



JENNIFER DE SOUSA BARROS PEREIRA

**ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE MORCEGOS
(CHIROPTERA) EM CAVERNAS NO SUDESTE DO
TOCANTINS, BRASIL**

LAVRAS-MG

2018

JENNIFER DE SOUSA BARROS PEREIRA

**ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE MORCEGOS (CHIROPTERA) EM
CAVERNAS NO SUDESTE DO TOCANTINS, BRASIL**

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

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Orientador

Prof. Dr. Enrico Bernard
Coorientador

LAVRAS-MG

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Pereira, Jennifer de Sousa Barros.

Ecologia e Conservação de morcegos (Chiroptera) em cavernas no sudeste do Tocantins, Brasil / Jennifer de Sousa Barros Pereira. - 2018.

77 p.

Orientador(a): Rodrigo Lopes Ferreira.

Coorientador(a): Enrico Bernard.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Conservação. 2. Cavernas. 3. Preferências Ecológicas. I. Ferreira, Rodrigo Lopes. II. Bernard, Enrico. III. Título.

JENNIFER DE SOUSA BARROS PEREIRA

**ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE MORCEGOS (CHIROPTERA) EM
CAVERNAS NO SUDESTE DO TOCANTINS, BRASIL**

**ECOLOGY AND CONSERVATION OF BATS (CHIROPTERA) IN CAVES IN
SOUTHEAST OF TOCANTINS, BRAZIL**

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

APROVADA em 06 de abril de 2018.

Dr. Paulo dos Santos Pompeu

Dra. Valeria da Cunha Tavares

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Orientador

Prof. Dr. Enrico Bernard
Coorientador

LAVRAS-MG

2018

Às três grandes mulheres da minha vida...

À minha avó Juscelina (in memórian), por ser a essência de nossa família, e a razão de tudo o que somos hoje.

À minha tia Joelma, por nos mostrar que nunca é tarde para alcançar nossos sonhos.

E à minha amada e maravilhosa mãe Fernanda, meu maior exemplo de força, determinação e amor, por me formar como pessoa, por todo apoio, e por tudo que fez e faz por mim até hoje.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Lavras por toda a estrutura. A todos os professores do programa, pelo aprendizado, e à Ellen Cristina de Carvalho pela incrível disposição em ajudar, e por facilitar nossas vidas em meio às burocracias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa concedida.

À Bat Conservation International, pelo apoio financeiro para a realização do projeto.

Aos meus orientadores Rodrigo Lopes Ferreira e Enrico Bernard, pela oportunidade, por todos os ensinamentos e por acrescentarem tanto em minha formação como bióloga. Agradeço ao Drops também pela amizade e pelas histórias divertidas, seja no café do CEBS, no bar, ou durante os campos (mesmo que algumas delas mereçam ser “resetadas” da memória). Agradeço ao Enrico pela disponibilidade em orientar mesmo distante, e pela paciência e tranquilidade durante as correções dos manuscritos.

À Prefeitura de Aurora do Tocantins pelo apoio logístico durante os campos.

Aos moradores dos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado (Seu Clóvis, Seu Jasmão, Seu Florisvaldo, Seu Silvío, Seu Elielton, Seu Heládio, Seu Amador, Seu Ranolfo, Seu Vitorino, Seu Termozilo, Seu José, Seu Milton e Dona Renilda) por facilitar e permitir a realização do trabalho em suas propriedades.

Ao Wagner José de Moura, Secretário do Meio Ambiente de Aurora do Tocantins, por todo o suporte, ajuda e parceria durante os campos em Aurora do Tocantins. Agradeço pelo novo amigo que fiz, pelas coxinhas maravilhosas e por todo esforço despendido para fazer da nossa estadia a mais confortável possível.

Às minhas duas equipes de campo, cada qual com sua peculiaridade (rsrs), pela amizade, parceria, dedicação, e aventuras vividas no Tocantins. Agradeço imensamente a Perna (Gabrielle Pacheco) e ao Vaca (Rafael Cardoso) por todo o esforço na topografia das cavernas e pelos lindos mapas que fizeram. À Roberta Cerqueira por deixar o campo mais divertido e por sobreviver bravamente aos grandes espeleotemas no caminho. Ao Renato Gatti, o irmão que ganhei durante o mestrado, por compartilhar comigo a alegria de cada morcego capturado, de cada nova espécie conhecida e pelas conversas profundas (ou não) entre as revisões de rede, e nos bares da vida.

Ao Ricardo Moratelli, Roberto Leonan, Marcelo Nogueira, e à Daniela Dias pela ajuda nas identificações e por me ensinarem um pouco mais a respeito desses bichos lindos que tanto gosto.

Ao Roberto Franco pela confecção do mapa da área de estudo e à Vanessa Mendes pela ajuda com as análises de beta diversidade.

Ao querido casal Marcos Oliveira e Thami Gomes por toda ajuda durante minha chegada em Lavras. Ao Marcos pelo incentivo ainda durante a fase de seleção do mestrado e à Thami por me recepcionar tão bem enquanto procurava casas. E ao Kadu, claro, por toda a diversão durante minha estadia em sua casa.

Às batgilrs: Bárbara Goulart, Ellen Rodrigues, Luana Guimarães e Ana Carolina por me darem a oportunidade de aprender a orientar (ou pelo menos tentar) e por serem minhas primeiras cobaias nisso.

A todos os amigos do Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, por me receberem no CEBS de forma tão acolhedora, pelas conversas, pelas zoações e por fazerem da vida em Lavras mais divertida.

Aos amigos da ecologia e da minha turma de mestrado, por compartilharem o caos dos períodos de disciplinas, de pré-qualificação, de pré-defesa, e também as alegrias de uma boa cerveja após todos esses momentos. Em especial ao Renatinho, a Perna e ao Antônio Chaves por aguentarem mais frequentemente meus “assuntos polêmicos”.

Ao Jotinha (João Pedro), pelo cuidado, parceria, apoio e pelos bons momentos que deixaram a vida mais leve nos tempos finais da dissertação.

Aos meus amigos mais antigos e sempre presentes (mesmo quando distantes): Karine Leslie, Juliana dos Santos, Rafael Lima, Jessica Quintanilha, Caroline Mello, Angie Thaísa, Caroline Godar, Dwayne Becker e Rodrigo Almeida, por me apoiarem e sempre torcerem por mim. Agradeço especialmente ao Rodrigo, meu eterno revisor de inglês.

À Panda (*in memórian*), minha fiel companheirinha da vida, pela parceria de todas as horas, por alegrar os meus dias e por ser a melhor dog que eu poderia ter.

Aos morcegos, esses incríveis e lindos animais que em tanto nos ajudam sem o devido reconhecimento.

E por fim, à minha família por todo amor, apoio, incentivo, por entenderem a distância e a ausência e por compartilharem da minha felicidade em trabalhar com morcegos (mesmo que isso seja mais difícil de entender... rrsr). Amo vocês demais: Tio

Nando, Tia Maureth, Káká, Tia Jóia, Tio Renato, Andhré, Talitha, meu afilhadinho lindo Nicollas, little brother Caio e a minha maravilhosa mãe Fernanda.

A todos que de alguma forma contribuíram, o meu muito obrigada!!!

RESUMO

Existem cerca de 180 espécies de morcegos registrados no Brasil, das quais 58 ocorrem em cavernas e 13 são consideradas restritas a cavernas. Muitas espécies de morcegos fazem uso de cavernas como abrigo, pois estas lhe conferem alta estabilidade ambiental e protegem contra predadores e adversidades climáticas, permitindo interação social, reprodução e cuidados parentais. No entanto, a proteção a esses ambientes, foi flexibilizada devido a mudanças feitas na legislação brasileira em 2008, permitindo assim impactos negativos irreversíveis em cavernas sujeitas a licenciamento ambiental. Desta maneira, identificar cavernas que representem importantes abrigos para os morcegos e entender como as características da caverna e da paisagem podem influenciar a seleção de abrigo por parte das espécies torna-se necessário para definir áreas prioritárias para conservação. Assim, o estudo teve como objetivo identificar cavernas prioritárias para a conservação em três municípios no sudeste do Tocantins, levando em consideração a riqueza, a diversidade e a presença de espécies de morcegos ameaçadas e/ou residentes. Além de verificar a influência das variáveis abióticas da caverna e da paisagem sobre a riqueza, sobre a composição das assembleias de morcegos e sobre cada espécie registrada. Para tanto, foram realizadas análises de regressão linear e uma análise multivariada baseada em modelos, com as variáveis da caverna e da paisagem. Foram capturados 585 morcegos, pertencentes a sete famílias e 31 espécies. Quatro espécies ameaçadas foram registradas em 12 cavernas, oito cavernas apresentaram alta diversidade e sete elevadas riquezas. Assim, das 19 cavernas estudadas, 15 cavernas prioritárias foram identificadas para conservação e quatro novos registros foram feitos para o estado de Tocantins. A riqueza e a composição das assembleias de morcegos na região de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira são determinadas por fatores internos das cavernas, sendo esta relação mais evidente durante a estação seca. A riqueza está positivamente relacionada com o tamanho das cavernas, sua estabilidade em relação ao ambiente externo e as diferentes temperaturas e níveis de umidade encontrados em seu interior. No entanto, temperaturas médias mais altas e maior heterogeneidade de micro habitats estão negativamente relacionadas ao número de espécies. Embora a heterogeneidade de micro habitats não tenha sido correlacionada positivamente com a riqueza, a quantidade de cada um deles teve uma contribuição significativa na variação da composição entre as cavernas, atuando juntamente com o desenvolvimento linear. A variação na composição é um reflexo das preferências específicas de cada espécie, sendo possível observar um padrão geral de relações negativas com temperaturas mais altas e positivas com as outras características da caverna. A paisagem, no entanto, apenas mostrou influência significativa para a presença de algumas espécies, apresentando relações positivas com a porcentagem de áreas preservadas e negativas com a de áreas degradadas. Assim, destaca-se o grande potencial da área para a conservação de espécies ameaçadas e sugere-se a proteção integral de pelo menos as cavernas classificadas com a máxima relevância. Além disso, o presente estudo traz informações relevantes sobre a preferência ecológica dos morcegos para seleção de abrigos que podem ser úteis na tomada de decisões em processos de licenciamento ambiental.

Palavras-chave: Conservação. Cerrado. Chiroptera. Cavernas. Preferências Ecológicas.

ABSTRACT

There are about 180 species of bats registered in Brazil, of which 58 occur in caves, and of these 13 are considered restricted to caves. Many species make use of caves as roost because they have high environmental stability and provide protection against predators and climatic adversities, allowing social interaction, reproduction and parental care. However, these environments, as well as their associated fauna, became fragile due to changes made in Brazilian legislation in 2008, allowing irreversible negative impacts on caves that are subject to environmental licensing. In this way, identifying caves that represent important bat roosts and understanding what cave and landscape characteristics may influence the selection of shelter by them becomes necessary to define priority areas for conservation. Thus, the study aimed to identify priority caves for conservation taking into account richness, diversity and presence of threatened and/or resident species. And also verify the influence of abiotic variables of cave and the landscape on the richness, on bat assemblage composition and on each species. To accomplish this, analyses of linear regression and model-based multivariate analysis were used, with cave and landscape variables. After two trips to the work field 585 bats were captured, belonging to seven families and 31 species. Four endangered species were recorded in 12 caves, eight caves showed high diversity and seven elevated richness. Thus, of the 19 caves studied, 15 priority caves were identified for conservation, and four new records were made for the state of Tocantins. Richness and composition of the bat assemblage in the region of Aurora do Tocantins, Combinado and Lavandeira are determined by internal factors of the caves, being this relationship more evident during the dry season. The richness is positively related to the size of the caves, their stability in relation to the external environment and the different temperatures and humidity levels found in their interior. However, higher mean temperatures and greater heterogeneity of microhabitats are negatively related to the number of species. Although the heterogeneity of microhabitats was not positively correlated with richness, the quantity of each one of them had a significant contribution in the variation of the composition between the caves, acting together with their size. The variation in composition is a reflection of the characteristic preferences of each species, and it is possible to observe a general pattern of negative relations with higher temperatures, and positive with the other characteristics of the cave. The landscape, however, only showed significant influence for the presence of some species, presenting positive correlations with preserved areas and negative with degraded areas. Thus, it highlights the great potential of the area for the conservation of endangered species and it is suggested the integral protection of at least the classified caves with the maximum relevance. In addition, the present study provides relevant information on the ecological preference of bats for the roost selection that can be useful in decision making in environmental licensing processes.

Keywords: Conservation. Cerrado. Chiroptera. Cave. Ecological preferences.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS.....	14

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

Elaborados de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003a)

MANUSCRITO 1. Cavernas prioritárias para conservação de morcegos ameaçados no Tocantins, incluindo quatro novos registros para o Estado	16
--	-----------

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3	RESULTADOS.....	23
4	DISCUSSÃO.....	31
5	IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO.....	35
	AGRADECIMENTOS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37
	APENDICE.....	43

MANUSCRITO 2. Preferências ecológicas para seleção de abrigos por morcegos: efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies em assembleias cavernícolas	45
---	-----------

1	INTRODUÇÃO.....	47
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3	RESULTADOS.....	54
4	DISCUSSÃO.....	65
5	CONCLUSÃO.....	69
	AGRADECIMENTOS.....	70
	REFERÊNCIAS.....	71
	APENDICE.....	76

INTRODUÇÃO GERAL

Os morcegos são representantes da ordem Chiroptera, segunda maior da classe, dentre os mamíferos, com mais de 1300 espécies no mundo e 184 no Brasil (NOGUEIRA et al., 2014; DIAZ et al., 2016). Em decorrência dessa diversidade é possível encontrar uma considerável variedade de guildas tróficas no grupo (insetívoros, nectarívoros, frugívoros, animalívoros, piscívoros, e hematófagos). O que permite a esses animais atuarem em diversos processos ecológicos importantes, pelos quais muitas vezes as populações humanas são beneficiadas. São exemplos, a polinização e dispersão de sementes de uma infinidade de espécies vegetais (LOBOVA et al. 2009; KUNZ et al., 2011) e o controle de populações de insetos e pragas agrícolas (AGUIAR; ANTONINI, 2008; BOYLES et al., 2011). Além disso, nos ambientes cavernícolas os morcegos contribuem à manutenção da diversidade, pois são fontes de aporte energético, por meio da deposição de guano (FERREIRA et al. 2007), favorecendo a existência de toda uma cadeia trófica de invertebrados.

Muitas de suas espécies fazem uso de cavernas como abrigo, pois estas tendem a possuir elevada estabilidade ambiental e lhes conferem proteção contra predadores e intempéries climáticas, possibilitando a interação social, reprodução e o cuidado parental (KUNZ, 1982). Segundo Guimarães e Ferreira (2014) dentre as espécies de morcegos que ocorrem no Brasil, 58 já foram encontradas em cavernas, sendo que destas, 13 são consideradas essencialmente cavernícolas, incluindo quatro espécies ameaçadas.

Apesar da importância das cavernas, alterações na legislação brasileira flexibilizaram a proteção dos ambientes subterrâneos. E a partir da publicação do Decreto 6.640 (BRASIL, 2008) as cavernas submetidas a licenciamento ambiental, podem ser alvo de impactos negativos irreversíveis, o que prejudica diretamente a sua biodiversidade associada (BERNARD, et al., 2012). As diretrizes para a análise de relevância das cavernas foram publicadas em uma instrução normativa em 2009, e atualizadas em 2017 (BRASIL, 2009; 2017). No que concerne aos morcegos, as cavidades subterrâneas de relevância máxima são aquelas que constituem abrigo essencial para a preservação de espécies ameaçadas. Já a classificação de alta, média e baixa relevância leva em consideração atributos como riqueza, diversidade, presença de população residente de quirópteros, de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, e de grandes congregações de morcegos (BRASIL, 2017).

Desta maneira, identificar cavernas que representem importantes abrigos para os morcegos e entender quais características da caverna e da paisagem podem influenciar a seleção de abrigo por parte das espécies torna-se necessário para definir áreas prioritárias para conservação e subsidiar decisões no processo de licenciamento, nos casos de supressão e compensação de cavernas. Assim, a presente dissertação foi organizada em duas partes. A primeira refere-se à Introdução Geral e a segunda aos artigos, formatados de acordo com as normas da Universidade Federal de Lavras para elaboração de periódicos científicos.

O estudo foi realizado nos municípios de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira, uma região rica em áreas cársticas e ainda pouco conhecida no que diz respeito à quiropterofauna, no estado do Tocantins. O primeiro artigo teve como objetivo identificar cavernas prioritárias para conservação levando em consideração a riqueza, diversidade e a presença de espécies ameaçadas e/ ou residentes. Os objetivos do segundo foram avaliar: (i) se a riqueza está positivamente relacionada com as variáveis abióticas da caverna (temperatura, umidade, tamanho, estabilidade e heterogeneidade de micro habitats) e com a heterogeneidade e preservação da paisagem; (ii) se a variação na composição das espécies é influenciada pelas características das cavernas e da paisagem; (iii) de que forma as diferentes espécies respondem a cada uma das variáveis da caverna e da paisagem; e (iv) se essas relações se alteram entre as duas amostragens realizadas na estação seca e chuvosa.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR L.M.S.; ANTONINI Y. Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. **Revta bras Zool.** 25(1): 28–31. 2008.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; BRITO, D.; CRUZ-NETO, A. P.; GREGORIN, R.; MACHADO, RICARDO B.; OPREA, M.; PAGLIA, A. P.; TAVARES, V. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. In: FREITAS, T.R.O.; VIEIRA, E.M. (Org.). **Mamíferos do Brasil: Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia. vol II. 2ed. p. 19-35. 2012.
- BOYLES, J.G.; CRYAN, P.M.; MCCRACKEN, G.F.; KUNZ, T.H. Economic importance of bats in agriculture. **Science.** 332:41-42. 2011
- BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Decreto Federal nº. 6.640, de 07 de novembro de 2008. Relevância de cavernas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, 10 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acesso em: 21/08/2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa MMA nº. 002, de 20 de agosto de 2009. Estabelece uma metodologia específica para a determinação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/in%2002_mma_comentada.pdf>. Acesso em: 21/08/2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa N° 2 de 30 de Agosto de 2017. Define a metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF. 2017.
- DIAZ, M.M.; SOLARI, S.; AGUIRRE, L.F.; AGUIAR, L.M.S.; BARQUEZ, R.M. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. **Publicación Especial n°2, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina).** 160 pp. 2016.
- 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.
- GUIMARÃES, M.M.; FERREIRA, R.L. Morcegos cavernícolas do Brasil: Novos Registros e desafios para a Conservação. **Revista Brasileira de Espeleologia** v.2. n° 4. 2014.
- KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In: **Ecology of bats** (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York. Pp. 1–55. 1982.
- KUNZ, T.H.; MURRAY, S.W.; FULLER., N.W. Bats. In White, W.B. and D.C. Culver (eds.). **Encyclopedia of caves.** Second Edition. Academic Press. MA, USA. Pp. 45-54. 2011.

LOBOVA, T.A.; GEISELMAN, C.K.; MORI, A.S. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 101. The NYBG Press, New York. 2009.

NOGUEIRA, M. R.; DE LIMA, I. P.; MORATELLI, R.; DA CUNHA TAVARES, V.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**. 10(4), 808-821. 2014.

CAVERNAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DE MORCEGOS AMEAÇADOS NO TOCANTINS, INCLUINDO QUATRO NOVOS REGISTROS PARA O ESTADO

Jennifer de Sousa Barros Pereira^{1,2}, Enrico Bernard³, Rodrigo Lopes Ferreira²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras

² Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, Universidade Federal de Lavras

³ Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

A fragmentação e perda de habitats estão entre os principais fatores para a degradação dos ecossistemas e para a redução da biodiversidade em todo o mundo. O Brasil é um país megadiverso, e sua biodiversidade é altamente prejudicada pela destruição dos seus habitats naturais, sendo o Cerrado o segundo bioma mais impactado. Dentre os mamíferos, os morcegos constituem o grupo de maior riqueza registrada para este bioma, e apesar de possuírem alta capacidade de deslocamento, diversos estudos têm demonstrado os efeitos negativos da fragmentação sobre suas comunidades. Alterações na legislação brasileira agravaram essa situação quando flexibilizaram a proteção das cavernas, um de seus principais abrigos, permitindo impactos negativos irreversíveis naquelas passíveis de licenciamento ambiental. Desta forma, identificar cavernas relevantes como abrigo para morcegos torna-se uma importante ferramenta de conservação. O objetivo deste estudo foi descrever as assembleias de morcegos em cavernas em três municípios no sudeste do Tocantins, quanto a riqueza, abundância e diversidade. Foram realizadas duas noites de amostragem em 19 cavernas nos meses de abril e setembro de 2017. As capturas noturnas foram realizadas com redes de neblina, expostas nas entradas das cavernas por seis horas a partir do pôr-do-Sol. A riqueza, abundância, diversidade, e a presença de espécies ameaçadas e/ou residentes foram avaliadas, bem como a partição de diversidade beta. Foram capturados 585 morcegos, pertencentes a sete famílias e 31 espécies. Foram registradas 12 cavernas com presença de espécies ameaçadas, oito com alta diversidade e sete com elevada riqueza. A partir disso, foram identificadas 15 cavernas prioritárias para conservação, e realizados quatro novos registros para o estado do Tocantins. A variação na diversidade beta é majoritariamente decorrente de substituição de espécies, o que indica que proteger o maior número de cavernas seria o ideal para a conservação das assembleias de morcegos da região. Assim, destaca-se o grande potencial da área para a conservação de espécies ameaçadas e sugere-se a proteção integral de pelo menos aquelas cavernas classificadas com máxima relevância.

Palavras-chave: Perda de habitat. Cerrado. Cavernas. Chiroptera. Conservação.

ABSTRACT

Fragmentation and loss of habitats are one of the main factors for the degradation of ecosystems and the reduction of biodiversity around the world. Brazil is a megadiverse country, in which biodiversity is highly impaired by the destruction of its natural habitats, with the Cerrado being the second most impacted biome. Among the mammals, bats are the group with the greatest richness recorded for this biome, and despite having high displacement capacity, several studies have demonstrated the negative effects of fragmentation on their communities. Changes in Brazilian legislation aggravated this situation when they made the protection of caves (one of the main bat roosts) more flexible, allowing irreversible negative impacts on those that are subject to environmental licensing. That way, identify relevant caves as roost for bats, it becomes an important conservation tool. The objective of the study was to describe the biological parameters of the cave assemblage in three municipalities in the southeast of Tocantins, seeking to identify those of maximum relevance in order to become fully protected. Two nights of sampling were carried out in 19 caves in the months of April and September of 2017. The nocturnal catches were made with mist nets, exposed at the entrances to the caves for six hours from sunset. The richness, abundance, diversity, and presence of threatened and / or resident species were assessed, as well as the beta diversity partition. Were captured 585 bats, belonging to seven families and 31 species. Four endangered species were recorded in 12 caves, eight caves showed high diversity and seven elevated richness. Thus, 15 priority caves were identified for conservation, and four new records were made for the state of Tocantins. The variation in beta diversity is all due for turnover, which indicates that protecting the largest number of caves would be ideal for conservation of the bats assemblage in the region. Thus, we highlight the great potential of the area for the conservation of endangered species and we suggest the integral protection of at least those classified caves with maximum relevance.

Keywords: Habitat loss. Cerrado. Caves. Chiroptera. Conservation.

1 INTRODUÇÃO

A fragmentação e perda de habitats são consideradas um dos principais fatores para a degradação dos ecossistemas e para a redução da biodiversidade em todo o mundo (WU, 2013; WILSON et al. 2016). Atividades antrópicas como agricultura e mineração alteram a paisagem reduzindo os habitats e os recursos disponíveis para as espécies nativas (TEWS, et al., 2004; DORRESTEJIN et al., 2015; DUARTE et al. 2015), afetando negativamente diversos grupos (BROOKS, et al. 2002; CARVALHO et al. 2009). O Brasil é um dos 17 países megadiversos do mundo, e sua biodiversidade é altamente prejudicada pelos elevados níveis de degradação de seus habitats naturais (MITTERMEIER, et al 1997; MMA, 2010). O Cerrado é o segundo bioma brasileiro mais fragmentado tendo 55% de sua área original transformada em áreas agrícolas, o que tem efeitos diretos sobre sua biodiversidade, uma vez que grande parte das espécies é endêmica e muitas se encontram ameaçadas (KLINK; MACHADO, 2005; MMA, 2014).

Dentre os mamíferos, os morcegos constituem o grupo com maior riqueza registrada para o Cerrado (PAGLIA, et al 2012), e apesar de possuírem alta capacidade de deslocamento, diversos estudos têm demonstrado os efeitos negativos da fragmentação sobre suas comunidades reduzindo seus abrigos e áreas de forrageamento (MUYLAERT et al. 2016; OLIVEIRA et al. 2017). A perda de habitat tem sido o principal critério para a inclusão de espécies de morcegos na Lista Brasileira de Fauna Ameaçada, uma vez que pode resultar em declínio populacional e diminuição da distribuição das espécies (BERNARD, et al. 2012). Dentre as espécies presentes na lista nacional duas foram incluídas por serem endêmicas do Cerrado: *Glyphonycteris behnii* (Peters, 1865) e *Lonchophylla dekeyseri* Taddei, Vizotto & Sazima, 1983, e três por serem dependentes de cavernas, *Lonchorrina aurita* Tomes, 1863, *Natalus macrourus* (Gervais, 1856), e *Furipterus horrens* (Cuvier, 1828) (MMA, 2014).

Um agravante às ameaças sobre os morcegos surge quando são levados em consideração as pressões e ameaças sobre os afloramentos rochosos que propiciam a ocorrência de cavernas, um dos principais abrigos utilizados por esse grupo (KUNZ, 1982). Espécies associadas a cavernas tornaram-se mais susceptíveis a impactos decorrentes da destruição de seus abrigos, desde que alterações na legislação brasileira flexibilizaram a proteção desses ambientes (BERNARD, et al. 2012). A partir da publicação do Decreto 6.640, as cavidades naturais subterrâneas passíveis de licenciamento ambiental podem ser totalmente suprimidas (BRASIL, 2008). No

processo, apenas aquelas consideradas como de máxima relevância recebem proteção integral (BRASIL, 2009; 2017). No que tange aos morcegos, as cavidades subterrâneas integralmente protegidas são aquelas que constituem abrigo essencial para a preservação de espécies ameaçadas. Já as outras classificações (alta, média e baixa relevância) levam em consideração atributos como riqueza, diversidade, e presença de populações residentes de quirópteros, populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, e grandes congregações de morcegos (BRASIL, 2009; 2017).

Riqueza, diversidade, e a presença de espécies raras, ameaçadas ou de importância ecológica, são usadas como critérios para a determinação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (BENAYAS; MONTAÑA, 2003; ASSAD et al. 2016). Identificar tais áreas tem se tornado cada vez mais necessário frente ao avanço das atividades humanas sobre os ecossistemas naturais, uma vez que mundialmente apenas 14.6% dos ambientes terrestres encontram-se protegidos (BUTCHART et al., 2015). Aliado a isso, o conhecimento a respeito da diversidade, distribuição e ocorrência das espécies ainda é escasso (KASSAS, 2002; BERNARD et al. 2011; OLIVEIRA, 2017).

O Tocantins é o estado brasileiro menos conhecido em relação à quiropteroфаuna (BERNARD, et al., 2011), além de ser potencialmente rico em áreas cavernícolas (ZAMPAULO et al. 2007). Porém, poucos inventários foram realizados no estado e menor ainda é o número de estudos realizados em cavernas, apesar disso o incremento de novos registros de morcegos para a região tem sido expressivo (GREGORIN, et al., 2011; NOVAES et al. 2012; NOVAES et al. 2014; LAPENTA; BUENO 2015, FELIX et al., 2016). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi descrever as assembleias de morcegos em uma área cárstica situada no estado, quanto a riqueza, abundância e diversidade, buscando identificar cavernas passíveis de proteção integral. Assim, espera-se contribuir para a conservação das cavidades naturais subterrâneas e consequentemente do Cerrado, bem como dos quirópteros, reduzindo a lacuna no conhecimento sobre a ocorrência de suas espécies, e preservando seus abrigos e habitats.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

O estudo foi realizado nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, localizados na mesorregião oriental do estado do Tocantins, norte do Brasil

(Figura 1). A região, inserida no Cerrado central brasileiro, é caracterizada por vegetação com áreas descontínuas, formadas por cerrados ralos, cerrados típicos, cerrado rupestre e mata de galeria (SOUSA et al. 2012). O bioma é considerado um *hot spot* mundial (MYERS et al., 2000), tornando assim a área um importante remanescente, com distintas fisionomias vegetacionais como Floresta Estacional Decidual e Cerrado *sensu stricto*.

O clima na região é considerado tropical-equatorial, úmido-sub-úmido com pequena deficiência hídrica, e precipitação anual de cerca de 1400 mm (SOUSA et al. 2012), com ocorrência de duas estações climáticas distintas, seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril) (OLIVEIRA-FILHO et al., 2001).

As formações carbonáticas da região pertencem à Província Espeleológica do Bambuí, que constitui o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas do Brasil (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979). Assim, embora o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) possua cerca de 180 cavernas cadastradas para a região, o potencial espeleológico para os municípios é consideravelmente maior. Foram amostradas 19 cavernas (Tabela 1), a partir de uma amostragem espacialmente balanceada (Figura 1).

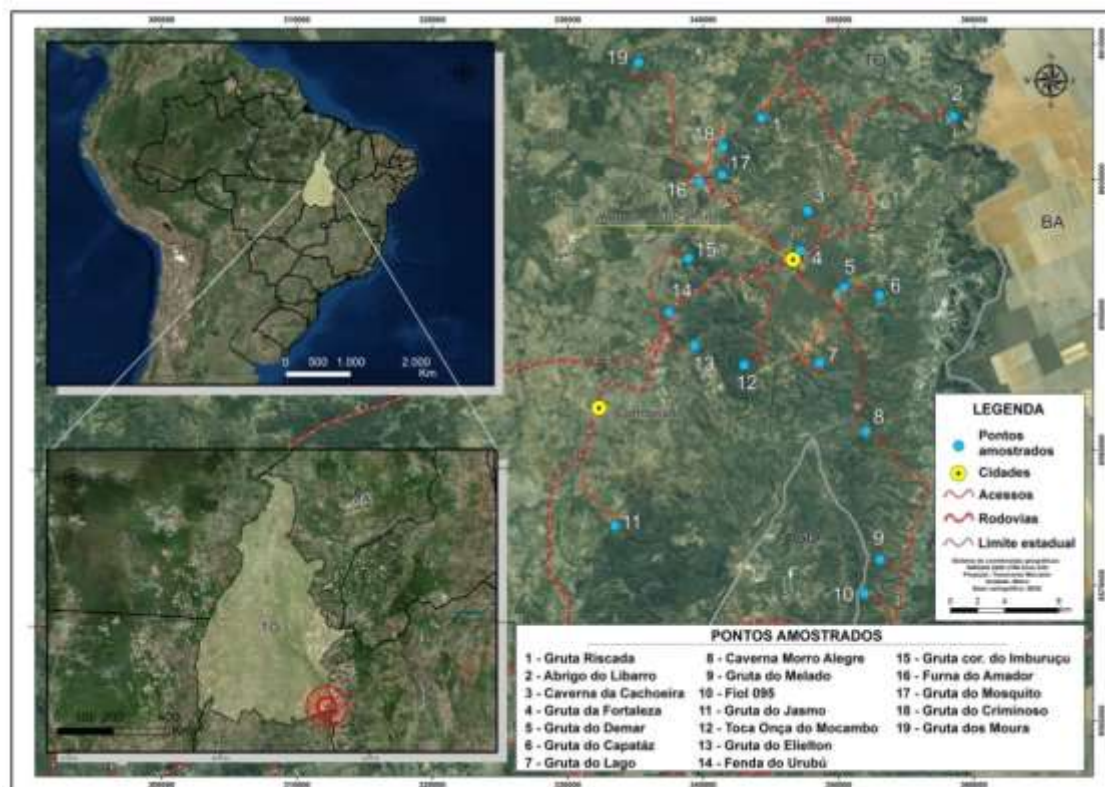


Figura 1 - Área de estudo localizada nos municípios de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira, sudeste do estado do Tocantins, Brasil. Os pontos azuis representam as cavernas amostradas.

Tabela 1 - Cavernas amostradas nos meses de abril e setembro de 2017, no sudeste do Tocantins. São apresentados os municípios, as coordenadas (UTM) de onde se encontram, e o seu número de entradas.

Cavernas	Município	Longitude	Latitude	Ent.
1. Gruta Riscada	Aurora do Tocantins	344298	8604499	1
2. Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	358487	8604640	1
3. Caverna da Cachoeira	Aurora do Tocantins	347744	8597652	2
4. Gruta Fortaleza	Aurora do Tocantins	347210	8594696	3
5. Gruta do Demar	Aurora do Tocantins	350411	8591999	4
6. Gruta do Capatáz	Aurora do Tocantins	353031	8591416	1
7. Gruta do Lago	Lavandeira	348602	8586430	2
8. Morro Alegre	Lavandeira	352037	8581377	1
9. Gruta do Melado	Lavandeira	353076	8571899	2
10. FIOL 095	Lavandeira	351929	8569394	4
11. Gruta do Jasmo	Combinado	333461	8574403	1
12. Toca Onça do Mocambo	Lavandeira	343022	8586265	5
13. Gruta do Elielton	Lavandeira	339348	8587709	2
14. Fenda do Urubu	Lavandeira	337479	8590151	6
15. Córrego do Imburuçu de Cima	Aurora do Tocantins	338923	8594156	1
16. Furna do Amador	Aurora do Tocantins	339778	8599793	1
17. Gruta do Mosquito	Aurora do Tocantins	341418	8600308	1
18. Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	341456	8602408	4
19. Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	335239	8608613	5

Captura e coleta da quiropterofauna

Foram realizadas duas noites de amostragens em cada caverna, a primeira em abril e a segunda em setembro de 2017. Para determinar a riqueza e abundância das espécies em cada cavidade, a amostragem dos morcegos foi realizada por meio de observação diurna e captura noturna. A observação diurna, realizada apenas para complementar os dados de captura, foi feita através de registro fotográfico a partir de busca ativa por toda extensão das cavernas, e teve como objetivo de identificar previamente as espécies e estimar sua abundância. A captura noturna possibilitou a confirmação da identificação das espécies por meio de biometria.

Durante a captura, os indivíduos foram anilhados visando à obtenção de dados de recaptura em diferentes cavernas e em amostragens subsequentes, além da realização de uma estimativa de abundância mais precisa, evitando a contagem de um indivíduo duas vezes na mesma noite.

Para captura noturna foram utilizadas redes de neblina (mist-nets), expostas nas entradas das cavernas por um período de seis horas a partir do pôr-do-sol. O tamanho e a quantidade das redes variaram de acordo com o tamanho e o número de entradas de cada caverna (Tabela 1).

A identificação dos morcegos se deu em campo por meio de chaves de identificação (GARDNER, 2008; DIAZ et al., 2016) ou posteriormente em laboratório. Alguns espécimes foram enviados para especialistas para confirmação das identificações. Espécimes testemunho e aqueles de difícil identificação (apenas por medidas do crânio) foram coletados, fixados em formol e depositados em via líquida (álcool 70%) na Coleção do Museu Nacional de História Natural – UFRJ, na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Lavras e na Coleção Científica de Mastozoologia do Departamento de Zoologia da UFPR (APENDICE A). A captura e coleta dos morcegos foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio), através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), por meio da licença 55484-1.

Análises estatísticas

O esforço amostral foi calculado a partir do total de horas em que as redes ficaram expostas, multiplicado pelo número de redes e sua área total (STRAUBE; BIANCONI, 2002). Como o esforço amostral foi diferente em cada cavidade, foram calculadas as taxas de captura e de riqueza, através da razão entre o número de indivíduos ou espécies capturadas e o esforço amostral (BERNARD; FENTON, 2002). Tais análises representam a eficiência do esforço amostral refletida na captura e na riqueza, sendo realizadas tanto para a amostra geral quanto para cada caverna.

O sucesso da amostragem foi avaliado a partir da curva de acumulação de espécies, sendo baseada no número de indivíduos capturados. O número de espécies esperado foi calculado a partir do estimador de riqueza não-paramétrico Jackknife de primeira ordem, que foi escolhido por levar em consideração as espécies raras (MAGURRAN, 2011) e por apresentar menor desvio padrão quando comparado a outros índices (SANTOS, 2004). Os valores da curva de acumulação e a riqueza estimada foram obtidos pelo programa EstimateS 9.1.0.

A riqueza foi avaliada a partir das espécies capturadas e observadas. A abundância relativa de cada espécie foi calculada a partir da razão entre a soma do número de indivíduos capturados em cada caverna e o número total de indivíduos capturados, e multiplicada por 100.

Mediu-se a diversidade de morcegos capturados através do Índice de Shannon (H') que leva em consideração a riqueza de espécies e a equitabilidade entre os indivíduos (MAGURRAN, 2011). Adicionalmente, para avaliar qual a contribuição

de aninhamento e/ou substituição na composição entre as cavernas, foi realizada uma análise de partição da diversidade beta, baseada na matriz de presença/ausência de espécies. Esta análise foi realizada pelo programa R versão 3.2.2 (R CORE TEAM, 2014) de acordo com Baselga (2010).

3 RESULTADOS

Assembleia de morcegos

A partir de um esforço amostral de 8.940 m².h, foram capturados 585 morcegos, pertencentes a sete famílias e 31 espécies (Tabela 2). A taxa de captura foi de 0,065 morcegos/m².h e a taxa de riqueza foi 0,0034 espécies/m².h. A curva de acumulação de espécie não demonstrou estar próxima da assíntota (Figura 2), sendo que o número de espécies esperado, segundo o estimador de riqueza Jackknife 1, seria 39 (Figura 2). Assim, a amostragem registrou 79.5% da riqueza estimada para a região.

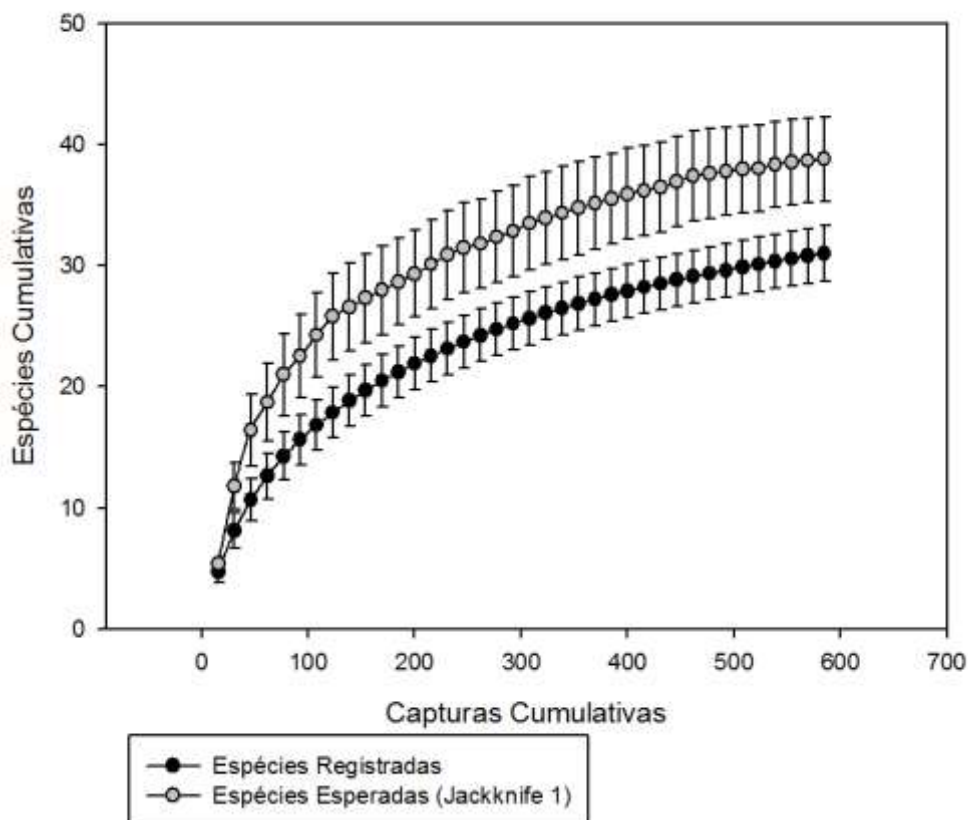


Figura 2 - Curva de acumulação de espécies de morcegos capturados em cavernas do sudeste do Tocantins, levando em consideração o número de espécies capturadas e estimadas (Jackknife 1). As barras representam o desvio padrão de cada valor.

Phyllostomidae foi a família dominante, com 21 espécies (67.7%), seguida de Emballonuridae com três espécies (9.6%). Vespertilionidae e Molossidae foram

representadas por duas espécies cada (6,4%) e Moormopidae, Furipteridae e Natalidae por uma (3,2%).

As espécies mais abundantes foram: *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) com 177 capturas (30.2%), *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767) com 67 capturas (11.4%), *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) com 57 capturas (9.7%) e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) com 52 indivíduos capturados (8.8%) (Figura 3).

Entretanto, considerando a contagem estimada realizada durante as observações diurnas, *Furipterus horrens* (Cuvier, 1828) também apresentou grande abundância geral, sendo contabilizados em torno de 200 espécimes no total.

Dentre as espécies mais frequentes, estão *C. perspicillata*, observados em 15 cavernas (78.9%), *P. hastatus*, observados em 13 (68.4%), *D. rotundus*, observados em 12 (63.1%), *P. macrotis*, observados em 11 (57.8%) e *G. soricina* e *F. horrens*, ambas as espécies observadas em 10 cavernas (52.6%) (Tabela 2).

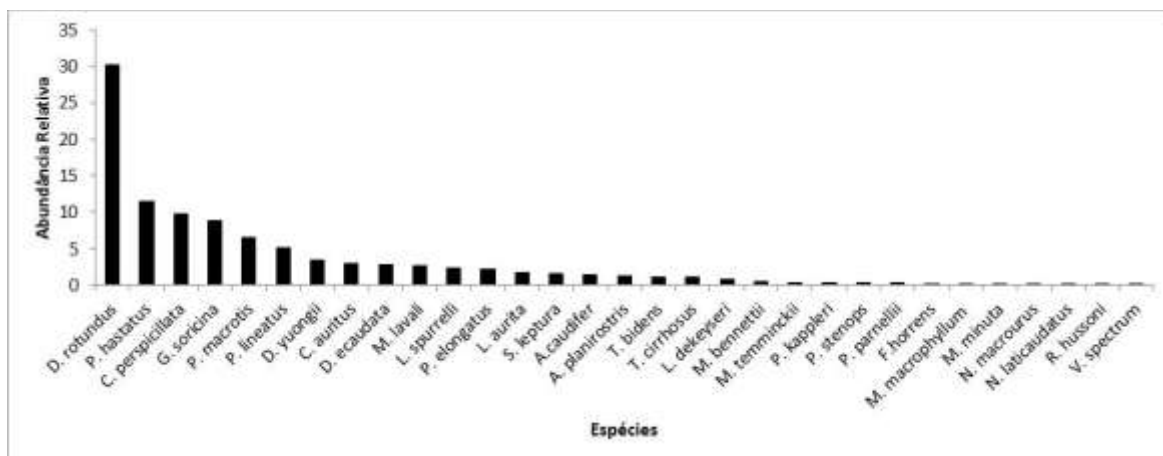


Figura 3. Ranking de abundância relativa de espécies de morcegos capturadas em cavernas nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, TO, entre abril e setembro de 2017.

Tabela 2 - Lista de ocorrência das espécies de morcegos em 19 cavernas nos municípios de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira, registrados em abril e setembro de 2017. Inclui abundância capturada por caverna e por espécie. * Espécies registradas por observação diurna. (Continua).

Família	Espécies	Abundância	FIOL 095	Gruta do Capataz	Gruta do Jasmim	Fenda do Urubu	Gruta do Elielton	Gruta Riscada	Morro Alegre	Gruta do Mosquito	Gruta Fortaleza	Córrego do I. de Cima	Furna do Amador	Abrigo do Libarro	Gruta do Lago	Toca O. do Mocambo	Gruta do Demar	Caverna da Cachoeira	Gruta do Criminoso	Gruta do Melado	Gruta dos Moura	
PHYLLOSTOMIDAE																						
Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	177		5	2		4			2			4	3	19	4	5		39		89	
	<i>Diaemus youngii</i>	20															2	3			15	
Phyllostominae	<i>Dyphylla ecaudata</i>	16					1						1		2	2	2	1	4		3	
	<i>Phyllostomus hastatus</i>	67						1		2	14	15	1	2	1	1	1	5	1	3	20	
	<i>Chrotopterus auritus</i>	17				1							1		1		3	3	4	*	4	
	<i>Phyllostomus elongatus</i>	13									2	1			4		1	2			3	
	<i>Trachops cirrhosus</i>	6			1										2	1					2	
	<i>Tonatia bidens</i>	6										3		1	1				1			
	<i>Mimon bennettii</i>	3														1					2	
	<i>Phylloderma stenops</i>	2																1				1
	<i>Vampyrum spectrum</i>	1																*		1		
	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	1																			1	
Carolliinae	<i>Carollia perspicillata</i>	57	*	1	1			1	12		2		1	8	14	2	2	1	1	3	8	
Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	52							1		5		4	9	7		5	3	2	1	15	
	<i>Anoura caudifer</i>	8											1	1		5				1		
Sternodermatinae	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	30								3	8			1	2	7		2	4		3	
	<i>Artibeus planirostris</i>	7												2					2		3	

A Gruta dos Moura apresentou maior riqueza ($n = 20$) e abundância ($n = 190$), enquanto que os menores valores foram registrados para a caverna FIOLO 095, com duas espécies observadas e apenas um indivíduo capturado. Nas demais cavidades a riqueza variou entre duas e 13 espécies, enquanto que para abundância obteve-se valores entre dois e 62 indivíduos capturados (Tabela 3).

Considerando o esforço amostral, a Gruta do Lago foi a que apresentou taxas mais elevadas de riqueza e abundância (0.061 esp./m².h e 0.344 mor./m².h, respectivamente). As outras 18 cavidades apresentaram valores entre 0.003 e 0.036 esp./m².h, e 0.003 e 0.178 mor./m².h (Tabela 3).

No total, foram anilhados 454 morcegos, sendo 259 capturados na primeira amostragem. Destes, 17 (6,5%) foram recapturados em setembro. As recapturas ocorreram em cinco cavernas, e o número de indivíduos recapturados por caverna variou entre um (5.8%) e nove (52.9%) (Tabela 3). Foram recapturados oito indivíduos de *Desmodus rotundus* de 103 anilhados (7.8%), três de *Carollia perspicillata* de 23 anilhados (13%), e dois de *Diphylla ecaudata* de oito anilhados ($n = 25\%$). Apenas um indivíduo de *Phyllostomus hastatus*, *Peropteryx macrotis*, *Chrotopterus auritus* e *Phyllostomus elongatus* foram recapturados para 38 (2.6%), 21 (4.8%), cinco (20%) e três anilhados (33.3%), respectivamente. Todos foram recapturados nas mesmas cavernas em que foram anilhados.

As cavidades com maior diversidade foram Caverna da Cachoeira, Toca da Onça do Mocambo, Gruta do Demar, Gruta dos Moura, Gruta do Melado, Gruta do Lago, Abrigo do Libarro, e Furna do Amador, e as de menor diversidade foram a Gruta do Capataz, Gruta do Jasmô e a FIOLO 095 (Tabela 3).

A análise de partição demonstrou que toda a variação encontrada na diversidade beta medida entre as cavernas é majoritariamente determinada por substituição (β . Total = 0.93; β . Subst. = 0.85; β . Aninh. = 0.08). Ou seja, espécies presentes em determinadas cavernas são ausentes em outras, ocorrendo assim uma substituição por diferentes espécies.

Tabela 3 - Resultados obtidos no estudo realizado em 19 cavernas em três municípios do sudeste do Tocantins, em abril e setembro de 2017. São apresentados os dados de esforço amostral (m².h), números de indivíduos capturados (n), abundância relativa (%), número de recapturas (n¹) e sua abundância relativa (%¹) em relação ao total de recapturas, riqueza total (n²), taxa de captura (mor/m².h), taxa de riqueza (esp/m².h) e diversidade (H'), para cada caverna.

Cavernas	Esforço Amostral		Abundância		Riqueza		Diversidade
	m ² .h	n (%)	Recapturas n ¹ (% ¹)	cap/m ² .h	n ²	esp/m ² .h	(H')
Gruta dos Moura	1065	190 (32.47)	9 (52.9)	0.178	20	0.018	1.989
Gruta do Elielton	990	3 (0.51)		0.003	4	0.003	1.099
Toca Onça do Mocambo	780	26 (4.44)		0.033	11	0.012	2.051
Gruta do Criminoso	750	62 (10.59)	3 (17.6)	0.082	13	0.016	1.487
Fenda do Urubu	660	4 (0.68)		0.006	3	0.004	1.04
Furna do Amador	570	17 (2.9)		0.029	8	0.014	1.855
Gruta do Mosquito	570	10 (1.7)		0.017	6	0.008	1.557
Abrigo do Libarro	450	31 (5.29)		0.068	9	0.02	1.885
Córrego do I. de Cima	420	24 (4.1)		0.057	6	0.011	1.117
Gruta Riscada	420	13 (2.22)	1 (5.8)	0.03	5	0.009	1.091
Gruta do Demar	330	22 (3.26)		0.066	11	0.027	2.021
Caverna da Cachoeira	315	25(4.27)		0.079	11	0.031	2.203
Gruta do Melado	300	23 (3.93)		0.076	13	0.036	1.989
Gruta do Lago	180	62 (3)	3 (17.6)	0.344	11	0.061	1.934
Morro Alegre	180	32 (5.47)		0.177	5	0.027	1.24
Gruta Fortaleza	180	32 (5.47)	1 (5.8)	0.177	6	0.033	1.453
Gruta do Capatáz	180	2 (0.34)		0.011	2	0.011	0.693
FIOL 095	180	1 (0.17)		0.005	2	0.005	0
Gruta do Jasmô	90	6 (1.02)		0.066	2	0.022	0.450

Cavernas de máxima relevância

Dentre as 31 espécies registradas, quatro encontram-se na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014): *Lonchophylla dekeyseri*, classificado como Em Perigo, e *Furipterus horrens*, *Lonchorhina aurita* e *Natalus macrourus*, considerados vulneráveis (Figura 4).

Tendo em vista a presença das espécies listadas acima em pelo menos uma das campanhas, 12 cavernas (63.2% do total amostrado) podem ser classificadas como de máxima relevância. A Gruta dos Moura e a Gruta do Melado apresentaram duas espécies vulneráveis em uma mesma amostragem, e seis cavidades tiveram registro em ambas as estações (Tabela 4).



Figura 4 - Espécies ameaçadas capturadas em cavernas da região de Aurora do Tocantins, em abril e setembro de 2017. A - *Lonchophylla dekeyseri*; B - *Furipterus horrens*; C - *Lonchorhina aurita*; D - *Natalus macrourus*.

Tabela 4 - Lista das cavidades com presença de espécies ameaçadas, nos municípios de Aurora do Tocantins e Lavandeira, observadas em abril (primeira coluna) e setembro (segunda coluna) de 2017.

Cavernas	Espécies	Presença	
Gruta dos Moura	<i>Furipterus horrens</i>	●	●
	<i>Natalus macrourus</i>	●	
Gruta do Elielton	<i>Furipterus horrens</i>	●	●
Toca Onça do Mocambo	<i>Furipterus horrens</i>	●	
Gruta do Criminoso	<i>Furipterus horrens</i>	●	●
Gruta do Demar	<i>Furipterus horrens</i>	●	
Gruta do Mosquito	<i>Furipterus horrens</i>		●
Córrego do I. de Cima	<i>Furipterus horrens</i>	●	
Gruta Riscada	<i>Furipterus horrens</i>	●	
Caverna da Cachoeira	<i>Furipterus horrens</i>	●	●
Gruta do Melado	<i>Furipterus horrens</i>	●	●
	<i>Lonchorhina aurita</i>	●	
Morro Alegre	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	●	●
Gruta do Lago	<i>Lonchorhina aurita</i>		●

Novos Registros

Durante o estudo foram registradas quatro novas ocorrências para o estado do Tocantins: *Natalus macrourus* (Figura 4), *Saccopteryx leptura* (Schreber, 1774), *Macrophyllum macrophyllum* (Schinz, 1821), e *Myotis lavalii* Moratelli, Peracchi, Dias & Oliveira, 2011 (Figura 5).



Figura 5 - Novos registros de morcegos para o estado do Tocantins. A - *Saccopteryx leptura*; B - *Macrophyllum macrophyllum*; C - *Myotis lavalii*.

Cavernas Prioritárias para Conservação.

Assim, levando em consideração a riqueza, diversidade e presença de espécies ameaçadas ou residentes foram identificadas 15 cavernas prioritárias para conservação (Tabela 5).

Tabela 5 - Cavernas prioritárias para conservação, localizadas nos municípios de Aurora do Tocantins e Lavandeira, TO. As cavidades encontram-se ordenadas em ordem de prioridade, levando em consideração a presença de espécies ameaçadas, o acumulo dos critérios avaliados, valores mais altos de riqueza e diversidade e a presença de espécies residentes.

Cavernas Prioritárias	Critérios			
	Espécies Residentes	Diversidade	Riqueza	Espécies Ameaçadas
Gruta dos Moura	●	●	●	●
Gruta do Lago	●	●	●	●
Gruta do Melado		●	●	●
Caverna da Cachoeira		●	●	●
Gruta do Criminoso	●		●	●
Toca Onça do Mocambo		●	●	●
Gruta do Demar		●	●	●
Gruta Riscada	●			●
Gruta Morro Alegre				●
Gruta do Mosquito				●
Gruta do Elielton				●
Córrego do Imburuçu de Cima				●
Abrigo do Libarro		●	●	
Furna do Amador		●	●	
Gruta Fortaleza	●			

4 DISCUSSÃO

Assembleia de morcegos

As cavernas dos municípios de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira possuem elevada riqueza de espécies de morcegos quando comparadas com estudos realizados em diferentes áreas de Cerrado. Das 19 cavernas amostradas, em 12 houve a presença de espécies ameaçadas, oito cavernas apresentaram alta diversidade e sete elevada riqueza de espécies. Quinze cavernas foram identificadas como prioritárias para conservação. Foram registrados quatro novas ocorrências de espécies de morcegos para o estado do Tocantins. Apesar disso, a curva de acumulação e o estimador de riqueza indicam que seria possível encontrar ainda mais espécies, confirmando que este conjunto de cavernas merece proteção.

Dentre os estudos realizados no Cerrado, a grande maioria apresentou riquezas menores variando entre três e 25 espécies, com taxas de riqueza entre 0.0002 e 0.009 (BORDIGNON, 2006; CUNHA et al. 2011; SOUZA et al., 2013; LIMA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017). Apenas dois obtiveram riqueza semelhante ao encontrado no presente estudo, sendo que ambos foram realizados também no Tocantins (GREGORIN et al., 2011; FELIX et al., 2016), mesmo assim ambos apresentaram menores taxas de riqueza. O primeiro foi resultado de um esforço amostral consideravelmente maior e registrou 39 espécies (0.0004 esp/m².h), valor que pode refletir também o nível de conservação da área em qual foi realizado, já que compreende a região do Jalapão, a maior área de Cerrado preservada no Brasil (GREGORIN et al., 2011). O segundo, realizado em Aurora do Tocantins, porém majoritariamente em áreas abertas, encontrou 30 espécies, também com maior esforço amostral (0.0013 esp/m².h) e já indicava o potencial da área para a conservação dos morcegos (FELIX, et al. 2016). De fato, os dados obtidos no atual estudo complementam e corroboram os resultados do estudo anterior. Considerando ambos, a riqueza de morcegos acumulada para a região é de 42 espécies, a maior encontrada em uma área de Cerrado não protegida legalmente, o que reforça a importância de preservação na região.

Em relação à composição encontrada, a grande representatividade da família Phyllostomidae era esperada, sendo frequentemente relacionada ao método de coleta empregado (redes de neblina) que favorece a captura de frugívoros (PEDRO; TADDEI, 1997; SIMMONS; VOSS, 1998). Além disso, devido ao grande número de espécies presentes no grupo, esse parece ser um padrão comum encontrado em levantamentos de quirópteros nas regiões neotropicais (BREDDT et al., 1999; SAMPAIO et al., 2003; FARIA et al., 2006).

Essa dominância refletiu-se também nas espécies mais capturadas: *D. rotundus*, *P. hastatus*, *C. perspicillata* e *G. soricina*, todas pertencentes a essa família. A elevada abundância dessas espécies é geralmente associada a seus hábitos alimentares (BREDDT et al., 1998; GONÇALVES; GREGORIN, 2004; LIMA et al., 2016). A espécie hematófaga *Desmodus rotundus* pode estar sendo favorecida pelo aumento da agropecuária na região, pois criações de gado servem de recurso e promovem a manutenção de suas populações (BREDDT et al., 1998). Em contrapartida, as últimas três espécies apresentam dietas generalistas e beneficiam-se com a grande gama de recursos disponíveis (néctar, pólen e frutas) (MARINHO-FILHO; SAZIMA, 1998; BREDDT et

al., 1999; ZORTÉA, 2003; CABALLERO-MARTÍNEZ et al. 2009), nas áreas ainda preservadas no entorno das cavernas.

Segundo Guimarães e Ferreira (2014) cavidades subterrâneas podem ser classificadas quanto ao seu número de espécies de morcegos em baixa (1-3 espécies), média (4-6), alta (7-9) e elevada riqueza (10 >). Assim, das 19 cavernas amostradas neste estudo nove são expressivamente ricas, sete possuindo elevada riqueza, e duas, alta.

A Gruta dos Moura, já era a caverna com maior riqueza registrada para o Neotrópico com 21 espécies (FELIX et al., 2016). O presente estudo aumenta esse número para 26, com o registro de *Nalatus macrourus*, *Micronycteris minuta*, *Peropteryx kappleri*, *Saccopteryx leptura*, e *Diaemus youngii*. Outras sete espécies foram exclusivas para o primeiro estudo, sendo 15 as capturadas em ambos. Essa diferença pode ser decorrente da forma com que cada espécie utiliza cavernas como abrigo. Segundo Guimarães e Ferreira, (2014) muitas espécies são consideradas cavernícolas oportunistas ou não cavernícolas, fazendo pouco uso de cavidades subterrâneas. Dentre as 26 espécies capturadas na Gruta dos Mouras, apenas oito são essencialmente cavernícolas (GUIMARÃES; FERREIRA, 2014). Evidencia-se assim, a relevância dessa caverna como abrigo para diversas espécies de morcegos, dependentes ou não de cavernas.

Destaca-se ainda a Gruta do Lago, com as maiores taxas de captura e riqueza, ou seja, com um esforço amostral relativamente baixo esta cavidade apresentou um elevado número de espécies. As grutas do Melado e do Criminoso apresentaram a segunda maior riqueza do estudo. Riquezas variando entre 10 e 18 espécies foram registradas em outras cavernas do Cerrado (BREDT, et al., 1999; ESBERARD et al., 2005; PORTELA, 2010), entretanto, nenhum dos estudos encontrou mais do que três cavidades com elevada riqueza em uma mesma região, evidenciando o diferencial dos municípios aqui estudados.

Os dados de recaptura demonstram a importância de algumas cavernas para determinadas espécies, indicando uma possível fidelidade às grutas da Fortaleza, Riscada, do Lago, do Criminoso e dos Moura. De acordo com Lewis (1995), apesar de a fidelidade estar relacionada diretamente com a permanência dos abrigos e indiretamente com a disponibilidade deles, os benefícios da fidelidade são diferentes para cada espécie e podem influenciar essa relação. Familiaridade com abrigos de alta qualidade podem favorecer a permanência de espécies que formam colônias maternidade como *D.*

rotundus, e aquelas sensíveis a perturbações como *P. hastatus* (LEWIS, 1995). Já a manutenção dos relacionamentos sociais é mencionada pela autora como um benefício para a espécie *C. perspicillata*, por reduzir os custos de agressão dos machos que defendem seus territórios para reprodução.

Oito cavernas apresentaram alta diversidade, baseado no Índice de Shannon (entre $H' = 1.855$ e 2.203). Altas diversidades já foram reportadas para o Cerrado em outros estados brasileiros: Goiás (ZORTEA; ALHO, 2008); São Paulo (MUYLAERT et al., 2014); e Mato Grosso (SOUSA et al. 2013; LIMA et al., 2016). Naqueles estudos, as diversidades foram calculadas a partir de pontos em meio à vegetação, diferenciando-se das amostragens em cavernas, que remetem à diversidade encontrada em um único ponto amostral. Nas cavernas aqui amostradas, destacam-se a Caverna da Cachoeira, a Toca da Onça do Mocambo e a Gruta do Demar, com os índices de diversidade mais elevados.

Embora esses parâmetros tenham ressaltado a importância de algumas cavernas para os morcegos da região, a análise de partição permitiu verificar a maior parte da variação na diversidade beta é decorrente de substituição. Em ambientes naturais isso implica que a conservação deve incluir múltiplos locais (SOCOLAR, et al., 2016), ao invés de se concentrar apenas no mais rico ou diverso. Na prática isso significa que, para uma conservação efetiva na área estudada, o ideal seria preservar o maior número de cavernas possível, buscando abranger toda a área.

Cavernas de máxima relevância

As espécies ameaçadas registradas no atual estudo são todas essencialmente cavernícolas (GUIMARÃES; FERREIRA, 2014), tendo como sua principal ameaça o aumento da destruição de seus habitats e abrigos naturais (MMA, 2014).

Furipterus horrens, foi a mais frequente das espécies ameaçadas, encontrada em dez cavernas. Embora apenas um indivíduo tenha sido capturado, o registro desta espécie foi feito majoritariamente a partir das observações diurnas. A dificuldade em capturá-la já foi relatada por outros autores (UIEDA et. al, 1980; BREDT et al., 1999), e é consequência de sua alta capacidade para detectar e desviar das redes de neblina (KUNZ; PARSONS 2009). Apesar disso, sua ocorrência é comum em estudos em cavernas (GUIMARÃES; FERREIRA, 2014; VARGAS-MENA, 2016).

Lonchophylla dekeyseri, pelo contrário, foi mais rara, sendo registrada apenas na Gruta Morro Alegre. Classificada na categoria “Em Perigo” na lista de ameaçadas do

país, a espécie é endêmica do Cerrado e possui tamanho populacional estimado em menos de 2.500 indivíduos maduros (AGUIAR et al, 2006). Assim, o fato de capturá-la nas duas amostragens merece menção, pois esta caverna pode representar um abrigo importante para a manutenção da população ali existente.

A legislação brasileira determina que cavidades naturais subterrâneas com presença de espécies ameaçadas são passíveis de proteção integral. Considerando áreas de Cerrado, poucos foram os inventários de morcegos com mais de uma caverna amostrada (BREDT, et al., 1999; ESBÉRARD et al., 2001; SILVA, et al., 2009). Dois deles apresentaram porcentagem maior de cavernas de máxima relevância (ESBÉRARD, et al., 2005; PORTELA, 2010), porém ambos foram realizados em localidades já protegidas em forma de unidades de conservação. Ressalta-se assim, que pelo menos 63.2% das cavidades amostradas no presente estudo devem ser preservadas.

Novos Registros

Quatro novos registros foram realizados para o estado do Tocantins, incluindo uma espécie ameaçada: *Natalus macrourus*, *Saccopteryx leptura*, *Macrophyllum macrophyllum* e *Myotis lavalii*. Com isso elevou-se o número de espécies no estado para 64 (GREGORIN, et al., 2011; NOVAES et al. 2012; NOVAES et al. 2014; LAPENTA; BUENO 2015; FELIX et al., 2016), o que representa pouco mais da metade (54%) das espécies que ocorrem no Cerrado (AGUIAR, et. al., 2016). No entanto, nota-se que estes estudos estão concentrados em localidades ao sul do estado, de forma que levantamentos em outras regiões podem aumentar ainda mais a riqueza no Tocantins.

5 IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

Foram identificadas 15 cavernas prioritárias para conservação, 12 delas pela presença de espécies ameaçadas – o que as confere máxima relevância -, duas por apresentarem altos valores de riqueza e diversidade, e uma por ser refúgio para espécie sensível à perturbação.

A contínua fragmentação do Cerrado e a atual fragilidade dos ambientes cavernícolas tornam fundamental a proteção de áreas detentoras de biodiversidade notáveis. Embora as unidades de conservação detenham parte considerável da fauna brasileira, ainda é eminente a necessidade de criação de novas áreas protegidas (OLIVEIRA et al., 2017). Apenas 15% das áreas apontadas como prioritárias para conservação no país contemplam algum registro de morcegos (BERNARD et al., 2011).

Além disso, poucas unidades de conservação foram especialmente criadas pelo governo federal, com o intuito de proteger o patrimônio espeleológico (MMA, 2013).

Apesar da crescente expansão agropecuária que ocorre no Cerrado, o Tocantins ainda possui altos índices de cobertura vegetal natural (BRASIL, 2010), e os municípios de Aurora do Tocantins e Lavandeira destacam-se por concentrar um expressivo número de cavernas, inseridas em áreas de Cerrado, relevantes para conservação de uma rica e diversa comunidade de morcegos.

Assim, os dados obtidos no presente estudo geram subsídios para futuras estratégias conservacionistas, ressaltando a importância de conservação enquanto a região ainda encontra-se relativamente bem preservada. Sugere-se a proteção integral de pelo menos aquelas cavernas classificadas com máxima relevância. E estimula-se ainda a realização de estudos complementares a respeito das atividades antrópicas nas cavernas da região, visando ações de manejo. Adicionalmente sugere-se a realização de estudos em outras regiões do estado do Tocantins, que tem demonstrado enorme potencial para riqueza e diversidade de morcegos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a primeira autora, e à Bat Conservation International pelo apoio financeiro para realização do projeto. Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coleta. A Prefeitura de Aurora do Tocantins pelo apoio logístico, em especial à pessoa de Wagner José de Moura por toda ajuda e disposição durante os campos. Somos gratos aos moradores dos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado (Clóvis, Jasmão, Florisvaldo, Silvio, Elielton, Heládio, Amador, Ranolfo, Vitorino, Termozilo, José, Milton e Renilda) por facilitar e permitir a realização do trabalho em suas propriedades. Agradecemos as equipes de campo (Gabrielle Pacheco, Rafael Cardoso, Renato Gatti e Roberta Cerqueira) por toda dedicação e esforço durante as coletas. Agradecemos também à Ricardo Moratelli, Daniela Dias e Marcelo Nogueira, pela ajuda nas identificações. Agradecemos a Roberto Franco pela confecção do mapa da localização do estudo. E. Bernard e R.L. Ferreira são bolsistas de produtividade do CNPq.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, B. R.; DITCHFIELD, A.; ZORTÉA, M.; MARINHO-FILHO, J. & COELHO, D. Plano de Ação para Conservação do Morceguinho-do-Cerrado no Brasil (*Lonchophylla dekeyseri*). **Ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Brasília. 93 p. 2006.
- AGUIAR, L. M. S., BERNARD, E., RIBEIRO, V., MACHADO, R. B., & JONES, G.. Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. **Global Ecology and Conservation**. 5, 22–33. 2016.
- ASSAD, I.; LUNDQUIST, C.; ERDMANN, M.; COSTELLO, M.J. Ecological criteria to identify areas for biodiversity conservation. **Biological Conservation**. 213. 309-316. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.007>.
- BENAYAS, J.M.R.; MONTAÑA, E. Identifying areas of high-value vertebrate diversity for strengthening conservation. **Biological Conservation**. 114. 357-370. 2003.
- BERNARD, E.; FENTON, B. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forest, and savannas in central Amazonia, Brazil. **Can. J. Zool.** 80:1124-1140. 2002. doi:10.1139/z02-094
- BERNARD, E.; AGUIAR, L.M.S. & MACHADO, R.B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mamm. Rev.** 41(1):23-39. 2011. doi:10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; BRITO, D.; CRUZ-NETO, A. P.; GREGORIN, R.; MACHADO, RICARDO B.; OPREA, M.; PAGLIA, A. P.; TAVARES, V. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil. In: FREITAS, T.R.O.; VIEIRA, E.M.. (Org.). **Mamíferos do Brasil: Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação**. vol II. 2ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia. p. 19-35. 2012.
- BORDIGNON, M.O. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1002-1009. 2006.
- BRASIL. Decreto Federal nº. 6.640, de 07 de novembro de 2008. Relevância de cavernas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acesso em: 21/08/2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa MMA nº. 002, de 20 de agosto de 2009. Estabelece uma metodologia específica para a determinação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/in%2002_mma_comentada.pdf>. Acesso em: 21/08/2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O panorama da biodiversidade global**. Brasília – DF, 94 p. 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa N° 2 de 30 de Agosto de 2017. Define a metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 2017.

BREDT, A.; ARAÚJO, F.A.A.; CAETANO-JR, J.; RODRIGUES, M.G.R.; YOSHIZAWA, M.; SILVA, M.M.S.; HARMANI, N.M.S.; MASSUNAGA, P.N.T.; BÜRER S.P.; PORTO, V.A.R.; UIEDA, W. Morcegos em áreas urbanas e rurais: Manual de manejo e controle. **Fundação Nacional de Saúde**. Brasília. 117p. 1998.

BREDT, A.; UIEDA, W.; MAGALHÃES, E.D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**.16: 3 p731-770. 1999.

BROOKS, T.M.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; KONSTANT, W.R.; FLICK, P., PILGRIM, J.; OLDFIELD, S.; MAGIN, G.; HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**. 16, 909–923. 2002.

BUTCHART, S.H.; CLARKE, M.; SMITH, R.J.; SYKES, R.E.; SCHARLEMANN, J.P.; HARFOOT, M.; BUCHANAN, G.M.; ANGULO, A.; BALMFORD, A.; BERTZKY, B. Shortfalls and solutions for meeting national and global conservation area targets. **Conserv. Lett.** 8 (5), 329–337. 2015.[http:// dx.doi.org/10.1111/conl.12158](http://dx.doi.org/10.1111/conl.12158).

CABALLERO-MARTÍNEZ, L.A.; MANZANO, I.R.; GÓMEZ, L.I.A. Hábitos alimentarios de *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Ixtapan del Oro, estado de México. **Acta Zool. Mex.** 25: 161–175. 2009.

CARDOSO, P.; RIGAL, F.; CARVALHO, J. BAT- Biodiversity assessment Tools, an R package for the measurement and estimation of alpha and beta taxon, phylogenetic and functional diversity. **Methods in Ecology and Evolution**. 6, 232-236. 2015. doi: 10.1111/2041-210X.12310

CARVALHO, F.M.V.; JÚNIOR, P.D. M.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**. V.142. 1392-1403. 2009.

CUNHA, N.L.; FISCHER, E.; SANTOS, C.F. Bat assemblage in savanna remnants of Sonora, central-western Brazil. **Biota Neotropica**, 11(3): 197-201. 2011.

DÍAZ, M.M.; SOLARI, S.; AGUIRRE, L.F.; AGUIAR, L.M.S.; BARQUEZ, R.M. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. **Publicación Especial n°2, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)**. 160 pp. 2016.

DORRESTEIJN, I.; SCHULTNER, J.; NIMMO, D.G.; FISCHER, J.; HANSPACH, J.; KUEMMERLE, T.; KEHOE, L.; RITCHIE, E.G.; Incorporating anthropogenic effects into trophic ecology: predator–prey interactions in a human-dominated landscape. **Proc. R.Soc. Lond. B Biol. Sci.**, 282. 2015.

DUARTE, M.H.L.; SOUSA-LIMA, R.S.; YOUNG, R.J.; FARINA, A.; VASCONCELOS, M.; RODRIGUES, M.; PIERETTI, N. The impact of noise from

open-cast mining on Atlanticforest biophony. **Biol. Conserv.** 191, 623–631, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.08.006>.

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. In: SPELEO BRASIL 2001. Brasília. **Anais...** Campinas: SBE, 2001, p.361-364.

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 Neotrop.** 6:2-13. 2006. doi:10.1590/S1676 06032006000200022

FELIX, S.; NOEVAES, R.L.M.; SOUZA, R.S.; AVILLA, L.S. Bat assemblage in a karstic area from northern Brazil: seven new occurrences for Tocantins state, including the first record of *Glyphonycteris sylvestris* Thomas, 1896 for the Cerrado. **Check List.** V.12. N.6. 2016.

GARDNER, A. L. Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats. In: **Mammals of South American.** Chicago. University of Chicago Press. V.1 669p. 2008.

GONÇALVES, E.; R. GREGORIN. Quirópteros da Estação Ecológica da Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil, com o primeiro registro de *Artibeus gnomus* e *A. anderseni* para o Cerrado. **Lundiana.** 5(2): 143-149. 2004.

GREGORIN, R.; GONÇALVES, E.; AIRES, C. C.; CARMIGNOTTO, A. P. Bats (Mammalia: Chiroptera) from Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. **Biota Neotropica,** 11(1). 2011.

GUIMARÃES, M.M.; FERREIRA, R.L. Morcegos cavernícolas do Brasil: Novos Registros e desafios para a Conservação. **Revista Brasileira de Espeleologia.** v.2. n° 4. 2014.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L.H. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleotema,** Monte Sião, v. 13, p. 105-167. 1979.

KASSAS, M. Biodiversity: gaps in knowledge. **The Environmentalist.** Kluwer academic Publishers. 22. 43-49. 2002.

KLINK, C.A.; R.B. MACHADO. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology.** 19: 707-713. 2005.

KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. In **Ecology of bats** (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York. Pp. 1–55. 1982.

KUNZ, T.H.; PARSON, S. **Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats.** 2nd edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 901 pp. 2009.

LAPENTA, M.J.; A.A. BUENO. Checklist of bats (Mammalia, Chiroptera) from Tocantins and Bahia, Brazil: a gradient from Cerrado, Caatinga and Atlantic Forest. **Check List**. 11(4): 1673. 2015. doi: 10.15560/11.4.1673

LIMA, C.S.; VARZINCZACK, L.H.; PASSOS, F.C. Richness, diversity and abundance of bats from a savanna landscape in central Brazil. **Mammalia**. V. 81. 2016 .

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução: Dana Moiana Vianna. Ed. UFPR. 261 p. 2011.

MARINHO-FILHO, J.; I. SAZIMA. Brazilian bats and conservation biology, a first survey. In: (T. Kunz and P. Racey, eds.) **Bat biology and conservation**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. pp. 282–294. 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Office of the National Program for Biodiversity Conservation - DCBio. **Fourth National Report to the Convention on Biological Diversity**. Brazil. Brasília: Ministry of the Environment, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco – **PAN Cavernas do São Francisco**. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista da Fauna Brasileira ameaçadas de extinção**. 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies>. Acesso em: 07/08/2016.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES-GIL, P.; MITTERMEIER, C.G. (Eds). Megadiversity. Earth's Biologically Wealthiest Nations. **CEMEX** Agrupacion Sierra Madre, Mexico City. 1997.

MUYLAERT, R.L.; TEXEIRA, R.C.; HORTENCI, L.; ESTÊVÃO, J.R.; ROGERI, P.K.; MELLO, M.A.R. Bats (Mammalia: Chiroptera) in a Cerrado landscape in São Carlos, southeastern Brazil. **Check List**. 10(2): 287-291. 2014.

MUYLAERT, R.L.; STEVENS, R.D.; RIBEIRO, M.C. Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscapes. **Ecological Applications**. V. 26. 1854-1867. 2016. doi: 10.1890/15-1757.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; J. KENT. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858. 2000.

NOVAES, R.L.M.; SOUZA, R.F.; FELIX, 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**. 8(4): 1359–1361. 2012. doi: 10.15560/8.6.1359

NOVAES, R.L.M.; SOUZA, R.F.; FELIX, S.; SAUWEN, C.; JACOB, G.; AVILLA, L.S. Occurrence of *Phyllostomus elongatus* (É. Geoffroy, 1810) (Mammalia, Chiroptera) in the Cerrado of Tocantins and a compilation of its Brazilian distribution. **Check List**. 10(2): 213–216. 2014. doi: 10.15560/10.1.213

OLIVEIRA, H.F.M.; CAMARGO, N.F.; GAGER, Y; AGUAR, L.M.S. The response of bats (Mammalia:Chiroptera) to habitat modification in a Neotropical Savannah. **Tropical Conservation Science**. 10:1-14. 2017. doi: 10.1177/1940082917697263

OLIVEIRA, O; SOARES-FILHO, B.S.; PAGLIA, A. P.; BRESCOVIT, A.D.; CARVALHO, C.J.B.; SILVA, D.P.; REZENDE, D.T.; LEITE, F.S.F.; BATISTA, J.A.N.B.; BARBOSA, J.P.P.P.; STEHMANN, J.R.; ASCHER, J.S.; VASCONCELOS, M.F.; MARCO, P.; LÖWENBERG-NETO, P.; FERRO, V.G.; SANTOS, A.J. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Nature**, Scientific Reports. 7:9141. 2017.

OLIVEIRA-FILHO, J.C., E.S. PINTO, L.M.F. SABOYA, A.J. PERON, G.F. CAETANO. Caracterização do Regime Pluviométrico da região do Projeto Rio Formoso na Bacia do Araguaia, TO. Brasil. **Acta Amazonica**. 31(2): 221-226. 2001.

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B. DA, 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. DA C., MITTERMEIER, R. A. & PATTON J. L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. 2ª Edição. **Occasional Papers in Conservation Biology**, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76pp. 2012.

PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, Southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** (Nova série). 6: 3-21. 1997.

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.

LEWIS, S.E. Roost Fidelity of Bats: A Review. **Journal of Mammalogy**. Vol. 76, N.2. 1995.

SAMPAIO, E.M.; KALKO, E.K.V.; BERNARD, E.; RODRÍGUEZ-HERRERA, B.; HANDLEY, C.O. JR.. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of central Amazonia, including methodological and conservation considerations. **Stud. Neotrop. Fauna E.** 38:17-31. 2003. doi:10.1076/snfe.38.1.17.14035.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN-JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Eds.). **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Paraná: Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p. 19-41. 2004.

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.

SIMMONS, N.; R.S. VOSS. The mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1, **Bats**. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.** 237: 1–219. 1998.

SOCOLAR, J.B.; GILROY, J.J.; KUNIN, W.E.; EDWARDS, D. How Should Beta-Diversity Inform Biodiversity Conservation? **Trends in Ecology & Evolution**. Vol. 31, N. 1. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2015.11.005>.

SOUSA, P. A. B.; BORGES R. S. T.; DIAS, R.R. (org.). Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6. ed. **Rev. atu. Palmas: Seplan**, 2012.

SOUSA, R.F.; VENERE, P.C.; K.C. FARIA. Bats in forest remnants of the Cerrado savanna of eastern Mato Grosso, Brazil. **Biota Neotropica**, 13(2): 236-241. 2013.

STRAUBE, F.C.; BIANCONI, G.V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2):150-152. 2002.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **J. Biogeogr.** 31, 79–92. 2004. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>.

UIEDA, W.; SAZIMA, I.; STORTI-FILHO, A. Aspectos da biologia do morcego *Furipterus horrens*. **Revista Brasileira de Biologia**. 40: 59–66. 1980.

VARGAS-MENA, J.C. **Cave-Dwelling bats in the Caatinga: Landscape and cave effects on community structure in Rio Grande do Norte, Brazil**. 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2016.

WILSON, M.C.; CHEN, X.Y.; CORLETT, R.T.; DIDHAM, R.K.; DING, P.; HOLT, R. D.; HOLYOAK, M.; HU, G.; HUGHES, A.C.; JIANG, L.; LAURANCE, W.F.; LIU, J.; PIMM, S.L.; ROBINSON, S.K.; RUSSO, S.E.; SI, X.; WILCOVE, D.S.; WU, J.; YU, M. Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges. **Landscape Ecol.** 31:219-227. 2016. Doi: 10.1007/s10980-015-0312-3

WU JG. Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. **Landsc Ecol.** 28:1–11. 2016.

ZORTÉA, M. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. **Braz. J. Biol.** 63: 159–168. 2003.

ZORTÉA, M.; C.J.R. ALHO. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. **Biodiversity and Conservation**. 17: 791-805. 2008.

APENDICE A – Lista de Espécies Coletadas, sua destinação e número de tombo.

Caverna	Município	Espécie	TOMBO	Instituição
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83975	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83976	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83977	MN-UFRJ
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83978	MN-UFRJ
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83979	MN-UFRJ
Gruta do Demar	Aurora do Tocantins	<i>Phylloderma stenops</i>	MN 83980	MN-UFRJ
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	MN 83981	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diaemus youngii</i>	DZUP 2187	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diaemus youngii</i>	DZUP 2188	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus elongatus</i>	DZUP 2189	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Carollia perspicillata</i>	DZUP 2190	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus hastatus</i>	DZUP 2191	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus elongatus</i>	DZUP 2192	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2193	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2194	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2195	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diphylla ecaudata</i>	DZUP 2196	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2197	DZUP
Furna do Jasmô	Combinado	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2198	DZUP
Furna do Jasmô	Combinado	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2199	DZUP
Fenda do Urubu	Lavandeira	<i>Trachops cirrhosus</i>	DZUP 2200	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2201	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2202	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2203	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Carollia perspicillata</i>	DZUP 2204	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2205	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2206	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2207	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2208	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Tonatia bidens</i>	DZUP 2209	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2210	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2211	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Anoura caudifer</i>	DZUP 2212	DZUP
Gruta do Elielton	Lavandeira	<i>Diphylla ecaudata</i>	DZUP 2213	DZUP
Gruta do Demar	Aurora do Tocantins	<i>Chrotopterus auritus</i>	DZUP 2214	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Lonchorhina aurita</i>	DZUP 2215	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2216	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2217	DZUP
Córrego do I. de Cima	Aurora do Tocantins	<i>Tonatia bidens</i>	DZUP 2218	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2219	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2220	DZUP

Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Natalus macrourus</i>	DZUP 2221	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2222	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Furipterus horrens</i>	DZUP 2223	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2224	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2225	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Pteronotus parnellii</i>	DZUP 2226	DZUP
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	DZUP 2227	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2228	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus hastatus</i>	DZUP 2229	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2230	DZUP
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2231	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2232	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2233	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2234	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Micronycteris minuta</i>	DZUP 2235	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Vampyrum spectrum</i>	DZUP 2236	DZUP
Fenda do Urubu	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3144	CMUFLA
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3145	CMUFLA
Gruta Riscada	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3146	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3147	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Mimon bennettii</i>	CMUFLA 3148	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3149	CMUFLA
Fiol 095	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3150	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx kappleri</i>	CMUFLA 3151	CMUFLA
Gruta Riscada	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3152	CMUFLA
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Molossops temminckii</i>	CMUFLA 3153	CMUFLA
Toca da O. do Mocambo	Lavandeira	<i>Peropteryx kappleri</i>	CMUFLA 3154	CMUFLA
Córrego do I. de Cima	Aurora do Tocantins	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	CMUFLA 3155	CMUFLA

PREFERÊNCIAS ECOLÓGICAS PARA SELEÇÃO DE ABRIGOS POR MORCEGOS: EFEITOS SOBRE A RIQUEZA E COMPOSIÇÃO EM ASSEMBLEIAS CAVERNÍCOLAS.

Jennifer de Sousa Barros Pereira^{1,2}, Enrico Bernard³, Rodrigo Lopes Ferreira²

¹Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras

²Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, Universidade Federal de Lavras

³Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Dentre os vertebrados, os morcegos são um dos poucos grupos que utilizam as cavernas como abrigo de maneira eficiente e permanente. Entender como as comunidades de morcegos estão relacionadas com as características das cavernas e da paisagem ao seu redor pode ser uma ferramenta útil em ações de manejo e conservação destes ambientes. Assim, o presente estudo teve como objetivos testar se (i) a riqueza de morcegos é positivamente relacionada com o conjunto de variáveis abióticas das cavernas (temperatura, umidade, tamanho, estabilidade e heterogeneidade de micro habitats) e com o nível de preservação e heterogeneidade da paisagem; (ii) a variação na composição das espécies é influenciada pelas características das cavernas e da paisagem; (iii) avaliar de que forma as diferentes espécies respondem a cada uma das variáveis da caverna e da paisagem; e investigar se (iv) essas relações se alteram entre as estações chuvosa e seca. O estudo foi realizado em 19 cavernas localizadas em três municípios do sudeste do Tocantins. Os morcegos foram capturados com redes-de-neblina expostas nas entradas das cavernas, por seis horas a partir do pôr do Sol. Todas as cavernas foram mapeadas para inferência de seu tamanho, tiveram medidas de temperatura e umidade retiradas e foram calculados o Índice de estabilidade ambiental e o Índice de heterogeneidade do teto. A análise de cobertura e uso do solo foi realizada no entorno das cavernas em buffers de diferentes diâmetros (250, 500 e 1000 metros). Foram realizadas regressões lineares para avaliar a relação entre a riqueza e as características da caverna e da paisagem, e uma análise multivariada baseada em modelos para avaliar a influência das variáveis da caverna e da paisagem sobre a composição e sobre as espécies especificamente. As características internas das cavernas possuem papel crucial na determinação da riqueza e composição das assembleias de morcegos amostradas no presente estudo. A temperatura atua como fator limitante, enquanto que a estabilidade, a umidade e os atributos estruturais das cavernas favorecem a ocorrência de um maior número de espécies. Isso ocorre porque cavernas maiores, abundantes em micro habitats, com alguma variação espacial em condições microclimáticas, porém mais estáveis do que o meio externo podem suportar mais espécies. Essa relação é mais evidente na estação seca, quando os recursos no entorno são reduzidos e as temperaturas mais elevadas. A paisagem não demonstrou ter efeitos diretos sobre tais parâmetros, mas a porcentagem de área preservada é um aspecto importante para algumas espécies, bem como escalas maiores de cobertura vegetal. O presente estudo realça a importância da proteção das cavernas, devido ao seu papel fundamental como abrigo para os morcegos, e traz informações relevantes que podem ser úteis na tomada de decisão em processos de licenciamento ambiental, nos quais cavernas são suprimidas ou selecionadas para compensação.

Palavras-chave: Chiroptera. Seleção de abrigo. Caverna. Variáveis abióticas. Paisagem.

ABSTRACT

Among the vertebrates, bats are one of the few groups that use the caves as roost in an efficient and permanent way. Understanding how bat communities are related to the characteristics of the caves and the landscape around them can be useful in management actions and conservation of these environments. Thus, the present study had as objectives to test whether (i) bat richness is positively related to the set of abiotic cave variables (temperature, humidity, size, stability and heterogeneity of microhabitats) and the level of preservation and heterogeneity of the landscape; (ii) the variation in species composition is influenced by the characteristics of the caves and the landscape; (iii) assess how different species respond to each of the cave and landscape variables; and investigate whether (iv) these relationships change between rainy and dry seasons. The study was carried out in 19 caves located in three municipalities of southeastern Tocantins. Bats were captured with mist nets exposed at the entrances to the caves for six hours from sunset. All caves were mapped for inference of their size, temperature and humidity measurements were taken and the Index of stability and the heterogeneity index of the ceiling were calculated. The soil cover and use analysis was carried out in the surroundings of the caves in buffers of different diameters (250, 500 and 1000 meters). Linear regressions were performed to evaluate the relationship between the richness and characteristics of the cave and the landscape, and a multivariate analysis based on models to evaluate the influence of cave and landscape variables on composition and species preferences. The internal characteristics of the caves play a crucial role in determining the richness and composition of the bat assemblages sampled in the present study. The temperature acts as a limiting factor, whereas the stability, the humidity and the structural attributes of the caves favor the occurrence of a greater number of species. This is because larger caves, abundant in microhabitats, with some spatial variation in microclimatic conditions, but more stable than the external environment can support more species. This relationship is most evident in the dry season, when resources are reduced and temperatures are higher. The landscape has not been shown to have direct effects on such parameters, but the percentage of area preserved is an important aspect for some species, as well as larger scales of vegetation cover. The present study highlights the importance of cave protection because of its key role as a roost for bats and provides relevant information that can be useful in decision making in environmental licensing processes in which caves are suppressed or selected for compensation.

Keywords: Chiroptera. Roost selection. Cave. Abiotic variables. Landscape.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os vertebrados, os morcegos são um dos poucos grupos que utilizam as cavernas como abrigo de maneira eficiente e permanente (KUNZ, 1982; FUREY; RACEY, 2015), sendo considerados os principais troglóxenos – organismos frequentemente encontrados nas cavernas, mas que necessitam do meio externo para completar seu ciclo de vida (HOLSINGER; CULVER, 1988). Os ambientes subterrâneos tendem a possuir elevada estabilidade ambiental e constituem ótimos abrigos para os morcegos, pois lhes conferem proteção contra predadores e intempéries climáticas favorecendo assim a reprodução, o cuidado parental e a interação social (FENTON et al., 1994; CHRUSZCZ; BARCLAY, 2002; McCracken et al., 2006; Willis & Brigham, 2007).

No Brasil ocorrem mais de 180 espécies de morcegos (NOGUEIRA, et al. 2014; DIAZ et al. 2016), sendo que 58 já foram registradas em cavernas, e 13 das quais são consideradas essencialmente cavernícolas (GUIMARÃES; FERREIRA, 2014). Diferentes espécies possuem requisitos ecológicos e fisiológicos específicos; assim, as condições do abrigo e de seu entorno podem influenciar a presença de uma dada espécie (RODRÍGUEZ-DURAN; SOTO-CENTENO, 2003; AVILA-FLORES; MEDELLÍN, 2004; BU et al., 2014). De fato, diversos fatores internos podem influenciar a seleção de cavernas por morcegos. Cavernas maiores e mais complexas estruturalmente podem apresentar grandes quantidades de micro habitats disponíveis, e abrigar um maior número de espécies (BRUNET; MEDELLÍN, 2001; LUO et al., 2013; PHELPS, et al. 2016). A estabilidade ambiental, frequentemente elevada em grandes cavernas com poucas entradas (FERREIRA, 2004), pode favorecer a permanência das populações nestes ambientes (ARITA, 1996). Além disso, as características microclimáticas de temperatura e umidade atuam como fatores limitantes na adaptação fisiológica de cada espécie (AVILA-FLORES; MEDELLÍN, 2004), tendo grande importância na seleção de abrigo por morcegos. De forma complementar, fatores da paisagem, como a degradação antrópica e a disponibilidade de recursos, também podem atuar como força seletiva na escolha das cavernas (KUNZ, 1982; FUREY; RACEY, 2015). As diferentes respostas, aos fatores da paisagem, encontradas dentre as espécies geralmente são associadas aos diversos hábitos alimentares ou padrões de voo encontrados no grupo (KLINGBEIL; WILLIG 2010; AVILA-CABADILLA et al. 2012; DUCCI et al. 2015).

Entender como as comunidades de morcegos estão relacionadas com as características das cavernas e da paisagem ao seu redor pode ser útil para o melhor

entendimento da peculiar relação entre estes animais e seus abrigos, além de fornecer subsídios para ações de manejo e conservação destes ambientes. Phelps e colaboradores (2016) demonstraram que selecionar cavernas por suas características correlacionadas a uma maior diversidade de morcegos é mais efetivo para conservação do que selecioná-las de forma aleatória. Além disso, preservar cavernas ricas e abundantes em morcegos proporciona também a conservação de toda uma fauna cavernícola associada, uma vez que os morcegos atuam como fontes de aporte energético, por meio da deposição de guano (FERREIRA et al. 2007) favorecendo a existência de toda uma cadeia trófica de invertebrados.

Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivos testar se (i) a riqueza de morcegos é positivamente relacionada com o conjunto de variáveis abióticas das cavernas (temperatura, umidade, tamanho, estabilidade e heterogeneidade de micro habitats) e com o nível de preservação e heterogeneidade da paisagem, em uma área do Cerrado brasileiro; (ii) a variação na composição das espécies é influenciada pelas características das cavernas e da paisagem; (iii) diferentes espécies respondem a cada uma das variáveis da caverna e da paisagem; e investigar se (iv) essas relações se alteram entre as duas amostragens realizadas durante a estação seca e chuvosa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

O estudo foi realizado nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, localizados na mesorregião oriental do estado do Tocantins, norte do Brasil (Figura 1). A região, inserida no Cerrado central brasileiro, é caracterizada por vegetação com áreas descontínuas, formadas por cerrados ralos, cerrados típicos, cerrado rupestre e mata de galeria (SOUSA et al. 2012). O clima na região é considerado tropical-equatorial, úmido-sub-úmido com pequena deficiência hídrica, e precipitação anual de cerca de 1400 mm (SOUSA et al. 2012), com ocorrência de duas estações climáticas distintas, seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril) (OLIVEIRA-FILHO et al., 2001).

As formações carbonáticas da região pertencem à Província Espeleológica do Bambuí, que constitui o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas do Brasil (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979). Para seleção das cavernas, a base de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) foi utilizada. Todas as cavernas cadastradas para a região foram plotadas no programa

Arcgis 10.3, juntamente com um grid de quadrículas de 3km² sobreposto à imagem de satélite. Das 37 quadrículas com ocorrência de cavernas 20 foram aleatorizadas para as amostragens. A partir daí, a caverna mais próxima do centroide de cada quadrícula foi pré-selecionada, a fim de manter uma distância de pelo menos um quilômetro entre as cavernas. Dessa forma, 19 cavernas foram amostradas (Figura 1).

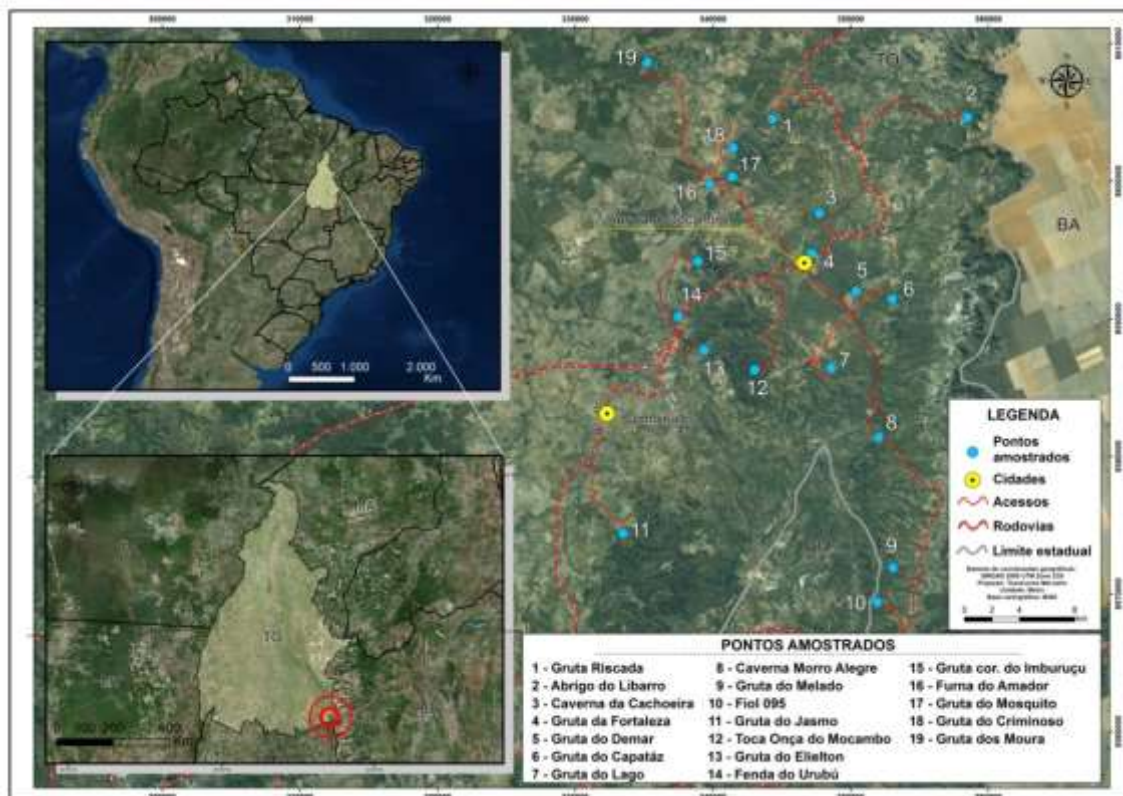


Figura 6 - Localização da área do estudo realizado nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado. Os pontos azuis representam as 19 cavernas amostradas.

Captura e coleta da quiropterofauna

Foram realizadas duas noites de amostragens em cada caverna, a primeira em abril (estação chuvosa) e a segunda em setembro (estação seca) de 2017. Para determinar a riqueza das espécies em cada cavidade, a amostragem dos morcegos foi realizada por meio de observação diurna e captura noturna. A observação diurna, realizada apenas para complementar os dados de captura, foi feita através de registro fotográfico a partir de busca ativa por toda extensão das cavernas, com o objetivo de identificar previamente as espécies. A captura noturna foi utilizada para obtenção dos dados de abundância e possibilitou a confirmação da identificação das espécies por meio de biometria.

Para captura noturna foram utilizadas redes de neblina (mist-nets), expostas nas entradas das cavernas por um período de seis horas a partir do pôr-do-sol. O tamanho e

a quantidade das redes variaram de acordo com o tamanho e o número de entradas de cada caverna. Durante a captura, os indivíduos foram anilhados visando à obtenção de dados de recaptura em diferentes cavernas e em amostragens subsequentes, além de uma estimativa de abundância mais precisa, evitando a contagem de um indivíduo duas vezes na mesma noite.

A identificação dos morcegos se deu em campo por meio de chaves de identificação (GARDNER, 2008; DIAZ et al., 2016) ou posteriormente em laboratório. Alguns espécimes foram enviados para especialistas para confirmação das identificações. Espécimes testemunho e aqueles de difícil identificação (apenas por medidas do crânio) foram coletados, fixados em formol e depositados em via líquida (álcool 70%) na coleção do Museu Nacional de História Natural – UFRJ, na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Lavras e na Coleção Científica de Mastozoologia do Departamento de Zoologia da UFPR (APENDICE A). A captura e coleta dos morcegos foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio), através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), por meio da licença 55484-1.

Coleta de dados abióticos

A obtenção dos dados estruturais de cada caverna foi feita através de mapeamento topográfico estimado por poligonal aberta (CAVALCANTI, 1996). Os valores aproximados de área, volume e desenvolvimento linear foram obtidos posteriormente através do programa Compass 32 Project Manager (ASSUNÇÃO; BRAGANTE-FILHO, 2015).

Buscando-se avaliar a heterogeneidade de micro habitats para os morcegos no interior das cavernas, realizou-se a caracterização do teto de cada caverna levando em consideração estruturas que podem ser utilizadas pelas espécies. As seguintes estruturas foram então contabilizadas: fraturas, cúpulas, buracos, e espeleotemas (únicos e aglomerados) (Figura 2). Fraturas foram consideradas como as rupturas encontradas nas rochas. Cúpulas e buracos são concavidades presentes no teto e foram diferenciadas por suas dimensões: as cúpulas foram definidas por serem maiores em diâmetro do que em profundidade, enquanto que os buracos são mais profundos em relação ao seu diâmetro. Os espeleotemas foram contabilizados em duas categorias: a primeira levando em consideração apenas formações únicas e a segunda considerando partes do teto totalmente cobertas por aglomerados de espeleotemas. O Índice de Shannon foi

calculado utilizando o número total de cada estrutura em cada caverna para determinar a heterogeneidade de micro habitats no teto de cada caverna.

A estabilidade ambiental das cavernas foi avaliada por meio do Índice de Estabilidade Ambiental (FERREIRA, 2004; BENTO et al., 2016; PELLEGRINI et al., 2016). O índice é calculado através das seguintes fórmulas:

$$IEA = \ln\left(\frac{PH}{LE}\right), \text{ para cavernas com apenas uma entrada, e}$$

$$IEA = \ln\left[\frac{PH\left(\frac{PH}{\sum LE}\right)}{(NE*DEE)}\right], \text{ para cavernas com mais de uma entrada.}$$

Onde *IEA* é o índice de estabilidade ambiental, *PH* é a projeção horizontal da caverna, *LE* é a largura de cada entrada, *NE* é o número de entradas e *DEE* é a distância média entre as entradas, tomada a partir de uma entrada referencial. Assim, cavernas maiores e com uma única entrada apresentam maior estabilidade ambiental em relação às menores com múltiplas entradas (FERREIRA, 2004).

As condições microclimáticas no interior das cavernas também foram medidas, a fim de inferir suas influências sobre as espécies. Assim, foram realizadas dez medições de temperatura e umidade no interior de cada caverna, levando em consideração o desenvolvimento linear da cavidade. As medições foram feitas em pontos equidistantes que correspondiam a um décimo do tamanho de cada caverna. A partir disso, a média e amplitude de ambas as variáveis foram calculadas. A média foi calculada através da soma de todas as medidas dividida pelo número de medições (dez), enquanto que a amplitude refere-se à subtração do maior valor obtido pelo menor. Tais medições foram realizadas nas duas amostragens, sendo que para amostra geral a média entre ambas as estações foi utilizada tanto para temperatura quanto para umidade.

A análise de cobertura e uso do solo foi realizada a fim de avaliar a influência da paisagem sobre a assembleia de morcegos. Utilizando uma imagem *Landsat 8* foram definidas, cinco categorias de paisagem: Afloramento rochoso, Savana Florestada, Savana Arbórea, Pastagens e Área degradada. As categorias foram definidas de forma supervisionada, a partir da criação de polígonos baseados em pontos, tomados em campo, correspondentes a cada uma das categorias. Assim, a porcentagem de cobertura de cada uma das categorias foi calculada em buffers de três diferentes diâmetros (250, 500 e 1000 metros). Posteriormente, o Índice de Shannon foi novamente utilizado para mensurar a heterogeneidade da paisagem em cada um dos buffers. Tais análises foram realizadas através do programa Arcgis 10.3.

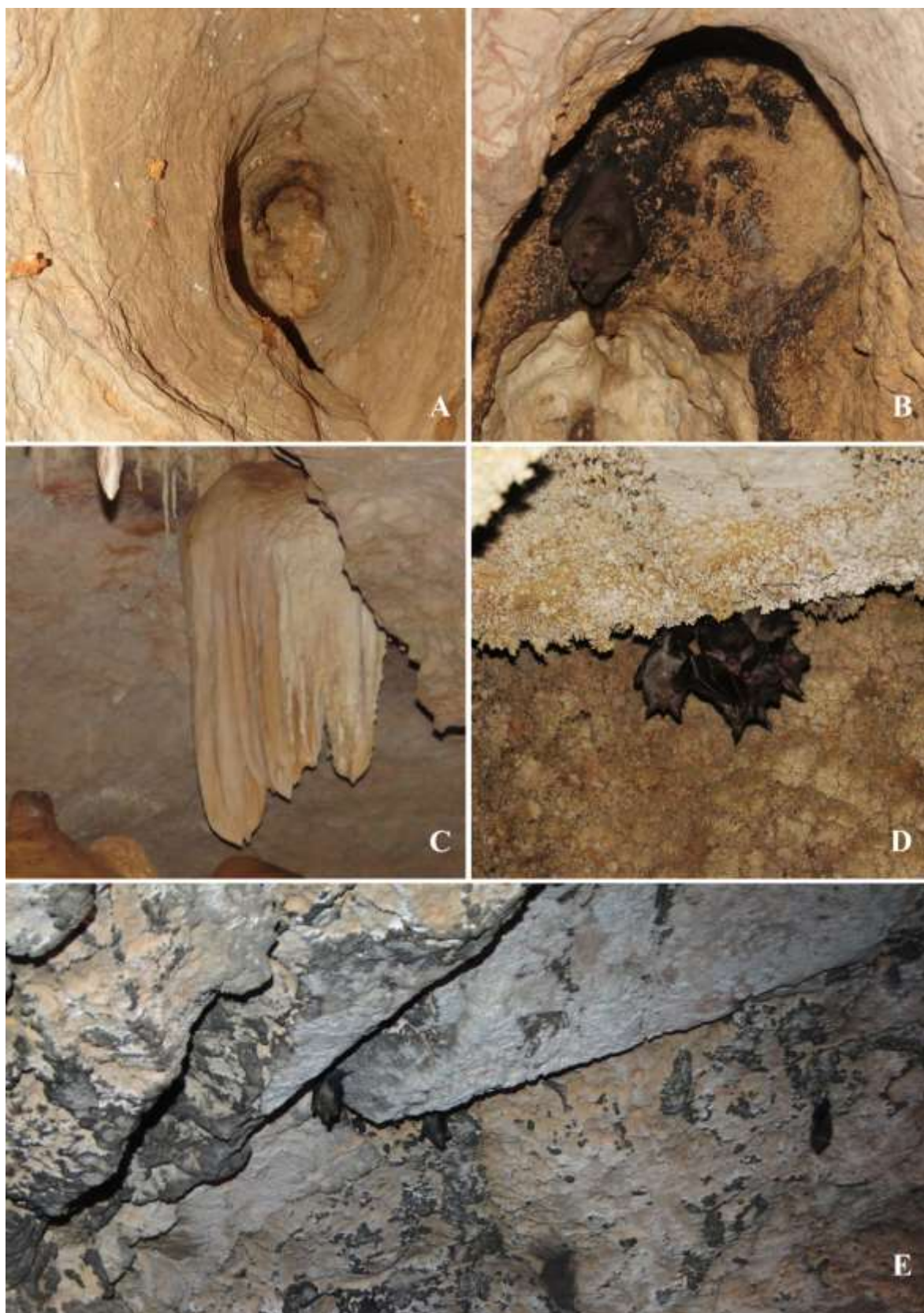


Figura 2 - Estruturas utilizadas pelos morcegos no interior das cavernas. A - Buraco. B - Cúpula. C - Espeleotema único. D - Espeleotemas aglomerados. E - Fraturas.

Análises estatísticas

Como o esforço amostral foi diferente em cada cavidade, foram calculadas as taxas de captura e de riqueza, através da razão entre o número de indivíduos ou de espécies capturadas e o esforço amostral (BERNARD; FENTON, 2002). O esforço amostral foi calculado a partir do total de horas em que as redes ficaram expostas, multiplicado pelo número de redes e sua área total (STRAUBE; BIANCONI, 2002). Para testar se a riqueza e a abundância foram significativamente diferentes entre as duas amostragens foi realizado o teste de Mann-Whitney com as respectivas taxas.

Previamente às análises estatísticas foi realizada uma exploração dos dados obtidos, a fim de testar a normalidade e existência de correlação entre as variáveis. A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para reduzir as variáveis tomadas nas cavernas. Tal análise foi realizada com os dados da média e amplitude da temperatura e umidade, do desenvolvimento linear, do índice de estabilidade e do índice de heterogeneidade do teto. As classes de cobertura e uso do solo foram sumarizadas em porcentagem de área preservada (Afloramentos Rochosos, Savana Florestada e Savana Arbórea) e de área degradada (Pastagens e Área degradada), além do Índice de Shannon, em cada um dos três buffers.

Para representar a ocorrência das espécies de morcegos registradas foram elaborados gráficos de presença para amostra geral, e para as estações seca e chuvosa. Tais gráficos foram realizados a partir da ordenação das cavernas com base na presença de espécies por caverna, de forma a reduzir a dimensionalidade das espécies. Para ordenação das cavernas foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) a partir dos dados da amostra geral. A análise foi baseada na matriz de similaridade de espécies gerada pelo Índice de Jaccard. Utilizando os scores resultantes do primeiro eixo do nMDS, as cavernas foram ordenadas e os gráficos da presença de espécies para amostra geral, para a estação chuvosa e seca foram então elaborados. Para testar a significância da possível similaridade entre as cavernas foi realizada uma análise de similaridade *One way* ANOSIM com 999 permutações (ANDERSON; GORLEY; CLARKE, 2008), levando em consideração a riqueza de morcegos de acordo com a classificação proposta por Guimarães e Ferreira (2014).

Para avaliar a influência das variáveis da caverna e da paisagem sobre a riqueza de morcegos foram utilizadas regressões. Na análise da influência das variáveis das cavernas foi realizada uma regressão linear simples entre a taxa da riqueza e os scores do primeiro eixo da PCA. Entretanto, não foi possível normalizar as taxas de riquezas

das duas estações, de forma que as cavernas sem capturas foram retiradas dessa análise, restando 18 para estação chuvosa e 17 para a seca. Para a análise da influência das variáveis da paisagem foram realizadas regressões múltiplas entre a taxa da riqueza e as três variáveis (porcentagem de área preservada e de área degradada, e Índice de Shannon), para cada buffer.

Para testar a influência das características das cavernas e da paisagem sobre a composição e sobre as espécies individualmente, foi realizada uma análise multivariada com modelos lineares generalizados. Os modelos foram elaborados com as mesmas variáveis utilizadas na PCA para as cavernas, e com as três correspondentes à paisagem. Esta análise foi realizada por meio do programa R versão 3.3.3 (R CORE TEAM, 2014), utilizando o pacote *mvabund*, por meio da função *manyglm* (WANG, et al. 2012). Esse pacote permite realizar uma análise multivariada de abundância, baseada em modelos (ao invés de distâncias). A função *manyglm* permite o uso de dados de abundância ou presença/ausência na elaboração dos modelos. Assim, como os valores de taxa de abundância obtidos no presente estudo não constituem números inteiros, as análises foram realizadas com dados de presença/ausência, com a família de distribuição “binomial” especificada em cada modelo. Para assegurar que a suposição inferida em cada modelo estava correta, foram realizados testes de diagnóstico, através de gráficos da distribuição dos resíduos. Para avaliar a significância dos efeitos das variáveis preditoras sobre a composição de espécies foi utilizada a função *anova.manyglm*, com testes univariados para determinar a resposta individual em cada espécie. Desta maneira adotou-se o valor de p não ajustado e foram consideradas apenas aquelas espécies que ocorreram em pelo menos três cavernas na amostra geral, uma vez que a utilização de espécies raras poderia resultar em informações imprecisas a respeito da relação entre estas espécies e as variáveis estudadas.

3 RESULTADOS

As variáveis estruturais da caverna (desenvolvimento linear, área e volume) apresentaram correlação superior à 60%, desta maneira optou-se por usar o desenvolvimento linear nas análises. As cavernas variaram em desenvolvimento linear entre 20.3 metros, na Gruta do Capataz, até 1005 metros na Gruta dos Moura (Tabela 1). O menor Índice de Estabilidade foi registrado na caverna FIOLE 095 (-0.24) e o maior na Gruta do Jasmão (4.77). A Gruta do Melado apresentou menor valor (0.31) de Índice de heterogeneidade do teto, enquanto que a Gruta do Mosquito o maior (1.53) (Tabela

1). Os dados obtidos para média e amplitude da temperatura e da umidade referentes às duas amostragens separadamente e à amostra geral são descritos na Tabela 2. A porcentagem de área preservada na paisagem foi maior do que a de área degradada para a maioria das cavernas, em todos os buffers (Tabela 3).

Com um esforço amostral total de 8.940 m².h, foram capturados 585 morcegos, pertencentes a sete famílias e 31 espécies. Foram registradas 26 espécies em cada estação, com 357 indivíduos capturados na estação chuvosa e 228 na estação seca, sendo que destes, 17 foram recapturas. Os valores obtidos para as taxas de captura e de riqueza em cada caverna estão sumarizados na Tabela 1. Não houve diferença significativa entre os valores obtidos nas estações chuvosa e seca, tanto para riqueza ($U = 134$, $p = 0.17$), quanto para a abundância ($U = 118.5$, $p = 0.07$). As espécies mais abundantes foram *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) com 177 capturas (30.25%), e *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767) com 67 capturas (11.45%). As mais frequentes foram *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), observados em 15 cavernas (78.9%), *P. hastatus*, observados em 13 (68.4%), *D. rotundus*, observados em 12 (63.1%), *Peropteryx macrotis* (Wagner, 19843), observados em 11 (57.8%) e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) e *Furipterus horrens* (Cuvier, 1828), ambas as espécies observadas em 10 cavernas (52.6%).

Tabela 1 - Cavernas amostradas em inventários de morcegos nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, nos meses de abril (chuva) e setembro (seca) de 2017, incluindo suas coordenadas, riqueza de espécies, abundância, taxas de riqueza e de abundância (expressas em espécies por metro quadrado por hora e morcegos capturados por metro quadrado por hora, respectivamente), e os valores para as variáveis estruturais da caverna (Desenvolvimento Linear, Índice de Estabilidade (IEA) e Índice de Heterogeneidade do Teto (Teto)).

Cavernas	Coordenadas		Riqueza		Taxa Riqueza		Abundância		Taxa Abundância		Des.		
	(UTM)		n		(esp/m ² -h)		n		(mor/m ² -h)		Linear	IEA	Teto
	Long.	Lat.	Total	Geral	Chuva	Seca	Total	Geral	Chuva	Seca	(m)		H'
C. Cachoeira	347744	8597652	11	0.031	0.059	0.027	25	0.079	0.125	0.04	226.6	2.08	0.859
FIOL 095	351929	8569394	2	0.005	0	0.011	1	0.005	0	0.01	20.4	-0.24	1.327
G. Jasmo	333461	8574403	2	0.022	0.044	0	6	0.066	0.133	0	212.7	4.77	0.981
F. Urubu	337479	8590151	3	0.004	0.009	0	4	0.006	0.012	0	88.1	2.5	1.22
M. Alegre	352037	8581377	5	0.027	0.055	0.033	32	0.177	0.211	0.14	143.5	3.53	1.205
A. Libarro	358487	8604640	9	0.02	0.035	0.017	31	0.068	0.071	0.07	27.4	0.014	0.8979
G. Elielton	339348	8587709	4	0.003	0.004	0.002	3	0.003	0.004	0	58.4	1.022	1.219
G. Demar	350411	8591999	11	0.027	0.021	0.018	22	0.066	0.039	0.03	136.2	3.088	1.287
G. Capataz	353031	8591416	2	0.011	0.011	0.011	2	0.011	0.011	0.01	20.3	1.01	1.265
F. Amador	339778	8599793	8	0.014	0.024	0.007	17	0.029	0.045	0.01	86.6	1.57	1.508
G. Lago	348602	8586430	11	0.061	0.066	0.1	62	0.344	0.466	0.22	125.3	2.19	1.223
C.do I. de Cima	338923	8594156	6	0.011	0.014	0.019	24	0.057	0.085	0.03	75.4	2.05	0.7
G. Riscada	344298	8604499	5	0.009	0.014	0.014	13	0.03	0.047	0.01	41.3	2.15	1.256
G. Moura	335239	8608613	20	0.018	0.029	0.027	190	0.178	0.208	0.15	1005	3.88	1.399
G. Fortaleza	347210	8594696	6	0.033	0.055	0.055	32	0.177	0.244	0.11	47.8	1.32	1.11
G. Mosquito	341418	8600308	6	0.008	0.014	0.003	10	0.017	0.031	0	33.9	0.34	1.539
G. Melado	353076	8571899	13	0.036	0.177	0.023	23	0.076	0.222	0.05	393.2	1.07	0.312
T. Mocambo	343022	8586265	11	0.012	0.015	0.015	26	0.033	0.041	0.03	281.3	2.92	1.425
G. Criminoso	341456	8602408	13	0.016	0.021	0.018	62	0.082	0.106	0.06	582.6	2.61	1.243

Tabela 2 - Lista de cavernas amostradas em inventários de morcegos nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, nos meses de abril (chuva) e setembro (seca) de 2017, com os dados microclimáticos obtidos no interior das cavernas. São apresentados os valores de média e amplitude de temperatura e umidade para amostra geral e para as estações chuvosa e seca.

Cavernas	Temperatura (°C)						Umidade (%)					
	Média			Amplitude			Média			Amplitude		
	Geral	Chuva	Seca	Geral	Chuva	Seca	Geral	Chuva	Seca	Geral	Chuva	Seca
C. Cachoeira	27.85 (± 2.8)	25.8 (± 0.9)	29.1 (± 2.9)	2.85	3.2	2.5	60.1 (± 30.6)	81.8 (± 2.57)	38.4 (± 3.9)	8.5	7	10
FIOL 095	29.65 (± 3.32)	27.3 (± 0.2)	32 (± 0.7)	1.5	0.7	2.3	50.3 (± 31.3)	72.5 (± 0.9)	28.1 (± 2.5)	5.5	3	8
G. Jasco	30.45 (± 1.6)	29.3 (± 0.5)	31.6 (± 1.6)	3.8	2.1	5.5	82.15 (± 14.6)	92.5 (± 3.0)	71.8 (± 11.8)	19.5	9	30
F. Urubu	26.55 (± 2.4)	24.8 (± 0.5)	28.3 (± 0.4)	1.7	1.7	1.7	66.65 (± 23.9)	83.6 (± 2)	49.7 (± 3.0)	8	6	10
M. Alegre	28.75 (± 2.0)	27.3 (± 1.5)	30.2 (± 1.9)	5.35	4.4	6.3	70.15 (± 29.4)	91 (± 1.5)	49.3 (± 7.2)	12.5	5	20
A. Libarro	29.85 (± 0.9)	30.5 (± 0.5)	29.2 (± 0.4)	1.4	1.6	1.2	51.8 (± 19)	65.3 (± 2)	38.3 (± 3)	9	8	10
G. Elielton	31.25 (± 4.5)	28 (± 1.7)	34.5 (± 1.6)	4.35	4.3	4.4	50 (± 38.7)	70.3 (± 3.3)	22.6 (± 2.11)	8	10	6
G. Demar	27.7 (± 1.2)	26.8 (± 0.9)	28.6 (± 0.9)	3.25	3.3	3.2	50.2 (± 25.5)	74.9 (± 3.2)	32.4 (± 11.1)	10.5	9	12
G. Capataz	30.6 (± 4.5)	27.4 (± 0.5)	33.8 (± 1.6)	3.25	1.7	4.8	51.9 (± 30.6)	73.6 (± 1.8)	30.2 (± 1.3)	4.5	5	4
F. Amador	27.7 (± 1.8)	26.4 (± 0.7)	29 (± 1.5)	3.7	2.2	5.2	63.85 (± 24.6)	81.3 (± 1.7)	46.4 (± 1.5)	4.5	5	4
G. Lago	26.65 (± 3.6)	24.1 (± 0.4)	29.2 (± 1.8)	3.45	1.4	5.5	64.55 (± 34.7)	89.1 (± 1.7)	40.9 (± 3.1)	10	6	14
C.do I. de Cima	29.27 (± 4.4)	26.3 (± 1.3)	32.44 (± 2.6)	5.85	4.6	7.1	61.35 (± 31)	83.3 (± 1.7)	39.4 (± 7.4)	13	5	21
G. Riscada	29.6 (± 1.2)	28.7 (± 7.6)	30.5 (± 0.2)	3.35	5.8	0.9	53.5 (± 21.6)	68.8 (± 0.4)	38.8 (± 3.6)	3	1	5
G. Moura	28.65 (± 2.6)	26.8 (± 1.5)	30.5 (± 0.7)	3.55	4.5	2.6	58.5 (± 23.7)	75.3 (± 2.6)	41.7 (± 3.7)	10	10	10
G. Fortaleza	30.6 (± 2.5)	28.8 (± 0.9)	32.4 (± 0.3)	2.35	3.6	1.1	51.05 (± 29.6)	72 (± 4.2)	30.1 (± 2.9)	11	14	8
G. Mosquito	30.05 (± 2.8)	28 (± 0.6)	32.1 (± 1.7)	3.4	2.1	4.7	49.3 (± 22.4)	65.2 (± 0.7)	33.4 (± 2.5)	5	3	7
G. Melado	28.9 (± 0.9)	27.6 (± 3.6)	28.2 (± 3.7)	6.3	3.3	9.3	62.7 (± 31.8)	76.5 (± 3.5)	40.2 (± 9.2)	21	11	31
T. Mocambo	25.73 (± 3.4)	23.3 (± 1.1)	28.17 (± 2.5)	5.3	3.9	6.7	64.9 (± 29.5)	85.8 (± 4.8)	44.8 (± 3)	10.5	12	9
G. Criminoso	28.55 (± 0.4)	29.1 (± 0.8)	28.2 (± 1.7)	3.35	2	4.7	61.65 (± 22.1)	77.3 (± 2.5)	46.1 (± 6.9)	11.5	9	14

Tabela 3 - Lista de cavernas amostradas em inventários de morcegos nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, nos meses de abril e setembro de 2017, com os dados de paisagem. São apresentadas as porcentagens de cobertura de área preservada, degradada (%) e o Índice de heterogeneidade da paisagem (H'), para os três buffers analisados (250, 500 e 1000 metros).

Cavernas	Paisagem (%)								
	Buffer 250 m			Buffer 500 m			Buffer 1000 m		
	Preservada	Degradada.	H'	Preservada	Degradada	H'	Preservada	Degradada	H'
C. Cachoeira	98.3	1.37	0.749	96.44	3.43	0.91	94.24	5.76	0.99
FIOL 095	69.61	30.27	1.335	74.92	25.01	1.23	80.3	19.66	1.263
G. Jasmó	65.12	34.86	0.884	75.35	24.61	1.05	67.84	32.13	1.231
F. Urubu	80.61	19.26	1.223	57.67	42.3	1.2	43.55	56.46	1.194
M. Alegre	47.95	51.98	1.27	54.98	44.96	1.19	74.13	25.87	1.236
A. Libarro	97.33	2.54	0.966	98.58	1.38	0.82	97.19	2.76	0.775
G. Elielton	77.86	22.01	1.203	75.64	24.33	1.13	80.09	19.88	1.279
G. Demar	59.52	40.31	1.404	48.03	51.9	1.38	50.79	49.17	1.412
G. Capataz	65.88	33.93	1.35	63.21	36.73	1.28	70.28	29.68	1.186
F. Amador	64.61	35.27	1.152	37.42	62.52	1.03	33.02	66.98	1.054
G. Lago	88.11	11.77	1.081	84.14	15.81	1.31	56.05	43.95	1.334
C.do I. de Cima	92.5	7.39	0.367	94.82	5.15	0.91	80.26	19.69	1.239
G. Riscada	75.37	24.51	1.096	82.33	17.61	1.01	71.34	28.63	1.236
G. Moura	63.75	36.07	1.199	75.08	24.87	1.12	77.12	22.84	1.189
G. Fortaleza	36.27	63.55	1.344	38.87	61.29	1.47	46.51	53.46	1.392
G. Mosquito	84.08	15.8	1.05	82.15	17.82	1.14	72.66	27.31	1.3
G. Melado	74.45	25.37	1.12	79.69	20.26	1.11	82.65	17.2	1.198
T. Mocambo	98.96	0.91	0.691	99.12	0.85	0.75	97.95	2.01	0.833
G. Criminoso	77.16	22.73	0.978	69.83	30.15	1.28	62.62	37.35	1.328

A análise de escalonamento multidimensional permitiu observar certo agrupamento entre as cavernas mais ricas, com mais de 11 espécies (Tabela 1, Figura 3). Entretanto não houve distinção entre os grupos na análise de similaridade (R global: 0.46, $p = 0.001$). A partir da ordenação das cavernas em relação ao primeiro eixo da nMDS foi possível observar a relação entre a presença das espécies e tal agrupamento, além de comparar a ocorrência de cada espécie na amostra geral e nas duas estações (Figura 4).

Para amostra geral o primeiro eixo da PCA explicou 48.3% da variação nas cavernas; na estação chuvosa foram 34.8 % de explicação, e na seca 48.4%. Em todos os três casos os valores foram positivamente relacionados com a umidade média, com a amplitude da temperatura e da umidade, com o desenvolvimento linear e com o índice de estabilidade, e negativamente com a temperatura média e com o índice de heterogeneidade do teto (Tabela 4). Porém, para a estação chuvosa, a amplitude da temperatura representou pouca explicação (< 3.0), assim como o índice do teto em ambas as estações (Tabela 4).

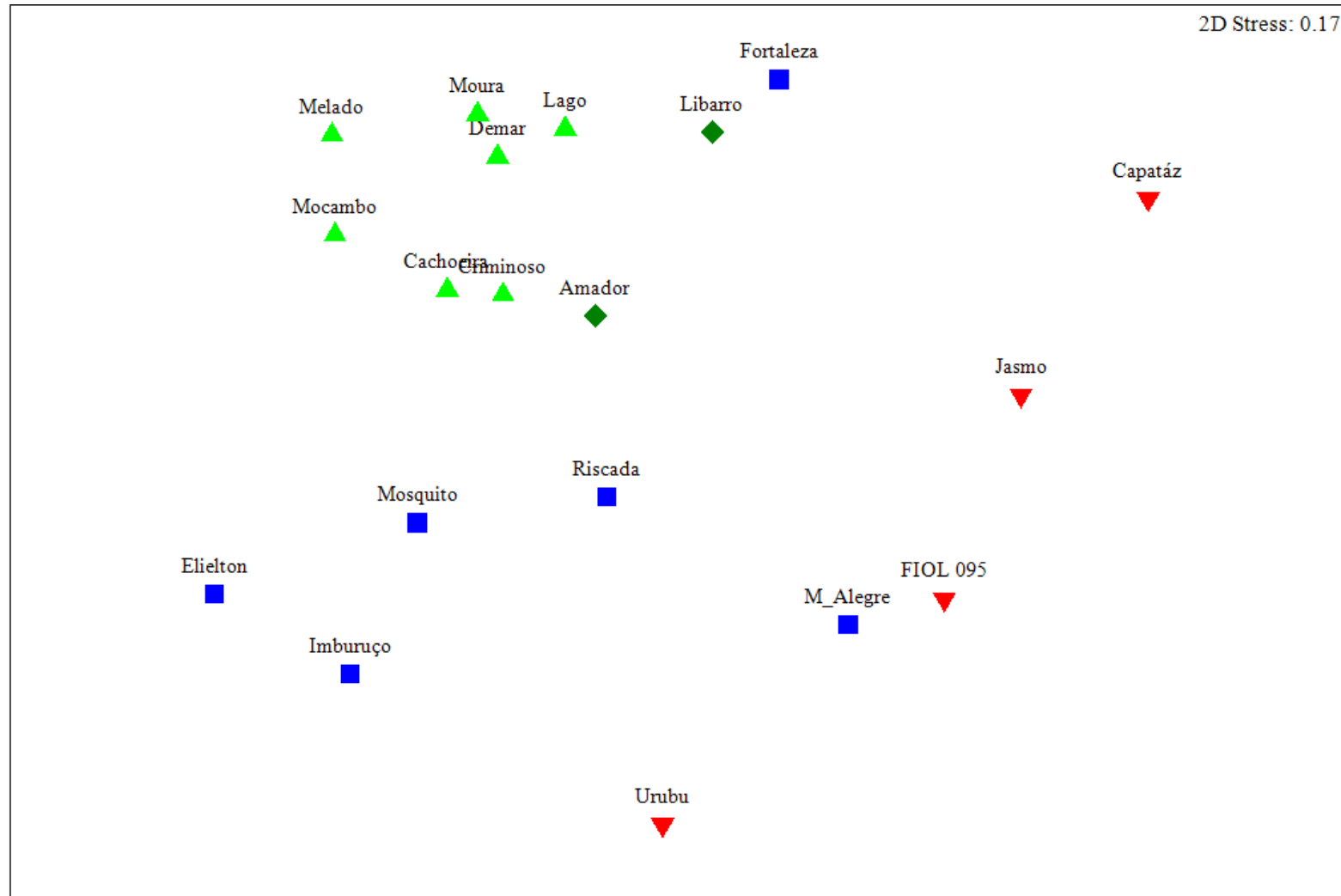


Figura 3 - Escalonamento multidimensional com as 19 cavernas amostradas nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, em abril e setembro de 2017. A similaridade foi baseada na presença de espécies de morcegos na amostra geral com a utilização do índice de Jaccard. As cavernas estão diferenciadas com base em sua riqueza de acordo com Guimarães e Ferreira (2014): Elevada riqueza (triângulos verdes), Alta (losango verde escuro), Média (quadrados azuis) e Baixa riqueza (triângulos vermelhos).

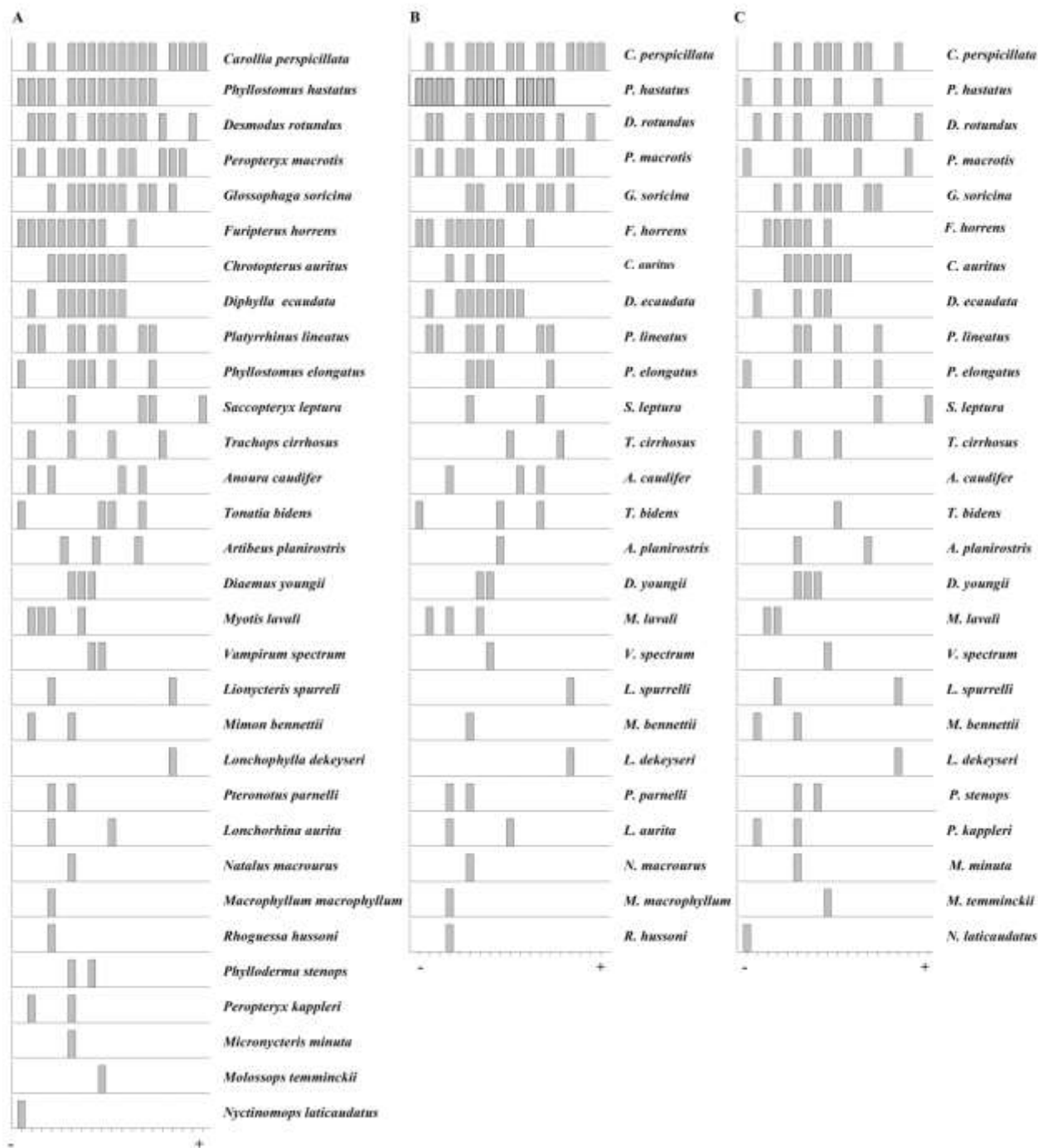


Figura 4 - Ordenação das espécies de morcegos registradas em 19 cavernas amostradas no sudeste do Tocantins, Brasil, em abril (estação chuvosa) e setembro (estação seca) de 2017. As cavernas encontram-se ordenadas com base nos scores obtidos ao longo do primeiro eixo de um escalonamento multidimensional não-métrico da presença de espécies de morcegos na amostra geral. O eixo X dos gráficos representa os valores do primeiro eixo do nMDS, variando de valores negativos (cavernas mais ricas) para valores positivos (cavernas menos ricas). Ordenações para a amostra geral (A), a estação chuvosa (B), e a estação seca (C).

Tabela 4 - Valores referentes ao primeiro eixo da análise de componentes principais (PCA) com as variáveis obtidas nas cavernas amostradas em inventários de morcegos nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado, nos meses de abril e setembro de 2017. São apresentados os valores para a amostra geral, e para as estações chuvosa e seca.

PCA Eixo Principal	Geral (48.3%)	Chuva (34.8%)	Seca (48.4%)
<i>Eigenvalues</i>	3.38	2.43	3.39
Temperatura média	-0.421	-0.444	-0.761
Temperatura amplitude	0.629	0.211	0.551
Umidade média	0.838	0.780	0.813
Umidade amplitude	0.801	0.402	0.734
Desenvolvimento linear	0.841	0.845	0.862
IEA	0.785	0.834	0.700
Índice do Teto	-0.377	-0.118	-0.271

A riqueza de espécies foi positivamente influenciada pelo primeiro eixo da PCA na amostra geral e na estação seca (Figura 5), i.e., a riqueza aumenta em cavernas com maiores valores de umidade média, desenvolvimento linear e índice de estabilidade, e com uma maior amplitude de temperatura e umidade, e diminui em cavernas com altos índices de heterogeneidade do teto e com temperaturas mais elevadas (Tabela 5). Na estação chuvosa as variáveis da caverna não influenciaram significativamente a riqueza de morcegos (Tabela 5). As variáveis da paisagem também não tiveram influência alguma sobre a riqueza encontrada nas cavernas estudadas, em nenhum dos três buffers (Tabela 5).

A variação na composição entre as cavernas é influenciada pelo tamanho das cavidades, por sua temperatura média e pela quantidade micro habitats em seu interior (Tabela 6). Da mesma forma que a riqueza, a composição foi mais influenciada pelas características da caverna na amostra geral e na estação seca. Para a composição de espécies a paisagem também não foi determinante.

Tabela 5 - Valores obtidos nas análises de regressão entre riqueza e variáveis da caverna e da paisagem em assembleias de morcegos nas cavernas amostradas nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado. São apresentados os valores de p , do coeficiente de correlação (R), do coeficiente de determinação (R^2) ajustado, quando presentes para a amostra geral, e para as estações chuvosa (abril de 2017) e seca (setembro de 2017). Os valores de R^2 ajustado e F , para os dados de paisagem, são do modelo da regressão, e não de cada variável independente. Variáveis significativas estão destacadas em negrito.

Variáveis	R	R ²	F	p
Geral				
Caverna- PCA	0.47	0.17	4.89	0.04
Buffer 250 m	0.41	0.01	1.06	0.39
Buffer 500 m	0.18		0.16	0.91
Buffer 1000 m	0.45	0.04	1.3	0.3
Chuva				
Caverna- PCA	0.3	0.03	1.69	0.21
Buffer 250 m	0.36		0.72	0.55
Buffer 500 m	0.13		0.08	0.96
Buffer 1000 m	0.39		0.85	0.48
Seca				
Caverna- PCA	0.5	0.21	5.26	0.03
Buffer 250 m	0.37		0.7	0.56
Buffer 500 m	0.32		0.5	0.68
Buffer 1000 m	0.48	0.06	1.36	0.29

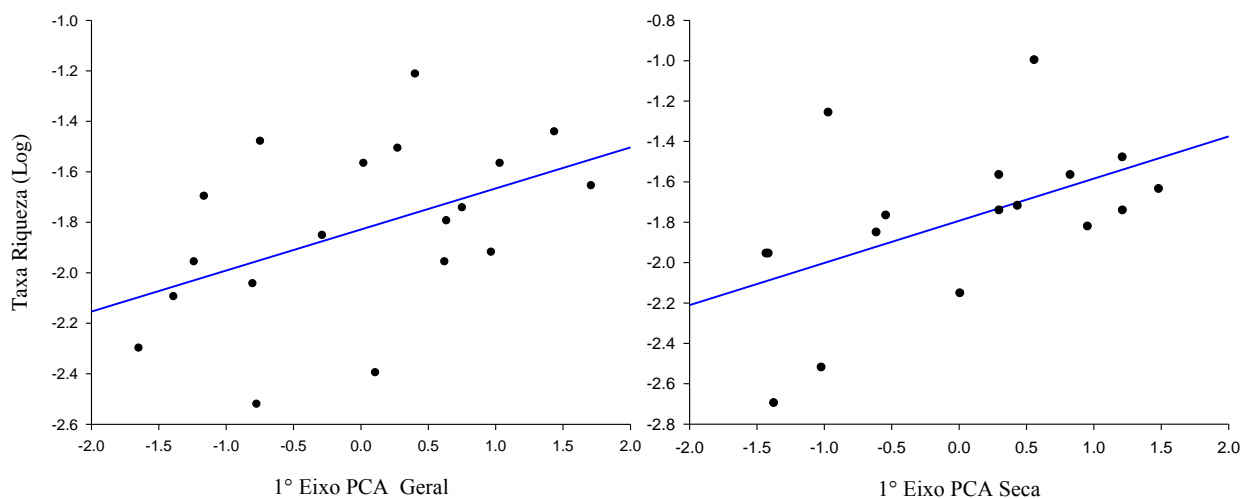


Figura 5 - Influência das variáveis das cavernas, expressas pelo eixo principal da PCA (para amostra geral e para estação seca) sobre a riqueza das assembleias de morcegos das cavernas amostradas nos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado em abril e setembro de 2017.

Tabela 6 - Influência de variáveis ambientais da caverna, do teto da caverna e da paisagem circundante (em buffers de 250, 500 e 1000 metros) sobre a quantidade de desvio (Dev) na composição das espécies de morcegos em 19 cavernas amostradas em três municípios do sudeste do Tocantins, nos meses de abril (estação chuvosa) e setembro (estação seca) de 2017.

Variáveis	Geral		Chuva		Seca	
	Dev	<i>p</i>	Dev	<i>p</i>	Dev	<i>p</i>
Caverna						
Temperatura média	41.19	0.25	26.99	0.49	46.32	0.044
Temperatura amplitude	48.8	0.073	30.72	0.378	27.63	0.517
Umidade média	16.77	0.979	30.67	0.403	14.3	0.949
Umidade amplitude	35.74	0.402	32.59	0.289	21.58	0.766
Desenvolvimento linear	90.19	0.001	64.79	0.002	75.24	0.001
IEA	31.41	0.568	23.1	0.681	30.58	0.372
Teto						
Cúpula	66.29	0.003	39.09	0.088	65.08	0.001
Buraco	55.85	0.037	46.77	0.042	49.49	0.017
Fratura	73.64	0.004	45.05	0.062	60.7	0.004
Espeleotema único	57.23	0.048	39.15	0.197	37.26	0.26
Espeleotema aglomerado	72.24	0.002	33.15	0.19	67.72	0.001
Paisagem						
Buffer 250 m						
Diversidade	33.55	0.529	27.69	0.519	27.87	0.526
Área Preservada	35.1	0.435	26.85	0.553	26.62	0.571
Área Degradada	35.08	0.447	26.86	0.543	26.26	0.587
Buffer 500 m						
Diversidade	29.64	0.618	23.45	0.664	37.67	0.132
Área Preservada	29.37	0.696	21.96	0.769	29.18	0.482
Área Degradada	29.31	0.72	21.93	0.772	29.16	0.504
Buffer 1000 m						
Diversidade	33.21	0.564	32.15	0.337	25.63	0.601
Área Preservada	29.47	0.676	32.96	0.258	28.14	0.519
Área Degradada	23.57	0.867	22.61	0.756	22.66	0.723

Considerando os resultados da amostra geral (significativos ou não) cerca de 80% das espécies apresentou relação negativa com a média da temperatura, e 51% com a amplitude da temperatura. Para todas as outras variáveis do interior da caverna a relação foi positiva e a porcentagem de espécies variou entre 58%, para umidade média, e 93,5% para o desenvolvimento linear. No que tange à paisagem, a maioria das espécies se mostrou positivamente relacionada com a área preservada e negativamente com a área degradada: 64% das espécies no buffer de 500 m e 54% nos buffers de 250 e 1000 m. Já para heterogeneidade, a relação foi majoritariamente negativa, com 51% das espécies nos buffers de 250 e 1000 m, e 61% no buffer de 500 m.

Das 17 espécies que ocorreram em pelo menos três cavernas, 11 apresentaram respostas significativas ($p < 0.05$) para as variáveis analisadas, em pelo menos um dos conjuntos amostrais (Tabela 7). A amplitude da umidade, o índice de estabilidade, e a categoria “espeleotemas únicos” não apresentaram influência significativa sobre nenhuma espécie. A temperatura média foi a única característica das cavernas que influenciou negativamente as espécies, enquanto que na análise de paisagem a área degradada e o índice de heterogeneidade foram as variáveis que atuaram de forma negativa (Tabela 7).

No geral, as espécies responderam de forma semelhante às variáveis em ambas as estações, sendo associadas com as mesmas características nas duas amostragens. No entanto, em algumas espécies, a resposta ocorreu apenas em uma das estações (Tabela 7). Para temperatura média, *D. rotundus* e *C. perspicillata* apresentaram resposta apenas na estação seca ($p = 0.01$ e 0.02 , respectivamente). *Furipterus horrens*, respondeu positivamente à amplitude da temperatura apenas na estação chuvosa ($p = 0.002$). As espécies *Diaemus youngii* (Jentink, 1893) e *Phyllostomus elongatus* (É. Geoffroy, 1803) foram positivamente relacionadas com a quantidade de cúpulas e buracos, sendo a primeira espécie apenas na estação seca ($p = 0.034$ para cúpulas e 0.043 para buracos), e a segunda apenas na estação chuvosa ($p = 0.032$ para cúpulas e 0.048 para buracos). *Artibeus planirostris* (Spix, 1823) respondeu positivamente à quantidade de fraturas apenas na estação úmida ($p = 0.03$) e *Trachops cirrhosus* (Spix, 1823) à espeleotemas aglomerados apenas na estação seca ($p = 0.004$). A única espécie que apresentou resposta apenas na amostra geral foi *G. soricina*, estando positivamente relacionada ao desenvolvimento linear ($p = 0.044$) e à quantidade de fraturas ($p = 0.018$).

Em relação à paisagem, *Myotis lavalii* Moratelli, Peracchi, Dias & Oliveira, 2011 respondeu positivamente à área preservada e negativamente à área degradada, nos buffers de 500 ($p = 0.046$ e 0.042 , respectivamente) e 1000 metros ($p = 0.025$ e 0.020), apenas na estação chuvosa, assim como *F. horrens* no buffer de 1000 m ($p = 0.05$). Já *Anoura caudifer* (É Geoffroy, 1818) foi positivamente relacionada com área preservada e negativamente com área degradada apenas na estação seca em todos os buffers ($p < 0.05$).

Tabela 7 - Influência de variáveis ambientais da caverna e da paisagem circundante sobre espécies de morcegos registradas em 19 cavernas em três municípios do sudeste do Tocantins, Brasil. São representadas as espécies que responderam positiva ou negativamente, com alta significância ($p < 0.05$), apenas na estação úmida¹, ou apenas na estação seca² ou em ambas as estações¹².

VARIÁVEIS	RESPOSTA	
	Positiva	Negativa
Caverna		
Temperatura média		<i>D. ecaudata</i> ¹² <i>T. cirrhosus</i> ¹² <i>C. perspicillata</i> ² <i>D. rotundus</i> ²
Temperatura amplitude	<i>F. horrens</i> ¹	
Umidade média	<i>D. rotundus</i> ²	
Desenvolvimento linear	<i>C. auritus</i> ¹² <i>F. horrens</i> ¹²	<i>D. ecaudata</i> ¹² <i>G. soricina</i>
Teto		
Cúpula	<i>C. auritus</i> ¹² <i>D. youngii</i> ²	<i>D. ecaudata</i> ¹² <i>P. elongatus</i> ¹
Buraco	<i>P. elongatus</i> ¹	<i>D. youngii</i> ² <i>D. ecaudata</i> ²
Fratura	<i>A. planirostris</i> ¹ <i>D. ecaudata</i> ¹²	<i>C. auritus</i> ¹² <i>G. soricina</i>
Espeleotema aglomerado	<i>D. ecaudata</i> ¹²	<i>T. cirrhosus</i> ² <i>D. rotundus</i> ¹²
Buffer 250 m		
Heterogeneidade	<i>S. leptura</i> ²	
Área Preservada	<i>A. caudifer</i> ²	
Área Degradada		<i>M. lavalii</i> ¹ <i>A. caudifer</i> ²
Buffer 500 m		
Heterogeneidade		<i>A. caudifer</i> ²
Área Preservada	<i>M. lavalii</i> ¹	
Área Degradada		<i>A. caudifer</i> ² <i>M. lavalii</i> ¹
Buffer 1000 m		
Heterogeneidade		<i>A. caudifer</i> ²
Área Preservada	<i>M. lavalii</i> ¹ <i>A. caudifer</i> ²	<i>F. horrens</i> ¹
Área Degradada		<i>A. caudifer</i> ² <i>M. lavalii</i> ¹

4 DISCUSSÃO

A riqueza e a composição na assembleia de morcegos nas 19 cavernas amostradas na região dos municípios de Aurora do Tocantins, Combinado e Lavandeira, centro oeste do Brasil, é determinada por fatores internos das cavernas, sendo esta relação mais evidente na amostragem da estação seca. Embora a heterogeneidade de micro habitats não tenha influenciado positivamente a riqueza de espécies, a quantidade de cada um deles teve contribuição significativa na variação encontrada na composição

entre as cavernas, agindo juntamente com o tamanho das mesmas. Tais efeitos sobre a riqueza e composição de morcegos em assembleias cavernícolas são consequência de preferências específicas de cada espécie, sendo possível observar um padrão geral de relações negativas com temperaturas mais altas, e positivas com as demais características da caverna. A paisagem, no entanto, não surtiu efeitos sobre a riqueza e composição, apresentando influência significativa apenas na presença de algumas espécies, com relações positivas para áreas preservadas e negativas para áreas degradadas. Apesar de existir um agrupamento entre as cavernas mais ricas, não houve distinção clara de grupos similares quando classificadas de acordo com sua riqueza. Tal agrupamento refletiu a presença em comum das espécies mais frequentes no estudo, *C. perspicillata*, *P. hastatus*, *D. rotundus*, *P. macrotis*, *G. soricina*, e *F. horrens*, além ainda de *C. auritus*, *D. ecaudata*, *P. lineatus*, e *P. elongatus* consideradas relativamente frequentes.

O tamanho de uma caverna, juntamente com seu número de entradas, reflete sua estabilidade ambiental (FERREIRA, 2004). De fato, no presente estudo foi possível observar que as cavernas maiores foram também as mais estáveis. A relação entre o tamanho e a estabilidade das cavernas com a riqueza de espécies de morcegos já era esperada, constituindo um padrão conhecido e bastante frequente como já relatado na literatura (LUO et al., 2013; PHELPS, et al. 2016; WIJAYANTI; MARYANTO, 2017). Cavernas maiores podem oferecer uma maior quantidade de micro habitats disponíveis, sendo capazes de abrigar um maior número de espécies de morcegos (BRUNET; MEDELLÍN, 2001). Já cavernas mais estáveis podem favorecer a economia de gastos energéticos relacionados com diversos processos, como a termoregulação, digestão, gestação, e cuidado parental (KUNZ, 1973; McNAB, 1989; TUTTLE; STEVENSON 1981; TWENTE, 1955). De fato, no presente estudo, todas as cavernas acima de 200 metros de extensão apresentaram elevada riqueza (≥ 11), com exceção da Gruta do Jasmão, na qual foram registradas apenas duas espécies. Essa cavidade foi a que obteve o maior índice de estabilidade, no entanto, dentre as grandes cavernas amostradas, foi também a de maior temperatura média.

Estudos demonstram que as condições microclimáticas das cavernas são determinantes para a seleção de abrigo por morcegos, uma vez que podem influenciar a taxa metabólica basal dos mesmos (CRUZ-NETO et al., 2001). Assim, cavernas com variação espacial de temperatura e umidade relativa podem suportar exigências fisiológicas de um maior número de espécies (AVILA-FLORES; MEDELLÍN, 2004;

ROCHA; BICHUETTE, 2016; FUREY; RACEY, 2015). Temperaturas elevadas, contudo, atuam como um fator limitante para o qual as espécies apresentam valores ótimos, não se adaptando em taxas muito diferentes do ideal (AVILA-FLORES; MEDELLÍN, 2004). Isso pode explicar a baixa riqueza encontrada na Gruta do Jasmó: embora estável, sua temperatura mais elevada pode estar eventualmente excluindo espécies com necessidades térmicas mais específicas.

O índice de diversidade, leva em consideração a riqueza e a equitabilidade das espécies avaliadas (MAGURRAN, 2011), e foi aplicado aqui para as estruturas presentes no teto refletindo assim a heterogeneidade de micro habitats encontrados no interior das cavernas. Dessa forma, esperava-se que quanto maior fossem os valores deste índice, maior seria a riqueza de morcegos das cavernas estudadas (BEGON, et al. 2007). Entretanto, o contrário foi observado e a análise multivariada baseada em modelos permitiu verificar que a quantidade de micro habitats é mais importante do que sua heterogeneidade, e tem efeitos sobre a variação na composição das espécies.

Além da quantidade de micro habitats, a composição de espécies foi influenciada também pelo tamanho da caverna e pela temperatura média, da mesma forma como para a riqueza de espécies. Diversos estudos já demonstraram a influência dos micro habitats na composição das espécies de morcegos, entretanto inferindo sua disponibilidade apenas a partir da complexidade das cavernas (ARITA, 1996; BRUNET; MEDELLÍN, 2001; PHELPS et al. 2016). Silles e colaboradores (2007) avaliaram a diversidade de morcegos em três cavernas na Bolívia considerando a associação das espécies com características do teto, e encontraram as espécies *Carollia* spp, *P. hastatus* e *A. caudifer* ocupando cúpulas. No presente estudo, *Phyllostomus elongatus* e *Diaemus youngii* foram associados a cavernas com cúpulas e buracos em abundância, e *Artibeus planirostris* àquelas cavernas com maior número de fraturas. Muito pouco é conhecido a respeito das preferências dos morcegos por micro habitats cavernícolas, sendo o presente estudo um dos primeiros a trazer informações sobre a presença das espécies associadas à abundância de diferentes tipos de estruturas do teto.

Diphylla ecaudata foi a espécie com maior associação às cavernas, sendo frequentemente encontrada em cavernas maiores com grandes quantidades de micro habitats (cúpulas, buracos, fraturas e espeleotemas aglomerados) e demonstrando relação negativa àquelas com altas temperaturas. *D. rotundus* também apresentou relação negativa com temperaturas elevadas, e foi mais encontrado em cavernas de maior umidade relativa e com abundância de espeleotemas aglomerados. Alguns

estudos já demonstraram a relação de *D. rotundus* com temperaturas mais amenas e valores mais elevados de umidade relativa (McNAB, 1969; ALENCAR, 1977; ALMEIDA et al., 2002), o que pode ser explicado por sua baixa capacidade de termorregulação (McNAB, 1969; SORIANO et al., 2002) e às altas taxas de perda de água por evaporação em baixos níveis de umidade relativa (WIMSATT, 1962).

Carollia perspicillata e *Trachops cirrhosus* também foram associados negativamente às cavernas mais quentes, sendo que a segunda espécie teve sua presença relacionada, ainda, com cavernas de maior quantidade de espeleotemas aglomerados. Além de *D. ecaudata*, outras três espécies tiveram sua presença relacionada ao tamanho das cavernas e a algum outro aspecto das mesmas: *C. auritus* esteve associado com a quantidade de cúpulas e fraturas, *G. soricina* com a quantidade de fraturas, e *F. horrens* com a amplitude da temperatura. A seleção de abrigo diferenciada entre espécies pode estar relacionada às diferenças nos tamanho corporais, fisiológicas, morfológicas, nos hábitos alimentares e na estrutura social (EVELYN; STILES, 2003). Outros estudos encontraram resultados semelhantes sobre a influência do tamanho e do microclima da caverna influenciando diferentes espécies (MENDES, 2016; TELLEZ et al. 2018), e alguns ainda demonstraram os efeitos da paisagem e de distúrbios antrópicos, como porcentagem de área não florestada, nível de urbanização, desenvolvimento de estradas, e densidade humana e de animais domésticos (VARGAS-MENA, 2016; PHELPS et al. 2016).

Apesar da paisagem não ter mostrado nenhum efeito direto sobre a riqueza e composição de espécies, ela influenciou significativamente a presença de *Furipterus horrens*, *Myotis lavalii*, *Anoura caudifer* e *Saccopteryx leptura*. A heterogeneidade da paisagem agiu de forma positiva para a presença de *S. leptura*. Insetívoros aéreos forrageiam ao longo das bordas do habitat, de forma que é esperado que essas espécies respondam positivamente à subdivisão dos habitats (ESTRADA-VILLEGAS et al 2010; DENZINGER; SCHNITZLER 2013; CHAMBERS et al. 2016). Entretanto, o mesmo não pôde ser observado para *M. lavalii* e *F. horrens*, também insetívoros, mas que, assim como *A. caudifer*, tiveram sua presença associada a cavernas com o entorno mais preservado. No caso dos nectarívoros, como *A. caudifer*, essa associação com áreas naturais é esperada, uma vez que tais espécies forrageiam por toda a paisagem (AGUIAR, et al. 2014). A ocupação baseada na paisagem depende de como as espécies percebem e respondem à heterogeneidade ambiental, o que pode variar de acordo com a disponibilidade de recurso, o tamanho corporal e a capacidade de dispersão (WITH,

1994). Destaca-se ainda que a resposta em *F. horrens* só ocorreu em maior escala (1000 metros), o que demonstra que o raio de proteção de 250 metros estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2017), não é suficiente para algumas espécies de morcegos. Considerando que *Furipterus horrens* é uma das espécies ameaçadas no Brasil, justamente pela sua associação com cavernas (cada vez mais sujeitas à destruição), torna-se importante a reavaliação da efetividade do raio de proteção de 250 metros para os morcegos.

Embora a abundância e riqueza observadas não tenham sido significativamente distintas entre as amostragens, foi possível observar um efeito indireto da paisagem sobre a riqueza e composição das espécies. A relação mais acentuada entre riqueza e composição com as características da caverna observada na estação seca, reflete as alterações na paisagem, que provavelmente tornam as cavernas abrigos ainda mais atraentes durante a falta de recursos. As classes de cobertura e uso do solo no Tocantins apresentam um padrão sazonal bem definido que acompanha a sazonalidade da precipitação, com menores valores de biomassa de dossel para os meses de agosto e setembro (BECERRA et al., 2009). Diversas espécies registradas no presente estudo são cavernícolas oportunistas ou não cavernícolas (GUIMARÃES; FERREIRA, 2014), ou seja, também fazem uso de outros tipos de abrigos. Porém, em períodos mais secos, a estabilidade das cavernas provavelmente garante as melhores condições para a manutenção dos processos ecológicos e fisiológicos já mencionados, quando comparados com outros abrigos. A disponibilidade de recursos por sua vez, não foi avaliada no presente estudo, entretanto já foi demonstrado a existência de uma forte variação nas interações de algumas espécies em decorrência de alterações sazonais, especialmente para frugívoros (ZAPATA-MESA et al. 2017). Assim estudos que avaliem também a disponibilidade de recursos no entorno das cavernas podem contribuir para preencher mais uma lacuna a respeito dos fatores que influenciam a seleção de abrigo por morcegos.

5 CONCLUSÃO

As características das cavernas possuem papel crucial na determinação da riqueza e composição das assembleias de morcegos amostradas no presente estudo. A temperatura atua como fator limitante, enquanto que a estabilidade, a umidade e os atributos estruturais das cavernas favorecem a ocorrência de um maior número de espécies. Isso ocorre porque cavernas maiores, abundantes em micro habitats, com

alguma variação espacial em condições microclimáticas, porém mais estáveis do que o meio externo podem suportar mais espécies, uma vez que são capazes de satisfazer os requerimentos específicos de mais espécie. Essa relação é mais evidente na estação seca, quando os recursos são reduzidos e as temperaturas mais elevadas no Cerrado. A paisagem não demonstrou ter efeitos diretos sobre tais parâmetros, mas a porcentagem de área preservada é um aspecto importante para algumas espécies, bem como escalas maiores de cobertura vegetal.

Entender como os morcegos se relacionam com as cavernas e com sua paisagem de entorno pode ser uma ferramenta importante para estratégias de manejo e conservação. Assim, o presente estudo realça a importância da proteção das cavernas, devido ao seu papel fundamental como abrigo para os morcegos, e traz informações relevantes que podem ser úteis na tomada de decisão em processos de licenciamento ambiental, nos quais cavernas são suprimidas ou selecionadas para compensação. Além disso, reforça-se a necessidade de reavaliação da medida de 250 metros para proteção do entorno das cavernas, uma vez que especialmente espécies ameaçadas responderam apenas em maiores escalas de preservação. Adicionalmente sugere-se ainda a realização de estudos que considerem a disponibilidade de recursos na paisagem circundante e a interação dos morcegos com esses recursos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a primeira autora, e ao Bat Conservation International pelo apoio financeiro para realização do projeto. E. Bernard e R.L. Ferreira são bolsistas de produtividade do CNPq. Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coleta. A Prefeitura de Aurora do Tocantins pelo apoio logístico, em especial à pessoa de Wagner José de Moura por toda ajuda e disposição durante os campos. Somos gratos aos moradores dos municípios de Aurora do Tocantins, Lavandeira e Combinado (Clóvis, Jasmão, Florisvaldo, Silvio, Elielton, Heládio, Amador, Ranolfo, Vitorino, Termozilo, José, Milton e Renilda) por facilitar e permitir a realização do trabalho em suas propriedades. Agradecemos as equipes de campo (Gabrielle Pacheco, Rafael Cardoso, Renato Gatti e Roberta Cerqueira) por toda dedicação e esforço durante as coletas. Agradecemos também à Ricardo Moratelli, Daniela Dias e Marcelo Nogueira, pela ajuda nas identificações. E por fim agradecemos a Roberto Franco pela confecção do mapa da área do estudo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.M.S.; BERNARD, E.; MACHADO, R.B. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. **Zoologia**. 31:223–229. 2014.
- ALENCAR, O.A. **Aspectos biológicos e ecológicos do *Desmodus rotundus rotundus*, Chiroptera (E. Geoffroy,1810) no Nordeste do Brasil**. 1977. 88f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. 1977.
- ALMEIDA, E.O.; MOREIRA, E.C.; NAVEDA, L.A.B. & HERRMANN, G.P. Combate ao *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geoffroy,1810) na região cárstica de Cordisburgo e Curvelo, Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Online)**. 54(2): 117–126. 2002. doi: 10.1590/S0102-09352002000200002.
- ANDERSON, M.; GORLEY, R. N.; CLARKE, R. K. **Permanova+ for Primer: Guide to Software and Statistical Methods**. Primer-E Limited, 214 p., Plymouth, 2008.
- ARITA, H.T. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. **Biological Conservation**. 76(2): 177–185. 1996. doi: 10.1016/0006-3207(95)00105-0.
- ASSUNÇÃO, H.S.; BRAGANTE-FILHO, M.A. Atual metodologia de mapeamento de cavernas realizada pela Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE. **Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia**. 2015.
- AVILA-CABADILLA L.D.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A.; STONER, K.E.; ALVAREZ-ANÓRVE, M.Y.; QUESADA, M.; PORTILLO-QUINTERO, C.A.; Local and landscape factors determining occurrence of Phyllostomid bats in tropical secondary forests. **PLoS ONE**, 7:335228. 2012.
- AVILA-FLORES, R.; MEDELLÍN, R.A. Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by Mexican bats. **Journal of Mammalogy**. 85(4): 675–68. doi: 10.1644/BOS-127. 2004.
- BECERRA, J.A.B.; SHIMABUKURO, Y.E.; ALVALÁ, R.C.S. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 24. N.2. 125-134. 2009
- BEGON, M. TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. Ed. Artmed. 4.ed. Porto Alegre. 2007.
- BENTO, D.M.; FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; SOUZA-SILVA, M.B.; BELLINI, C.; VASCONCELLOS, A. Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil. **Journal of Cave and Karst Studies**. 78: 61–71. 2016.
- BERNARD, E.; FENTON, B. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forest, and savannas in central Amazonia, Brazil. **Can. J. Zool.** 80:1124-1140. 2002. doi:10.1139/z02-094
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa N° 2 de 30 de Agosto de 2017. Define a metodologia para classificação do grau de relevância das

cavidades naturais subterrâneas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 2017.

BRUNET, A.K.; MEDELLÍN, R.A. The species-area relationship in bat assemblages of tropical caves. **Journal of Mammalogy**. 82(4): 1114-1122. 2001.

BU, Y.; WANG, Y.; ZHANG, C.; LIU, W.; ZHOU, H.; YU, Y.; NIU, H. Geographical distribution, roost selection, and conservation state of cave-dwelling bats in China. **Mammalia**. 2014. doi: 10.1515/mammalia-2014-0008.

CAVALCANTI, J. A. D. Mapeamento Espeleológico. Ouro Preto: SEE, ed. 1,1996.

CHAMBERS, C.L.; CUSHMAN, S.A.; MEDINA-FITORIA, A.; MARTÍNEZ-FONSECA, J.; CHAVEZ-VELASQUEZ, M. Influences of scale on bat habitat relationships in a forested landscape in Nicaragua. **Landscape Ecol**. 31:1299–1318. 2016.

CHRUSZCZ, B.J.; BARCLAY, R.M.R. Thermoregulatory ecology of a solitary bat, *Myotis evotis*, roosting in rock crevices. **Functional Ecology**. 16(1): 18–26. 2002. doi: 10.1046/j.0269-8463.2001.00602.x.

CRUZ-NETO, A.P.; GARLAND, J.R.; ABE, A.S. Diet, phylogeny, and basal metabolic rate in Phyllostomid bats. **Zoology**. 104(1): 49–58. 2001. doi: 10.1078/0944-2006-00006.

DENZINGER, A.; SCHNITZLER, H.U. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. **Front Physiol**. 4:1–15. 2013.

DIAZ, M.M.; SOLARI, S.; AGUIRRE, L.F.; AGUIAR, L.M.S.; BARQUEZ, R.M. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. **Publicación Especial n°2, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)**. 160 pp. 2016.

DUCCI, L.; AGNELLI, P.; DI FEBBRARO, M.; FRATE, L.; RUSSO, D.; LOY, A.; CARRANZA, M.L.; SANTINI, G.; ROSCIONI, F. Different bat guilds perceive their habitat in different ways: a multiscale landscape approach for variable selection in species distribution modelling. **Landscape Ecol**. 30:2147–2159. 2015.

ESTRADA-VILLEGAS, S; MEYER, C.F.J.; KALKO, E.K.V. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. **Biol Conserv**. 143:597–608. 2010.

EVELYN, M.J.; STILES, D.A. Roosting requirements of two frugivorous bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in fragmented Neotropical forest. **Biotropica**. 35(3): 405–418. 2003. doi: 10.1111/j.1744-7429.2003.tb00594.x.

FENTON, M.B.; RAUTENBACH, I.L.; SMITH, S.E.; SWANEPOEL, C.M.; GROSELL, J. & VAN JAARSVELD, J. Raptors and bats: threats and opportunities. **Animal Behavior**. 48(1): 9–18. 1994. doi: 10.1006/anbe.1994.1207.

FERREIRA, R.L. 2004. **A medida da complexidade biológica e suas aplicações na Conservação e Manejo de sistemas subterrâneos**. 2004. 161p. Tese de doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte.

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.

FUREY, N.; RACEY, P. A. Conservation ecology of cave bats. In: Voigt, C. C., and T. Kingston (eds). **Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world**. Springer, USA. 2015.

GARDNER, A. L. Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats, in: **Mammals of South American**. Chicago: University of Chicago Press. V. 1. 669p. 2008.

GUIMARÃES, M.M.; FERREIRA, R.L. Morcegos cavernícolas do Brasil: Novos Registros e desafios para a Conservação. **Revista Brasileira de Espeleologia**. v.2. n° 4. 2014.

HOLSINGER, R.; CULVER, D.C. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. **Brimleyana**, n. 14, p. 1-162. 1988.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L.H. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleotema**, Monte Sião, v. 13, p. 105-167. 1979.

KLINGBEIL, B.T.; WILLIG, M.R. Seasonal differences in population-, ensemble- and community-level responses of bats to landscape structure in Amazonia. **Oikos** 119:1654–1664. 2010.

KUNZ, T. H.. Population studies of the cave bat (*Myotis velifer*): reproduction, growth, and development. **Occasional Papers of the Museum of Natural History**, University of Kansas. 15:1–43. 1973.

KUNZ, T. H. Roosting ecology of bats. in **Ecology of bats** (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York. Pp. 1–55. 1982.

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**, 47(04), pp.526-531. 2013.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução: Dana Moiana Vianna. Ed. UFPR. 261 p. 2011

McCRACKEN, G.F.; LUMSDEN, L.F. & KUNZ, T.H. Roosting ecology and population biology. In: ZUBAID, A.; MCCRACKEN, G.F. & KUNZ, T.H. (Eds.) **Functional and evolutionary ecology of bats**. New York: Oxford University Press. p. 179–184. 2006.

McNAB, B.K. The economics of temperature regulation in neotropical bats. **Comparative Biochemistry Physiology**. 31(2): 227–268. 1969. doi: 10.1016/0010-406X(69)91651-X.

- McNAB, B. K. Temperature regulation and rate of metabolism in three Bornean bats. **Journal of Mammalogy**. 70:153–161. 1989.
- MENDES, P.; WITH, K.A.; SIGNORELLI, L.; MARCO JR. P.M. The relative importance of local versus landscape variables on site occupancy in bats of the Brazilian Cerrado. **Landscape Ecol.** 2016. doi 10.1007/s10980-016-0483-6
- NOGUEIRA, M. R.; DE LIMA, I. P.; MORATELLI, R.; DA CUNHA TAVARES, V.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**. 10(4), 808-821. 2014.
- OLIVEIRA-FILHO, J.C., E.S. PINTO, L.M.F. SABOYA, A.J. PERON, G.F. CAETANO. Caracterização do Regime Pluviométrico da região do Projeto Rio Formoso na Bacia do Araguaia, TO. Brasil. **Acta Amazonica**. 31(2): 221-226. 2001.
- PELLEGRINI, T. G.; SALES, L. P.; AGUIAR, P.; FERREIRA, R. L. Linking spatial scale dependence of land-use descriptors and invertebrate cave community composition. **Subterranean Biology**. v. 18, p. 17–38. 2016.
- PHELPS, K; JOSE, R.; LABONITE, M.; KINGSTON, T. Correlates of cave-roosting bat diversity as an effective tool to identify priority caves. **Biological Conservation**. 201: 201-209. 2016.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria (ISBN 3-900051-07-0, <http://www.Rproject.org/>). 2014.
- ROCHA, A.D.; BICHUETTE, M.E. Influence of abiotic variables on the bat fauna of a granitic cave and its surroundings in the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**. 16(3): e20150032. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0032>
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A.; SOTO-CENTENO, J.A. Temperature selection by tropical bats roosting in caves. **Journal of Thermal Biology**. 28: 465–468. 2003. doi: 10.1016/S0306-4565(03)00046-9.
- SILES, L.; MUÑOZ, A.; AGUIRRE, L.F. Bat diversity in three caves in a montane forest of Bolivia. **Ecotropica**. 13:67-74. 2007.
- SORIANO, P.J.; RUIZ, A.; ARENDS, A. Physiological responses to ambient temperature manipulation by three species of bats from Andean cloud forests. **Journal of Mammalogy**. 83(2): 445–457. 2002. doi: 10.1644/1545-1542.
- SOUSA, P. A. B.; BORGES R. S. T.; DIAS, R.R. (org.). Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6. ed. **Rev. atu. Palmas: Seplan**, 2012.
- STRAUBE, F.C.; BIANCONI, G.V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, 8(1-2):150-152. 2002.
- TELLEZ, H.L.A.; INIGUEZ-DAVALOS, L.I.; OLVERA-VARGAS, M., VARGAS-CONTRERAS, J.A.; HERRERA-LIZAOLA, O.A. Bats associated to caves in Jalisco. México. **Therya**. V. 9 (1): 29-40. 2018.

TUTTLE, M. D.; STEVENSON, D. E. Variation in the cave environment and its biological implications. In: **Cave gating, a handbook**. 2nd ed. (R. Stitt, ed.). National Speleological Society, Huntsville, Texas. Pp. 46–59. 1981.

TWENTE, J. W. JR. Some aspects of habitat selection and other behavior of cavern-dwelling bats. **Ecology**. 36:706–732. 1955.

VARGAS-MENA, J.C. **Cave-Dwelling bats in the Caatinga: Landscape and cave effects on community structure in Rio Grande do Norte, Brazil**. 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2016.

ZAPATA-MESA, N.; MONTOYA-BUSTAMANTE, S.; MURILLO-GARCÍA, O. Temporal variation in bat-fruit interactions: Foraging strategies influence network structure over time. **Acta Oecologica**, 85: 9-17. 2017.

WANG, Y.; NAUMANN, U.; WRIGHT, S.; WARTON, D. mvabund: an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. **Methods in Ecology and Evolution**. N. 3. p: 471-474. 2012. doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00190.x

WILLIS, C.K.R.; BRIGHAM, R.M. Social thermoregulation exerts more influence than microclimate on forest roost preferences by a cavity dwelling bat. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 62(1): 97–108. 2007. doi: 10.1007/s00265-007-0442-y.

WIJAYANTI, F.; MARYANTO, I. Diversity and pattern of nest preference of bat species at bat-dwelling caves in Gombong Karst, Central Java, Indonesia. **Biodiversitas**. V. 18. (3). 864-874. 2017

WIMSATT, W.A. Responses of captive common vampires to cold and warm environments. **Journal of Mammalogy**. 43(2): 185–191. 1962. doi: 10.2307/1377089.

WITH, K.A. Using fractal analysis to assess how species perceive landscape structure. **Landscape Ecol.** 9:25–36. 1994.

APENDICE A – Lista de Espécies Coletadas, sua destinação e número de tombo.

Caverna	Município	Espécie	TOMBO	Instituição
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83975	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83976	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83977	MN-UFRJ
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83978	MN-UFRJ
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Myotis lavalii</i>	MN 83979	MN-UFRJ
Gruta do Demar	Aurora do Tocantins	<i>Phylloderma stenops</i>	MN 83980	MN-UFRJ
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	MN 83981	MN-UFRJ
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diaemus youngii</i>	DZUP 2187	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diaemus youngii</i>	DZUP 2188	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus elongatus</i>	DZUP 2189	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Carollia perspicillata</i>	DZUP 2190	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus hastatus</i>	DZUP 2191	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus elongatus</i>	DZUP 2192	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2193	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2194	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2195	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Diphylla ecaudata</i>	DZUP 2196	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2197	DZUP
Furna do Jasmô	Combinado	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2198	DZUP
Furna do Jasmô	Combinado	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2199	DZUP
Fenda do Urubu	Lavandeira	<i>Trachops cirrhosus</i>	DZUP 2200	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2201	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2202	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2203	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Carollia perspicillata</i>	DZUP 2204	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2205	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2206	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2207	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2208	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Tonatia bidens</i>	DZUP 2209	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2210	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2211	DZUP
Abrigo do Libarro	Aurora do Tocantins	<i>Anoura caudifer</i>	DZUP 2212	DZUP
Gruta do Elielton	Lavandeira	<i>Diphylla ecaudata</i>	DZUP 2213	DZUP
Gruta do Demar	Aurora do Tocantins	<i>Chrotopterus auritus</i>	DZUP 2214	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Lonchorhina aurita</i>	DZUP 2215	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Desmodus rotundus</i>	DZUP 2216	DZUP
Gruta do Lago	Lavandeira	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2217	DZUP
Córrego do I. de Cima	Aurora do Tocantins	<i>Tonatia bidens</i>	DZUP 2218	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2219	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Saccopteryx leptura</i>	DZUP 2220	DZUP

Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Natalus macrourus</i>	DZUP 2221	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2222	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Furipterus horrens</i>	DZUP 2223	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Glossophaga soricina</i>	DZUP 2224	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2225	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Pteronotus parnellii</i>	DZUP 2226	DZUP
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	DZUP 2227	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2228	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Phyllostomus hastatus</i>	DZUP 2229	DZUP
Gruta da Cachoeira	Aurora do Tocantins	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	DZUP 2230	DZUP
Gruta do Melado	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2231	DZUP
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Lionycteris spurrelli</i>	DZUP 2232	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2233	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Artibeus planirostris</i>	DZUP 2234	DZUP
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Micronycteris minuta</i>	DZUP 2235	DZUP
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Vampyrum spectrum</i>	DZUP 2236	DZUP
Fenda do Urubu	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3144	CMUFLA
Morro Alegre	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3145	CMUFLA
Gruta Riscada	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3146	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3147	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Mimon bennettii</i>	CMUFLA 3148	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3149	CMUFLA
Fiol 095	Lavandeira	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3150	CMUFLA
Gruta dos Moura	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx kappleri</i>	CMUFLA 3151	CMUFLA
Gruta Riscada	Aurora do Tocantins	<i>Peropteryx macrotis</i>	CMUFLA 3152	CMUFLA
Gruta do Criminoso	Aurora do Tocantins	<i>Molossops temminckii</i>	CMUFLA 3153	CMUFLA
Toca da O. do Mocambo	Lavandeira	<i>Peropteryx kappleri</i>	CMUFLA 3154	CMUFLA
Córrego do I. de Cima	Aurora do Tocantins	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	CMUFLA 3155	CMUFLA