (Um %) e o peso (g) de frutos consumidos (Cons), seguido da média em relação ao número de morcegos (Mcon).

Dia	Mor	Guano de <i>Artibeus planirostris</i> em cativeiro					Dieta/Frutos	
		Úmido	Mum	Seco	Mse	Um %	Cons	Mcon
01	14	130	9,29	104	7,43	20	295	21,07
02	14	67	4,79	26,5	1,89	60,4	518	37
03	14	215,5	15,39	79	5,64	63,3	552,5	39,46
04	14	106,5	7,61	48,5	3,46	54,5	583,5	41,68
05	12	127	10,58	40,25	3,35	68,3	338	28,17
06	12	76	6,33	17,3	1,44	77,2	509	42,42
07	12	72,5	6,04	28,5	2,37	60,7	302,5	25,21
08	16	123,5	7,72	80	5	35,2	540,5	33,78
09	16	32	2	7,5	0,47	76,6	697	43,56
10	16	137	8,56	88	5,5	35,8	709	44,31
11	16	57	3,56	31,5	1,97	44,7	681	42,56
12	16	79	4,94	28	1,75	64,6	341	21,31
13	16	69	4,31	34,15	2,13	50,5	569	35,56
14	16	120	7,5	48,4	3,02	59,7	791	49,43
15	16	140	8,75	91,3	5,71	34,8	674	42,12
Total	220	1552	Não	752,9	Não	Não	8101	Não
Média	14,7	103,5	7,16	50,19	3,41	53,7	540,07	36,51
DP(\pm)	1,64	45,55	3,15	30,32	1,93	16,08	159,3	8,53

Os morcegos se adaptaram rápido ao cativeiro, havendo um incremento no peso relativo de em média 0,08 g ($\pm 0,2$). Dessa forma, considerando o índice de correção proposto, o acréscimo na deposição de guano de cada morcego é de cerca de 5%. As gravações registraram que o espaço do recinto favoreceu a movimentação e o costumeiro hábito de retirar o alimento do local de origem e carregar até outro local para consumi-lo.

3.2 Aporte Energético

A diversidade de morcegos registrada nesta caverna também foi representativa, composta por nove espécies, distribuídas em três famílias: Phyllostomidae (*Artibeus planirostris*; *Carollia perspicillata*; *Desmodus rotundus*; *Diphylla ecaudata*; *Lonchophylla mordax*; *Micronycteris megalotis* e *Phyllostomus hastatus*), Furipteridae (*Furipterus horrens*) e Emballonuridae (*Peropteryx macrotis*). Destas, três espécies são herbívoras, três são insetívoras, duas hematófagas, e uma onívora. Todas as nove espécies contribuem com o aporte energético da Toca do Morrinho, contudo, apenas para *A. planirostris* essa informação foi pesquisada em detalhes.

A quantidade de guano produzida pelos morcegos da colônia da caverna foi mais variável (Tabela 1) do que no cativeiro. O número de morcegos responsáveis pela deposição foi em média 78,96 ($\pm 22,2$), o peso total de guano úmido foi 1.181,5 g, representando 612,48 g de matéria seca. Em média cada morcego depositou diariamente no interior da caverna 0,56 g ($\pm 0,27$) de guano úmido e 0,29 g ($\pm 0,18$) de guano seco, respectivamente. A diferença média 54% ($\pm 15,4$) entre o peso do guano úmido e seco, representa toda umidade depositada pelos morcegos, incluindo a urina.

Do total de guano coletado foram separadas 61.105 sementes. *Solanum* sp. foi a espécie mais abundante, representando 99,3% (60.678) do total de

sementes coletado. Destas 0,18% estavam parcialmente consumidas, sendo que as sementes das demais espécies estavam todas intactas. O peso total das sementes correspondeu a cerca de 10% (61,1 g) do guano seco. Em média, cada morcego depositou 27 (\pm 31,56) sementes por dia no interior da caverna (Tabela 2). Além do guano, os morcegos contribuíram com energia para o ecossistema subterrâneo por meio de suas carcaças (quatro filhotes e dois jovens) que foram consumidas em menos de 24 horas por grilos *Endecous* sp. (Fig. 3b). Adicionalmente, os morcegos depositaram na caverna folhas parcialmente consumidas que representaram um acréscimo de matéria orgânica (Fig. 4).

A colônia de *Artibeus planirostris* manteve uma dieta herbívora (frugívora e folívora) constituída por 11 espécies vegetais: cinco foram identificadas por folhas que os morcegos carregaram para o interior da caverna, consistindo de três Euphorbiaceae (Fig. 4c, d, e) e duas Moraceae (Fig. 4f, g); outras cinco por meio das sementes presentes no guano: *Solanum* sp. (Fig. 5a, b), *Ficus gomelleira* (Fig. 5c, d), *Ficus* sp. (Fig. 5e, f), Lauraceae sp. (Fig. 5g, h) *Aechmea* sp. (Fig. 5i, j, k); e *Prosopis juliflora* que teve folhas (Fig. 4b) e frutos (Fig. 5l) consumidos, mas as sementes não foram ingeridas.

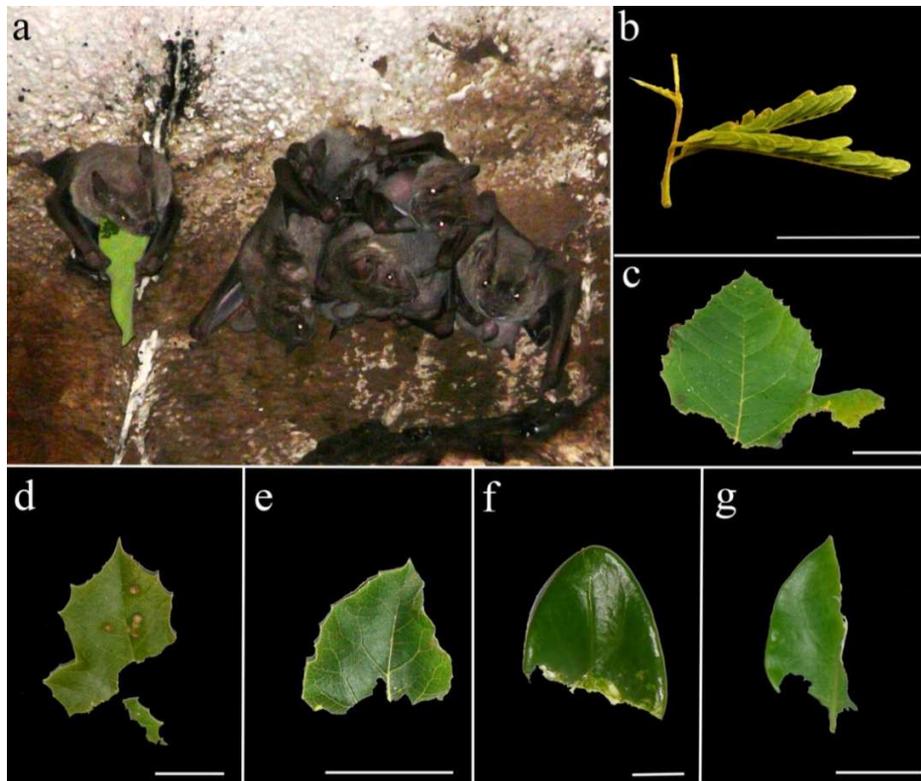


Figura 4. Folivoria em *Artibeus planirostris*, folhas coletadas na caverna Toca do Morrinho: (a) colônia pesquisada; (b) *Prosopis juliflora*; (c, d, e) Euphorbiaceae; e (f, g) Moraceae. Barras (mm): (b) = 2,15; (c) = 2; (d) = 2,5; (e) = 3; (f) = 2; (g) = 4,75.

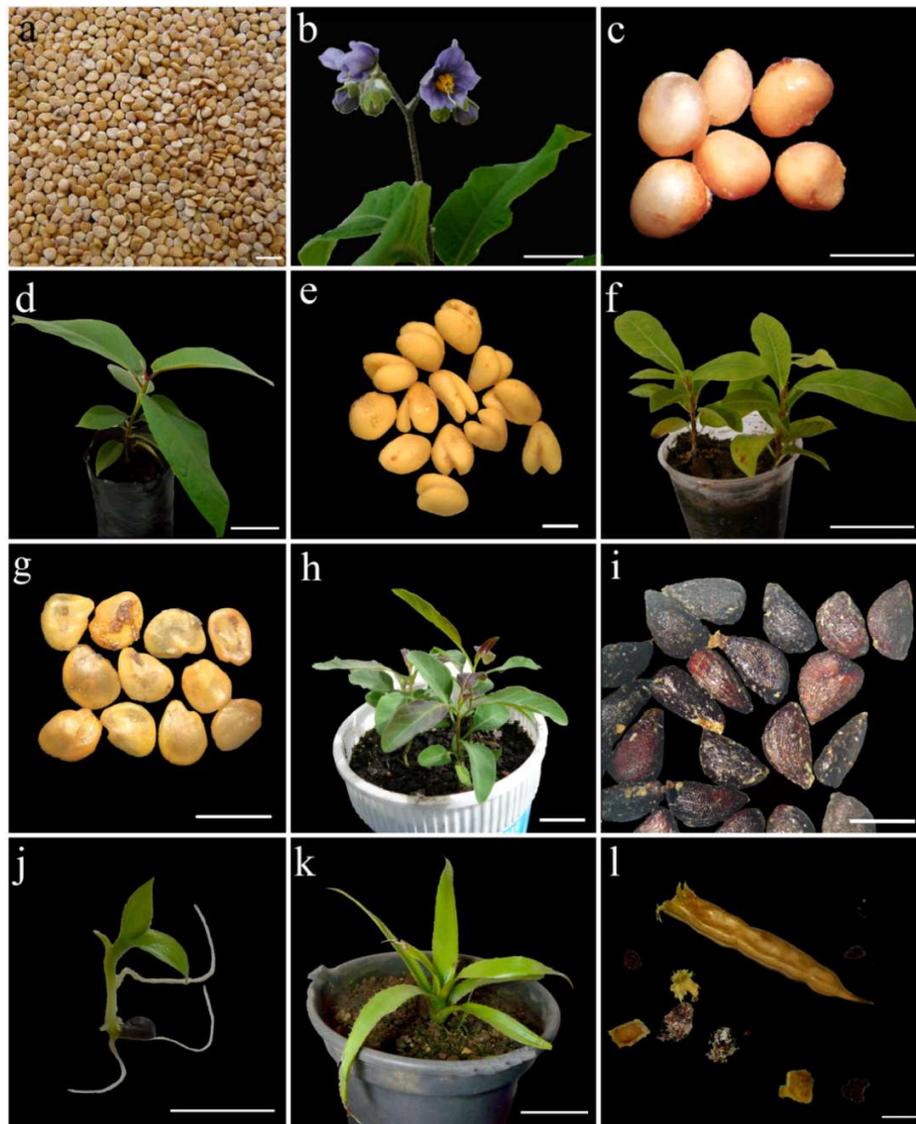


Figura 5. Frugivoria em *Artibeus planirostris*, sementes coletadas do guano depositado na caverna Toca do Morrinho: (a, b) *Solanum* sp.; (c, d) *Ficus gomelleira*; (e, f) *Ficus* sp.; (g, h) Lauraceae sp.; (i, j, k) *Aechmea* sp.; e (l) *Prosopis juliflora*. Barras: (a, g) = 5 mm; (b, j, l) = 1 cm; (c, e) = 1 mm; (d, f) = 4,5 cm; (h) = 2 cm; (i) = 3 mm; (k) = 5 cm.

Tabela 2. Guano depositado por *Artibeus planirostris* no interior da Toca do Morrinho, apresentando o número de indivíduos responsáveis pela deposição (Morc), o peso do guano úmido (*in loco*) e seco (desidratado em estufa), seguidos da média em relação ao número de morcegos, média úmido (Mum) e média seco (Mse), diferença percentual do peso úmido para o seco (Um), número de sementes presentes de *Solanum* sp. (Sol) e demais espécies (Out) no guano e o número médio de sementes em relação ao número de morcegos (MTS).

Dia	Morc	Guano de <i>Artibeus planirostris</i>					Sementes		
		Úmido	Mum	Seco	Mse	Um	Sol	Out	MTS
01	51	20	0,39	3,9	0,08	81	23	77	2
02	120	31,5	0,26	14,61	0,12	60	1386	0	12
03	77	38	0,49	7,89	0,1	80	206	8	3
04	117	70	0,6	30,2	0,26	61	1998	15	17
05	55	72	1,31	27,58	0,5	63	482	141	11
06	99	25	0,25	19,69	0,2	36	2436	0	25
07	55	28	0,51	9,73	0,18	69	628	0	11
08	86	75	0,87	23,92	0,28	68	148	15	2
09	50	39	0,78	17,61	0,35	56	397	0	8
10	93	63	0,68	33,42	0,36	51	1813	0	19
11	66	53	0,8	23,58	0,36	57	593	86	10
12	48	20	0,42	9,96	0,21	50	75	0	2
13	63	46	0,73	23,49	0,37	59	3110	0	49
14	50	19	0,38	11,47	0,23	45	685	8	14
15	93	25	0,27	16,67	0,18	36	527	0	6
16	86	20	0,23	15,17	0,18	41	2182	0	25
17	73	44	0,6	25,63	0,35	45	1116	9	15
18	81	19	0,23	7,68	0,09	60	582	15	7
19	101	36	0,36	20,13	0,2	56	2974	53	30
20	110	39	0,35	19,08	0,17	66	3774	0	34
21	88	18	0,21	14,59	0,17	37	2226	0	25
22	61	44	0,72	22,66	0,37	57	2436	0	40
23	70	55	0,78	11,41	0,16	79	0	0	0
24	111	91	0,82	53,41	0,48	53	6840	0	62
25	100	82	0,82	43,82	0,44	57	5715	0	57
26	86	32	0,37	36,64	0,43	21	7599	0	88
27	53	50	0,94	51,42	0,97	20	7739	0	146
28	68	27	0,4	17,12	0,25	53	2988	0	44
Total	2211	1181,5	Não	612,48	Não	Não	60678	427	Não
Média	78,96	42,2	0,56	21,87	0,29	54	2167	15	27
DP (±)	22,2	21,04	0,27	12,6	12,6	15,4	2290,1	33,5	31,5

Nota: Desvio Padrão (DP)

O padrão de atividade noturna dos morcegos de ambos os agrupamentos observados são semelhantes (Fig. 6). Aproximadamente 80% dos indivíduos permanecem pelo menos 4 horas (22 às 02 h) fora da caverna, e, dentre eles, 50% permanecem fora por 9 horas (19h30 às 04h30). Cerca de 20% dos

morcegos que permaneceram no abrigo eram os filhotes e os jovens, que ainda não dominavam as técnicas de vôo para sair da caverna, e fêmeas adultas que retornavam para amamentar suas crias, mas saíam novamente depois de concluída a alimentação deixando o filhote no abrigo. Por vezes, permaneciam apenas os filhotes e os jovens no abrigo. As fêmeas foram observadas carregando os filhotes apenas para mudar sua posição no interior da caverna, mas nunca durante as saídas em busca de alimento.

As gravações mostraram que o padrão de retorno das fêmeas para a amamentação ocorre ao longo de toda noite, com maior frequência em três períodos: das 18 às 20 h; das 23 às 00 h; e das 04 às 06 h, neste último período também ocorria o retorno de boa parte do grupo. As filmagens também permitiram observar que os filhotes permaneciam parados no mesmo local, modificando sua posição apenas quando a suposta mãe retornava para amamentá-lo. Os morcegos jovens se movimentavam mais e apresentaram dois períodos de maior atividade (de 21 às 23 h; e de 01 às 02 h) durante os quais se mantinham afastados entre si para exercitar suas asas, esticando e batendo as mesmas, alguns realizavam curtos eventos de voo (saindo/pousando). O deslocamento no ar (voo) era facilmente dominado pelos jovens, mas eles tinham dificuldade para retornar ao local do abrigo (teto da caverna) e, às vezes, realizam mais de 20 tentativas até conseguirem pousar. Os morcegos não conseguem se pendurar ao longo de todo o teto, utilizam os locais mais rugosos e contendo *cherts* que funcionam como agarrar. Até mesmo os adultos encontravam dificuldades de pousar diretamente no local do agrupamento quando mais da metade dos morcegos encontravam-se pousados.

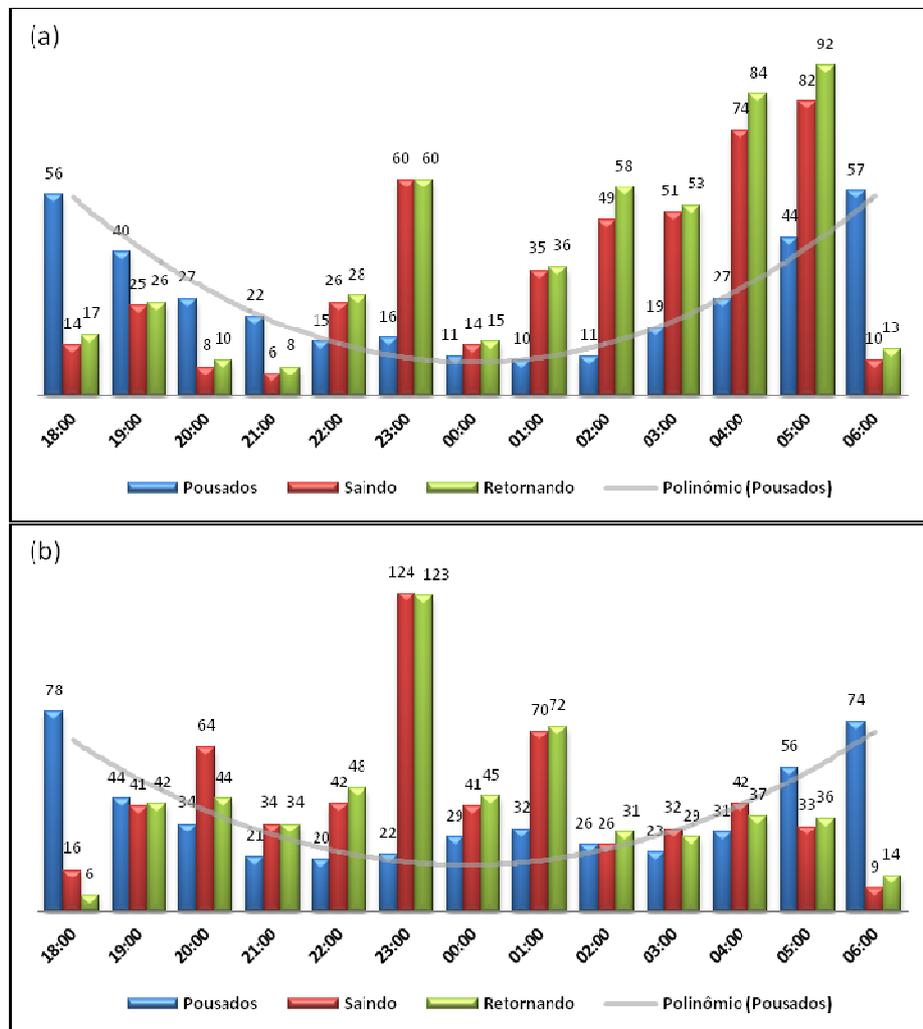


Figura 6. Padrão de atividade e de permanência da *Artibeus planirostris* durante o período noturno na Toca do Morrinho, apresentando o número de morcegos pousados (azul); saindo (vermelho); pousando (verde); e a linha de tendência dos pousados (cinza). Ambos os grupos I (a) e II (b) se localizam no salão III e foram filmados em janeiro de 2013.

3.3 Dispersão de sementes

Do total de guano seco produzido, em média, por um único morcego (3,41 g) foi retirado o correspondente a 5% (em função do índice de correção referente à taxa de acréscimo de deposição em cativeiro) o que resultou em 3,24 g de guano seco produzido em média por cada morcego. A partir desta informação, estima-se que, em média, cada morcego deposita diariamente 2,95 g de guano seco fora da Toca do Morrinho, contendo o equivalente a 274,5 sementes. Dessa forma, estima-se que *A. planirostris* contribua com 91,05% do guano que produz para a dispersão de sementes e apenas 8,95% como aporte energético para a caverna (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa do guano seco produzido (g) por um indivíduo da *Artibeus planirostris* e número médio de sementes, nos experimentos: cativeiro - representando o total (dados tratados por meio de índice de correção - 5%); aporte energético - representando o depositado no interior da Toca do Morrinho (Campo Formoso-BA); e dispersão de sementes - representando a subtração do aporte energético em relação ao cativeiro (total), apresentando a contribuição (%) referente.

	Guano (g)	Sementes (N)	Contribuição (%)
Cativeiro	3,24	301,5	100
Aporte Energético*	0,29 (\pm 0,18)	27 (\pm 31,56)	8,95
Dispersão Sementes	2,95	274,5	91,05

*Médias seguidas do desvio padrão, os demais valores foram obtidos a partir destes.

A passagem das sementes pelo trato digestivo dos morcegos não inviabilizou a germinabilidade das mesmas. No entanto, apenas para *Ficus gomelleira* foi possível realizar a comparação da germinabilidade entre sementes ingeridas pelos morcegos com o controle (sementes não ingeridas). O tratamento constituído pelas sementes oriundas do guano da colônia ($81 \pm 13,4$ %) apresentou germinabilidade significativamente superior a todos os outros tratamentos analisados, inclusive ao tratamento controle (Fig. 7). A análise da

germinabilidade das sementes do guano dos morcegos em cativeiro e das retiradas diretamente dos frutos (tratamento controle) não apresentou diferença significativa, considerando que os frutos do controle foram os mesmos disponibilizados aos morcegos em cativeiro. Com relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) não foram observadas diferenças significativas acima de 5% entre os tratamentos testados, no entanto, as sementes oriundas do guano da colônia apresentaram o maior IVG ($3,41 \pm 0,48$ dias) (Fig. 7).

Para *Solanum* sp., considerando, como tratamentos, os dias de coleta das sementes no guano dos morcegos da colônia, e conseqüentemente seu armazenamento, houve diferença significativa para a coleta realizada no dia 5 de janeiro de 2012 (Fig. 8), indicando uma menor germinação 28,12% ($\pm 4,74$) e menor IVG 0,44 ($\pm 0,07$). Nota-se que a germinabilidade das sementes coletadas no dia 25 de janeiro de 2012 foi significativamente superior a todos os outros períodos de coleta (Fig. 8).

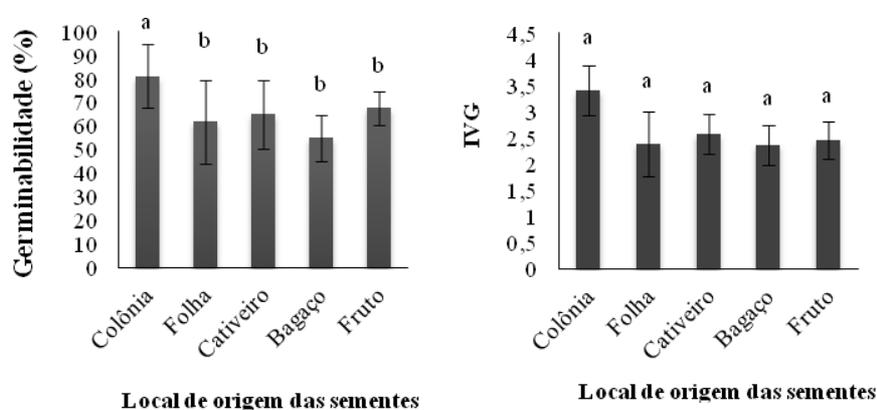


Figura 7. Germinabilidade (%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Ficus gomelleira* utilizada por *Artibeus planirostris*, distribuídas em cinco tratamentos: fezes de morcegos da colônia (aporte energético); fezes encontradas nas folhas; fezes dos morcegos no cativeiro; bagaço descartado pelos morcegos durante alimentação no cativeiro; e sementes oriundas do fruto maduro.

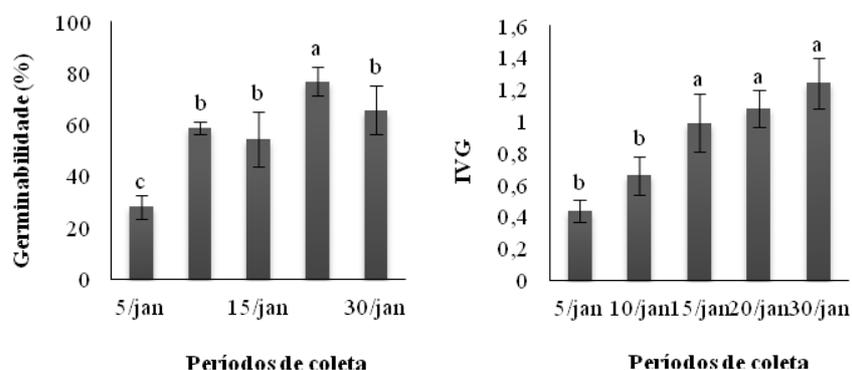


Figura 8. Germinabilidade (%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Solanum* sp. (Solanaceae) coletadas nas fezes de *Artibeus planirostris* e armazenadas por cinco períodos.

Mesmo com as limitações, é válido considerar que as demais espécies apresentaram de moderadas a altas frequências de germinação. Destaca-se *Aechmea* sp., que apesar do pequeno número de sementes analisadas (26), apresentou ótima viabilidade, com 100% de germinação após três dias do início do teste de germinação. Esta espécie apresentou o maior IVG (8,67) dentre as cinco espécies vegetais analisadas. Para *Ficus* sp., das 17 sementes analisadas, a germinação foi 88,33% e IVG 0,86; e a Lauraceae das 15 sementes a germinação foi 33,33% e o IVG 0,18.

4 DISCUSSÃO

Algumas espécies de morcegos têm preferência por cavernas como abrigo, porém outras as utilizam de forma estratégica, como parece ser o caso de *Artibeus planirostris*, que apesar de poucos registros neste tipo de abrigo, vêm utilizando a Toca do Morrinho há quase duas décadas com sucesso. A

configuração desta caverna favorece ótima proteção contra intempéries e predadores, servindo para descanso e reprodução desta e de outras oito espécies de Chiroptera (*Carollia perspicillata*; *Desmodus rotundus*; *Diphylla ecaudata*; *Lonchophylla mordax*; *Micronycteris megalotis*; *Phyllostomus hastatus*; *Furipterus horrens* e *Peropteryx macrotis*).

Morcegos cavernícolas, como a quiropterofauna da Toca do Morrinho, além de realizarem serviços ecossistêmicos inerentes a sua guilda alimentar (como a polinização, a dispersão de sementes, o controle de insetos e de vertebrados), representam o principal agente de importação de matéria orgânica ao ecossistema desta caverna (Ferreira e Martins 1999; Ferreira et al. 2007).

4.1 Cativeiro

O cativeiro facilita a observação de diversos aspectos comportamentais de morcegos (Bernard 1995; Esbérard e Gomes 2001). No entanto, nem todas as espécies se adaptam ao cativeiro, e somente cerca de 2% dos experimentos têm sucesso (Esbérard e Gomes 2001). Morcegos frugívoros são mais propensos de serem mantidos em cativeiro devido à facilidade de obter itens alimentares (Esbérard e Gomes 2001), como *Artibeus planirostris* que se adaptou rapidamente ao cardápio.

Na América do Sul, poucos estudos utilizam essa técnica, resultando no ínfimo conhecimento sobre a maioria das espécies (Esbérard e Gomes 2001). Trabalhos importantes foram desenvolvidos na década de 50 pelo naturalista Augusto Ruschi (Mendes et al. 2010), incluindo o primeiro cativeiro de morcegos no Brasil (Ruschi 1952). E por meio de experimento em cativeiro (Uieda 1994) adicionou novas informações sobre as três espécies de morcegos hematófagos.

Um projeto iniciado em 1988, desenvolvido na RIOZOO (Jardim Zoológico do Rio de Janeiro) mantinha morcegos em exposição para o público (Esbérard 2003). Em 2002 o projeto contava com 16 espécies mantidas em cativeiro (10 reproduziram-se), mas nem todas ficavam expostas aos visitantes, o objetivo principal era gerar conhecimento (Esbérard 2003) e vários trabalhos foram publicados, principalmente sobre a biologia reprodutiva de espécies pouco conhecidas como *Chrotopterus auritus* (Esbérard et al. 2006), *Noctilio leporinus* (Silva et al. 2010) e *Phylloderma stenops* (Esberard 2012).

Estudos recentes no Brasil utilizaram experimentos em cativeiro para analisar a germinação de sementes ingeridas por morcegos (Bocchese et al. 2007; Carvalho 2010; Ricardo 2013) e optaram por gaiolas para alojá-los, o que impossibilitava a movimentação (voos) devido o pequeno espaço. A utilização de um recinto maior, como o utilizado neste estudo, proporcionou a movimentação dos morcegos, permitindo, ainda, o costumeiro ritual de pegar o fruto e carregar para um poleiro de alimentação, exceto quando o peso do fruto os parte deste ultrapassava 40 g. A instalação do cativeiro no interior da caverna, provavelmente, facilitou a adaptação dos morcegos porque a temperatura e UR permaneceram as mesmas às quais eles já estavam acostumados. Quanto mais próximas estiverem as variáveis ambientais do cativeiro das condições utilizadas pela espécie no habitat natural (principalmente temperatura e UR), menor é o estresse dos indivíduos (Bernard 1995).

As comparações entre animais cativos e livres devem ser realizadas com cautela, pois não é possível contemplar todas as características naturais no cativeiro. Dessa forma, apesar do valor mensurado em cativeiro do total de guano seco produzido em média por um morcego da espécie *A. planirostris* (3,41 g) estar muito próximo do obtido para *A. jamaicensis* (3,34 g) (Morrison 1980), o tratamento dos dados brutos por meio do índice de correção é válido devido à influência do experimento.

4.2 Aporte energético

A Toca do Morrinho é uma caverna permanentemente seca e o recurso principal que sustenta sua alta diversidade de invertebrados é o guano de morcegos (Ferreira e Martins 1999; Ferreira et al. 2007). As comunidades associadas a esse recurso são representadas por pelo menos, 85 espécies distribuídas em 26 famílias (Ferreira et al. 2007).

A coleta da matéria orgânica depositada por morcegos no interior da caverna em estudo permitiu a identificação de parte da dieta utilizada por *A. planirostris* no bioma Caatinga, incluindo folhas de seis espécies, sendo este o primeiro registro de folivoria para esta espécie. Registros de folivoria vêm sendo documentados para dois gêneros, *Artibeus* e *Platyrrhinus*, o primeiro com cinco espécies (*A. amplus*, *A. concolor*, *A. fimbriatus*, *A. jamaicensis* e *A. lituratus*), e o segundo com somente uma espécie (*Platyrrhinus lineatus*) para a qual foi observada folivoria (Nogueira e Peracchi 2008; Ruiz-Ramoni et al. 2011). Com o novo registro deste trabalho, sete espécies de Microchiroptera são agora conhecidas por incluírem folhas em sua dieta. Além disso, ao contrário da grande maioria das espécies que utilizam este recurso de forma sazonal (Kunz e Diaz 1995), parece ser um fenômeno não-sazonal como citado para *A. amplus* (Ruiz-Ramoni et al. 2011). No entanto, pode ser que os morcegos não estejam utilizando essas folhas como fonte de alimento, mas sim como remédio, esta hipótese ainda não foi testada e merece ser abordada em futuros estudos.

A umidade presente no guano e na urina representa cerca da metade do que é depositado por *A. planirostris* na caverna. Essa umidade proporciona a formação de microambientes, e, aparentemente, as comunidades associadas aos depósitos de guano na Toca do Morrinho são mais dependentes destes do que do ambiente global da caverna (Ferreira et al. 2007). Outra importância claramente associada à umidade é facilitar a utilização da matéria orgânica na caverna por

parte da fauna de invertebrados (Humphreys 1991). Este autor realizou um experimento envolvendo adição de água e de matéria orgânica em uma caverna que havia sofrido dessecação e perda de recursos orgânicos. Seus resultados mostram que a adição de água ou matéria orgânica, por si, não são suficientes para reestabelecer as populações de invertebrados, mas quando são depositadas de forma combinada permitem a colonização e restabelecimento da fauna.

4.3 Dispersão de sementes

Os morcegos são considerados ótimos dispersores de sementes (Fleming 1982) porque habitualmente não consomem o fruto na mesma planta de origem (com exceção de frutos grandes). Ao invés disso, costumam carregá-lo para um abrigo de alimentação (que freqüentemente consiste de uma planta de outra espécie), e esse comportamento parece ser tão forte que os morcegos o realizam até mesmo em cativeiro. Eles, ainda, visitam vários sítios de alimentação em uma mesma noite, dispersando as sementes em pleno vôo, aumentando a chance de a semente atingir um local favorável à germinação (Howe e Smallwood 1982; Thies e Kalko 2004).

No entanto, o simples fato de movimentar as sementes de um local para outro, não comprova a eficiência da dispersão. Para tanto, deve-se ocorrer o estabelecimento de novos indivíduos (Schupp et al. 2010). O sucesso da dispersão está ligado ao comportamento alimentar do dispersor (frequência de consumo, o número de sementes ingeridas e como são tratadas na boca) e o efeito da passagem pelo trato digestivo (Van der Pijl 1973). Poucas espécies de morcegos são reconhecidamente granívoras, apenas *Chiroderma doriae* e *C. villosum* (Nogueira e Peracchi 2003). Neste estudo, observou-se a presença de sementes pertencentes a cinco espécies vegetais utilizadas por *A. planirostris*. Algumas sementes de *Solanum* sp. (0,18%) encontravam-se parcialmente

mastigadas, podendo ter ocorrido durante a manipulação do fruto, o que não enquadra a espécie como granívora. Como foi obtida grande quantidade de sementes intactas e viáveis a partir do guano, pode-se assumir que esta espécie é um dispersor, e não predador de sementes.

A porcentagem de sementes germinadas de *F. gommeira* oriundas do guano dos morcegos do cativeiro e controle foram inferiores aos da colônia. Tal diferença provavelmente se deve à origem dos frutos, tendo em vista que os utilizados no cativeiro e no controle foram provenientes da mesma planta e não apresentaram diferença significativa. Oliveira e Lemes (2010) relataram que *Artibeus planirostris* é dispersora de sementes, mas o consumo não aumenta a germinabilidade nem o IVG de *Cecropia pachystachya*. Contudo, para *Ficus gommeira* observaram que o IVG foi beneficiado pela passagem pelo trato digestivo dos morcegos. Para *Solanum* sp., o resultado indica que a viabilidade das sementes foi menor para as primeiras amostras, sendo que esta diferença pode ser proveniente do armazenamento, ou mesmo da origem dos frutos.

A ótima viabilidade da *Aechmea* sp. é uma característica deste gênero. Sementes de *A. bromellifolia* e de *A. castelnavii*, submetidas à lavagem até remoção da mucilagem, apresentaram germinação de 99% e 96% e IVG de 4,1 e 3,95, respectivamente (Silva e Scatena 2011). Mesmo não ingerindo as sementes de *P. juliflora*, o morcego transporta o fruto para um abrigo de alimentação e consome apenas a polpa, descartando as sementes intactas, podendo ser considerado um dispersor efetivo desta e das demais plantas presentes em sua dieta, pelo simples fato de separar a semente da polpa do fruto (quando permanecem em contato com a polpa são atacados por fungos) e transportá-la sobre grande distância para longe da planta mãe (Morrison 1978; Heer et al. 2010).

Os morcegos sempre se beneficiam de suas interações com as plantas, mas a recíproca nem sempre é verdadeira (Mello e Passos 2008). Existem

interações antagônicas como a predação de sementes (Nogueira e Peracchi 2003) e folivoria (Zortéa e Mendes 1993; Kunz e Diaz 1995), que mesmo representando um aproveitamento mais eficiente do recurso explorado pelo morcego (Morrison 1980), não confere benefícios para planta. No entanto, a deposição de sementes no interior de cavernas, representa outra interação desfavorável para as plantas. Embora este seja o primeiro trabalho a considerar essa interação antagônica durante a análise da eficiência dos morcegos como dispersores, provavelmente, ela represente o principal prejuízo que os morcegos cavernícolas podem ocasionar às espécies vegetais que integram sua dieta.

Quando morcegos frugívoros abrigam-se em cavernas, inviabilizam parte das sementes por depositá-las nestes locais, diminuindo sua eficiência como dispersor. Não obstante, *Artibeus planirostris* deve ser considerada ótima dispersora de sementes, porque essa perda representa menos de 10% do guano produzido. O restante (> 90%) é depositado no meio epígeo o que pode indicar uma eficiente habilidade dispersiva para esta espécie, mesmo não tendo como prever o sucesso germinativo das sementes ingeridas, que depende da ecologia e fisiologia de cada espécie (Carvalho 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi mostrado que apesar da *Artibeus planirostris* depositar cerca de 10% do guano seco no interior da Toca do Morrinho, pode ser considerada ótima dispersora de sementes. O restante do guano produzido por estes morcegos devem estar sendo depositados fora da caverna, durante o período de forrageio devido à rápida permanência das sementes pelo sistema digestivo, dispersando grande quantidade de sementes, que apresentam de moderadas a altas frequências de germinação. A pequena parte depositada na caverna sustenta uma rica fauna de invertebrados ali associada e, principalmente

por se tratar de uma caverna permanentemente seca, depende não apenas da importação de matéria orgânica realizada pelos morcegos (troglóxenos), mas também da umidade presente no guano e na urina destes organismos. Em conclusão, *Artibeus planirostris* é uma espécie bastante flexível com relação à utilização dos recursos, o que favorece sua adaptabilidade aos mais diversos ambientes, incluindo regiões semiáridas como a Caatinga. Essa flexibilidade também está presente na seleção de abrigos, podendo formar grandes agrupamentos no interior de cavernas. O aporte energético realizado por morcegos frugívoros ao ecossistema subterrâneo representa uma interação antagônica morcego/planta, devendo ser considerada durante a análise sobre a eficiência destes organismos como dispersores. Futuras pesquisas que tratem de forma sistemática a deposição mensal de material vegetal em cavidades naturais subterrâneas, certamente, auxiliarão o estabelecimento da importância dos morcegos frugívoros cavernícolas como dispersores de sementes, bem como sua contribuição ao ecossistema subterrâneo.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a Dona Rosália e aos professores da Rede Pública de Ensino de Laje dos Negros, município de Campo Formoso-BA, pelo auxílio logístico e disponibilidade durante os trabalhos de campo; Tarcísio de Freitas Milagres pelo auxílio em campo; à Maria de Fátima Agra, José Alves Siqueira Filho, Angelika Bredt e Pedro Pereira Pinto pela ajuda na identificação das plantas; e a Zanderluce Gomes Luiz pelo auxílio no teste de germinação, nas pranchas e valiosas críticas ao manuscrito. O financiamento foi fornecido pela família Guimarães e por bolsa de estudos concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES para M.M.G. Ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) pela autorização para finalidade científica n° 36113-1.

REFERÊNCIAS

- Almeida EO, Naveda LAB, Herrmann GP (1998) Combate ao *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) na região cárstica de Cordisburgo e Curvelo, Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec* 54: 117-126. doi: 10.1590/S0102-09352002000200002
- Barquez R, Diaz M (2008) *Artibeus planirostris*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed 25 Dec 2013
- Bahia (2004) Grupo Recursos Hídricos da Universidade Federal da Bahia – GRH/UFBA. Plano de Gerenciamento Integrado da Sub-bacia do Rio Salitre, Resumo Executivo. <http://www.grh.ufba.br/download/Rel%20Final%20Salitre-%20Res%20Executivo%20-%2025-02-2003.pdf>. Accessed 20 Nov 2013
- Bernard S (1995) Bats in captivity. Wild Ones Animal Books, Springville, USA
- Bernath RF, Kunz TH (1981) Structure and dynamics of arthropod communities in bat guano deposits in buildings. *Can J Zool* 59: 260-270
- Bocchese RA, Oliveira AKM, Vicente EC (2007) Taxa e velocidade de germinação de sementes de *Cecropia pachystachya* Trécul (Cecropiaceae) ingeridas por *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Sci Biol Sci* 29: 395-399
- Boyles JG, Cryan PM, McCracken GF, Kunz TH (2011) Economic importance of bats in agriculture. *Science* 332: 41-42. doi: 10.1126/science.1201366
- Bredt A, Uieda W, Magalhães ED (1999) Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-Oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Rev Bras Zool* 16: 731-770. doi: 10.1590/S0101-81751999000300012
- 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-DF
- Carvalho N (2010) Germinação de sementes ingeridas por morcegos. Dissertação. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
- Campanhã RA, Fowler HG (1993) Roosting assemblages of bats in arenitic caves in remnant fragments of Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Biotropica* 25: 362-365
- CNM - Confederação Nacional de Municípios (2013) Análise sobre a seca no Nordeste. http://www.nordeste.cnm.org.br/img/download/estudoCNM/Estudo_Seca_Nordeste_Final.pdf. Accessed 26 Nov 2013
- Coelho DC (2006) levantamento da fauna de morcegos no Carste de Felipe Guerra, RN. Produto 07, Ministério de Meio Ambiente, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Ecossistemas, Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas, Contrato nº 2004/000337, Termo de Referência nº 109181.

- Del-Claro K (2002) Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental. Editora Livraria Conceito, Jundiaí-SP
- Esbérard CEL, Motta JA, Perigo C (2005) Morcegos cavernícolas da APA Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. *Rev Bras Zool* 7: 311-325
- Esbérard CEL, Motta AJ, Almeida JC, Ferreira LCS, Costa LM (2006) Reproduction of *Chrotopterus auritus* (Peters) in captivity (Chiroptera, Phyllostomidae). *Braz J Biol* 66: 955-956. PMID:17119844.
- Esbérard CEL (2003) Morcegos em Cativeiro na RIOZOO. *Rev Vet Prag* 5: 29 - 32
- Esbérard CEL, Gomes LH (2001) Order Chiroptera. In: Fowler ME, Cubas ZS (ed) *Biology, medicine, and surgery of South American Wild Animals*. Iowa University Press, Ames, pp 219-224
- Esbérard CEL, Martins LFS, Cruz RC, Costa RC, Nunes MS, Luz EM, Chagas AS (1998) Aspectos da biologia de *Lonchorhina aurita* no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae). *Bioikos* 10: 46-49
- Esbérard CEL (2012) Reproduction of *Phylloderma stenops* in captivity (Chiroptera, Phyllostomidae). *Braz J Biol* 72: 171-174. doi: 10.1590/S1519-69842012000100020
- Fadini RF; Castro AB (2013) Subterranean watercourses may 'rescue' seeds dispersed by fruit-eating bats in caves. *Acta Chiropterol* 15: 105-112
- Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC et al (1992) Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24: 440-446
- Ferreira DF (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc Agrotec* 35: 1039-1042
- Ferreira RL, Martins RP (1999) Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Reference to Brazilian Caves. *Trop Zool* 2: 231-259
- Ferreira RL, Prous X, Martins, RP (2007) Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave. *Trop Zool* 20: 55-74
- Fleming TH (1982) Foraging strategies of plant-visiting bats. In: Kunz TH (ed) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, pp 287-326
- Gardner AL (1977) Feeding habits. In: Baker RJ et al (ed) *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae*. The Museum Texas Tech University Special Publications, pp 293-350
- Ghanem SJ, Voigt CC (2012) Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. *Adv Stud Behav* 44: 279-302
- Gnaspini P, Trajano E (1994) Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. *Ver Bras Entomol* 38: 549-584
- Gregorin R, Mendes LF (1999) Sobre quirópteros (Emballonuridae, Phyllostomidae, Natalidae) de duas cavernas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Iheringia, Sér Zool* 86: 121-124

- Heer K, Albrecht L, Kalko EKV (2010) Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler figs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia* 163: 425-435. doi: 10.1007/s00442-010-1600-x
- Howe HF, Smallwood J (1982) Ecology of seed dispersal. *Annu Rev Ecol Syst* 13: 201-228.
- Hollis L (2005) *Artibeus planirostris*. New York: Mamm Species 775: 1-6
- Humphreys WF (1991) Experimental Re-Establishment of Pulse-Drive Populations in a Terrestrial Troglodite Community. *J Anim Ecol* 60: 609-623
- Jordano P, Galetti M, Pizo MA, Silva WR (2006) Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Duarte CJ et al (ed) *Biologia da Conservação: essências*. Editora Rima, São Paulo pp 411-436
- Kottek M, Grieser J, Beck C et al (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, *Meteorol Z* 15: 259-263
- Kunz HK, De Torrez EB, Bauer DM, Lobo TA, Fleming TH (2011) Ecosystem services provided by bats. *Ann N Y Acad Sci* 1223: 1-38. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x
- Kunz TH, Diaz CA (1995) Folivory in fruit-eating bats, with new evidence from *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica* 27: 106-120
- Kunz TH (1982) Roosting ecology of bats. In: Kunz TH (ed) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York pp 1-55
- Labouriau LG (1983) A germinação das sementes. *Série de Biologia, Monografia* 24
- Lima-Borges EE, Rena AB (1993) Germinação de sementes. In: Aguiar IB et al (ed) *Sementes Florestais Tropicais*. ABRATES, Brasília pp 70-81
- Maguire JD (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176- 177
- Mello MAR, Passos FC (2008) Frugivoria em morcegos brasileiros. In: Pacheco SM, Marques V, Esbérard CEL (ed) *Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Armazém Digital pp. 223-229
- Mendes P, Vieira TB, Oprea M, Lopes SR, Ditchfield AD, Zortéa M (2010) O conhecimento sobre morcegos (Chiroptera: Mammalia) do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. *Pap Avulsos Zool (SP)* 22: 363-373
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, USA. <http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf>, accessed 12 nov 2013
- Morrison DW (1978) Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology* 59: 716-723. doi: 10.2307/1938775
- Morrison DW (1980) Efficiency of food utilization by Fruit bats. *Oecologia* 45: 270-273
- Nogueira MR, Peracchi AL (2003) Fig-seed predation by 2 species of Chiroderma: discovery of a new feeding strategy in bats. *J Mammal* 84: 225-233

- Nogueira MR, Peracchi AL (2008) Folivoria e granivoria em morcegos Neotropicais. In: Pacheco SM, Marques V, Esbérard CEL (ed) Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação. Armazém Digital pp. 223-229
- Oliveira KMO, Lemes FTF (2010) *Artibeus planirostris* como dispersor e indutor de germinação em uma área do Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. R Bras Bioci 8: 49-52
- Passos JG, Passamani M (2003) *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Tereza (ES). Natureza on line 1: 1-6. **Erro! A referência de hiperlink não é válida.** <http://www.naturezaonline.com.br/>. Accessed 12 Jul 2012
- Pinto-da-Rocha R (1995) Sinopse da fauna cavernícola do Brasil. Pap Avulsos Zool (SP) 39: 61-173
- Poulson T L (1972) Bat guano ecosystems. Bull Natl Speleol Soc 34: 55-59
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (2011) Mamíferos do Brasil. Londrina –PR
- Ricardo MCC (2013) Germinação de sementes e importância relativa do qualidade, disponibilidade e morfologia de frutos na dieta de *Carillia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). Tese, Universidade Estadual Paulista
- Ruiz-Ramoni D, Munõz-Romo M, Ramoni-Perazzi P, Aranguren Y, Fermin G (2011) Folivory in the giant fruit-eating bat *Artibeus amplus* (Phyllostomidae): a non-seasonal phenomenon. Acta Chir 13: 195-199 doi: <http://dx.doi.org/10.3161/150811011X578741>
- Ruschi A (1952) Morcegos do estado do Espírito Santo: Os morcegos das grutas do Limoeiro em Castelo, Monte Líbano em Cachoeiro de Itapemirim e de Itaúnas em Morro D'anta em Conceição da Barra. Grutas de inverno, verão e acidentais. Cohabitação. O banho. Morcegos e criação em cativeiro. Pesquisa sobre corpúsculos de Negri. Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, 9(A): 1-91
- Sbragia IA, Cardoso A (2008) Quiropteroфаuna (Mammalia: Chiroptera) cavernícola da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Chiroptera Neotropical 14: 360-365
- Schupp EW, Jordano P, Gómez JM (2010) Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. New Phytol 188: 333–353. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03402.x
- Silva AS, Pereira A, Esbérard CEL (2010) Reprodução de *Noctilio leporinus* em cativeiro. Chiroptera Neotropical 16: 573-578
- Silva IV, Scatena VL (2011) Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia. Rodriguesia 62: 263-272
- Thies W, Kalko EKV (2004) Phenology of Neotropical pepper plants and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit-bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, Phyllostomidae. Oikos 104: 362-376 doi: 10.1111/j.0030-1299.2004.12747.x

- Trajano E (1984) Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. *Rev Bras Zool* 2: 255-320
- Trajano E (1987) Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Rev Bras Zool* 3: 533-561
- Trajano E (1995) Protecting caves for bats or bats for the caves? *Chiroptera Neotropical* 1: 19-22
- Trajano E, Gimenez EA (1998) Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new Record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). *Stud Neotrop Fauna E* 33: 69-75
- Trajano E, Gnaspini-Netto P (1991) Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. *Rev Bras Zool* 7: 383 – 407 doi: 10.1590/S0101-81751990000300017
- Uieda W (1994) Comportamento alimentar de morcegos hematófagos ao atacar aves, caprinos e suínos, em condições de cativeiro. Campinas-SP. Tese, Universidade Estadual de Campinas
- Van der Pijl L (1973) Principles of dispersion in higher plants. Springer Verlag, New York
- Zortéa M (2007) Subfamília Stenodermatinae. In: Reis NR et al. (ed) *Morcegos do Brasil*. Londrina –PR, pp 107-127
- Zortéa M, Mendes SL (1993) Folivory in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae), in eastern Brazil. *J Trop Ecol* 9: 117-120