

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**TESE**

**MORCEGOS CAVERNÍCOLAS EM UMA ÁREA DE CERRADO  
NO SUDESTE DO BRASIL: COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E  
USO DE ABRIGO**

**MAYARA ALMEIDA MARTINS**

**2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**MORCEGOS CAVERNÍCOLAS EM UMA ÁREA DE CERRADO NO  
SUDESTE DO BRASIL: COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E USO DE  
ABRIGO**

**MAYARA ALMEIDA MARTINS**

*Sob a orientação do Professor*  
**Adriano Lúcio Peracchi**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutora em  
Ciências**, no Programa de Pós-  
Graduação em Biologia Animal.

Seropédica, RJ  
Setembro de 2015

599.4  
M386m  
T

Martins, Mayara Almeida, 1984-  
Morcegos cavernícolas em uma área  
de cerrado no Sudeste do Brasil:  
composição de espécies e uso de  
abrigo / Mayara Almeida Martins. -  
2015.  
66 f.: il.

Orientador: Adriano Lúcio  
Peracchi.

Tese (doutorado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Curso de Pós-Graduação em Biologia  
Animal.

Inclui bibliografias.

1. Morcego - Teses. 2. Morcego -  
Distribuição geográfica - Brasil,  
Sudeste - Teses. 3. Morcego -  
Habitat (Ecologia) - Brasil, Sudeste  
- Teses. 4. Ecologia animal -  
Brasil, Sudeste - Teses. 5. Morcego  
- Composição - Brasil, Sudeste -  
Teses. 6. Ecologia de caverna -  
Teses. I. Peracchi, Adriano Lúcio,  
1938- II. Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro. Curso de Pós-  
Graduação em Biologia Animal. III.  
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

MAYARA ALMEIDA MARTINS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Ciências**,  
no curso de Pós-graduação em Biologia Animal.

TESE APROVADA EM: 15/09/2015



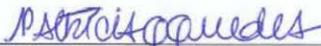
Dr. Adriano Lucio Peracchi - UFRRJ  
Orientador



Dr. Carlos Eduardo Lustosa Esbérard – UFRRJ



Dr. Marcelo Rodrigues Nogueira – UENF



Dr.ª Patrícia Gonçalves Guedes - Museu Nacional/UFRRJ



Dr. Ricardo Moratelli – FIOCRUZ

Dr. Ildemar Ferreira - UFRRJ  
Suplente

Dr. Isaac Passos de Lima – UEL  
Suplente

Dedico este trabalho à minha família,  
principalmente ao meu pai, sem ele este  
trabalho não seria possível.

*...populações adaptadas a um habitat  
tão singular perpetuando-se através  
de várias gerações, que ignoram  
completamente se lá fora é dia ou noite,  
verão ou inverno. Confinados a um mundo  
que acreditam ser todo o universo...*

Chaimowicz, 1984.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por guiar meus caminhos, e por ter oportunidade de crescimento diante dos obstáculos durante este trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. Adriano Lúcio Peracchi, pelo apoio a todas as fases deste trabalho, pela confiança e por seu exemplo como pesquisador. Igualmente, sou grata por colocar à minha disposição todos os recursos do Laboratório de Mastozoologia desta universidade.

À Dr<sup>a</sup>. Daniela Dias pela identificação e confirmação de algumas espécies em laboratório.

Ao Dr. Isaac Passos de Lima pela ajuda na elaboração do mapa e pela companhia no laboratório.

Ao professor Dr. Carlos Eduardo Lustosa Esbérard e ao Dr. Marcelo Rodrigues Nogueira pela contribuição e pelo esclarecimento de algumas dúvidas surgidas durante este trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Mastozoologia, Andrea Maas, Juliana Almeida, Luiz Gomes e Marcione Oliveira que de alguma forma contribuíram também com este trabalho, com importantes discussões e pela ótima convivência no laboratório.

À administração do Parque Estadual da Lapa Grande e o Instituto Estadual de Floresta por permitirem a realização deste estudo, disponibilizando toda infraestrutura necessária para os trabalhos de campo.

Aos funcionários do PELG pela receptividade e boa vontade para ajudar.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela ajuda sempre que necessária.

À CAPES e FAPERJ, pela concessão da bolsa de estudos e suporte financeiro.

Aos amigos Daiane Ouverney e William Douglas de Carvalho pela amizade mantida durante esses anos, pela troca de conhecimentos, desabafos, lamentações e pelas agradáveis e divertidas horas passadas juntos.

Aos meus pais Laecio e Shirley e às minhas irmãs Laryssa e Thaysa que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em todas as minhas escolhas. Com certeza, sem eles este trabalho não se realizaria. Devo tudo a vocês.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, **MUITO OBRIGADA.**

## RESUMO GERAL

MARTINS, M. A. **Morcegos cavernícolas em uma área de Cerrado no sudeste do Brasil: composição de espécies e uso de abrigo.** 82f. Tese (Doutorado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

Este estudo teve o objetivo de avaliar a composição de espécies de morcegos cavernícolas do Parque Estadual da Lapa Grande para auxiliar no plano de manejo e analisar possíveis correlações entre a distribuição e riqueza de espécies de morcegos e os parâmetros abióticos das cavernas. O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) no município de Montes Claros, MG. Foram realizadas 30 noites de coletas em 10 cavernas no período de junho de 2012 a outubro de 2013. De cada caverna inventariada no PELG, foram obtidos os seguintes parâmetros: valores de umidade relativa e temperatura em seu interior, número de entradas, desenvolvimento horizontal e presença de água em seu interior. As coletas foram feitas com o uso de redes de neblina armadas nas entradas das cavernas antes do pôr do sol e mantidas abertas por três horas. Foram capturados 353 indivíduos pertencentes a 16 espécies da família Phyllostomidae e duas espécies da família Vespertilionidae. O número de espécies de morcegos por caverna variou de duas a 10 e a abundância de cinco a 136 indivíduos. Dentre estas, destacam-se os registros de *Diaemus youngii*, *Lonchophylla dekeyseri* e *Lionycteris spurrelli*, que constam na lista de espécies ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. A riqueza média observada para a região do PELG foi 4,8 ( $\pm 2,4$ ) espécies por cavidade. A riqueza esperada para o PELG, calculada pelo índice de Chao-1, é de 21 espécies para área. Esse índice sugere que o levantamento na área está 86% completo. A análise de correspondência canônica (CCA) indicou que os parâmetros analisados das cavernas explicaram 82,7% das variações da abundância das espécies de morcegos nas cavernas inventariadas. O parâmetro temperatura foi o que mais explicou a distribuição das espécies nas cavernas no presente estudo, formando um gradiente de temperatura entre as cavernas. O desenvolvimento horizontal, o número de entradas e o estado de conservação foram considerados importantes para a riqueza de espécies de morcegos em cavernas.

Palavras-chave: Chiroptera, cavernas, composição de espécies, Parque Estadual da Lapa Grande, plano de manejo, seleção de abrigo.

## GENERAL ABSTRACT

This study aimed to assess the species composition of cave-dwelling bats of Lapa Grande State Park to assist in the management plan and to analyze possible correlations between the bats distribution and species richness and abiotic parameters of the caves. Fieldwork was conducted in Lapa Grande State Park (PELG) in Montes Claros, MG. A total of 30 sampling nights in 10 caves were performed in the region. The following parameters were obtained from each cave inventoried: inside relative humidity and temperature, number of entrances, horizontal development and presence of water. The bats were caught in mist-nets at the caves entrances before sunset and they were kept open for three hours. The field works allowed the capture of 353 specimens of 18 species, belonging to families Phyllostomidae (16 species) and Vespertilionidae (two species). It is emphasized the record of *Diaemus youngii*, *Lonchophylla dekeyseri* and *Lionycteris spurrelli* regarded as endangered in the Threatened Species List of Minas Gerais state. The number of bat species per cave ranged from two to 10 species and the abundance of five to 136 individuals. The mean richness observed for the PELG region was 4.8 ( $\pm 2.4$ ) species per cave. The expected number of species, obtained using the Chao index, is 21 species. The Chaos' estimator suggests that the PELG survey is 86% complete. The CCA indicated significant correlation among distribution of the bats species and abiotic parameters of the caves. The temperature was what the most explained the species distribution in the caves in the present study, was formed a temperature gradient between the caves. The horizontal development, the number of entrances and the conservation status were considered ecological determinants for bats richness in caves.

Keywords: Chiroptera, caves, species composition, Lapa Grande State Park, management plan, roost selection.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Espécies de morcegos capturados em dez cavernas do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. .... 21
- Tabela 2** - Riqueza de espécies (S), número de indivíduos (N) e índice de Margalef (D) para cada caverna inventariada do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG..... 30
- Tabela 3** - Distância geográfica (parte superior da tabela) em km e a similaridade de Bray-Curtis (parte inferior da tabela) entre as cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. .... 31
- Tabela 4** – Parâmetros bióticos e abióticos analisados nas dez cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. UM: umidade relativa média, TE: temperatura média, AG: presença ou ausência de água, NE: número de entradas, DH: desenvolvimento horizontal, IA: índice antrópico..... 60
- Tabela 5** – Espécies de morcegos capturados em dez cavernas do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG..... 62
- Tabela 6** – Coeficiente de correlação da CCA entre os dois primeiros eixos da ordenação e os parâmetros abióticos das dez cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. .... 63

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa de localização do Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) no município de Montes Claros, MG. O mapa foi elaborado usando o programa QGIS 2.0.1. Dufour. .... 14
- Figura 2** - Mapa temático de cobertura do solo do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. (Mapa retirado de Veloso, 2010). .... 15
- Figura 3** – Curva ombrotérmica com média mensal de temperatura (linha) e precipitação (coluna) dos anos de 1950 a 2000 no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. (Fonte de dados: WorldClim). .... 16
- Figura 4** - Localização das cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros – MG. LG: Lapa Grande, BN: Boqueirão da Nascente, LD: Lapa D’água, LC: Lapa dos Cristais, LM: Lapa dos Morcegos, LS: Lapa do Sufoco I, LCD: Lapa da Chica Doida, LPA: Lapa do Paredão e LP: Lapa do Pedalinho. .... 17
- Figura 5** - Número acumulado de espécies de morcegos cavernícolas com o total de indivíduos capturados em cavernas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. .... 24
- Figura 6** - Mapa de localização do Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) em Montes Claros, MG. O mapa foi feito usando o programa QGIS 2.0.1 Dufour. .... 51
- Figura 7** - Mapa temático de cobertura do solo do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. (Mapa retirado de Veloso, 2010). .... 52
- Figura 8** – Curva ombrotérmica com média mensal de temperatura (linha) e precipitação (coluna) dos anos de 1950 a 2000 no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. (Fonte de dados: WorldClim). .... 53
- Figura 9** - Localização das cavernas inventariadas no PELG, Montes Claros, MG. LG: Lapa Grande, BN: Boqueirão da Nascente, LC: Lapa dos Cristais, LD: Lapa D’água, LM: Lapa dos Morcegos, LO: Lapa da Ossada, LCD: Lapa da Chica Doida, LPA: Lapa do Paredão, LS: Lapa do Sufoco I, LP: Lapa do Pedalinho. .... 56
- Figura 10** - Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da CCA de 10 espécies de morcegos e os parâmetros abióticos das 10 cavernas amostradas no PELG, Montes Claros, MG. Ag: *Anoura geoffroyi*, Cp: *Carollia perspicillata*, Dr: *Desmodus rotundus*, Ap: *Artibeus planirostris*, Gs: *Glossophaga soricina*, Pl: *Platyrrhinus lineatus*, Ml: *Myotis lavalii*, Ac: *Anoura caudifer*, Dy: *Diaemus youngii*, De: *Diphylla ecaudata*. Os pontos são as cavernas inventariadas. As setas são os parâmetros abióticos das cavernas, UM: umidade relativa, TE: temperatura, AG: água, NE: número de entradas e DH: desenvolvimento horizontal. .... 65

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	1
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	3
<b>CAPÍTULO I:</b> Composição da fauna de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavidades subterrâneas em área de Cerrado, sudeste do Brasil.	7
<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2 - MATERIAL E MÉTODOS</b>	13
2.1 - Área de estudo	13
2.2 - Sítios de captura	16
2.3 - Coleta de dados	19
2.4 - Análise dos dados	20
<b>3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	21
3.1 - Composição de espécies e riqueza de morcegos por caverna	21
3.2 - Implicações para a conservação	32
<b>4 – CONCLUSÕES</b>	34
<b>5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	35
<b>ANEXO 1</b>	44
<b>CAPÍTULO II:</b> Determinantes ecológicos da riqueza de morcegos em cavidades naturais subterrâneas em área de Cerrado, sudeste do Brasil.	45
<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	48
<b>2 - MATERIAIS E MÉTODOS</b>	51
2.1 - Área de estudo	51
2.2 - Sítios de captura	53
2.3 - Caracterização das cavernas	56
2.4 - Captura dos morcegos	57
2.5 - Análise dos dados	57
<b>3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	60
3.1 - Variáveis ambientais das cavernas	60
3.2 - Variação na abundância e riqueza de morcegos	62
<b>4 – CONCLUSÃO</b>	72
<b>5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	73
	xi

## INTRODUÇÃO GERAL

Morcegos podem utilizar os mais diversos tipos de abrigos naturais como árvores, folhas, cavernas e artificiais como minas, edifícios, telhados e pontes (KUNZ, 1982), e algumas espécies até escolhem diferentes tipos de abrigos ao longo de seu ciclo anual (RODRIGUES & PALMEIRIM, 2008). Além disso, o tipo de abrigo escolhido pelos animais pode ser crucial para sua aptidão numa dada área (CHURCHILL, 1991; KUNZ & LUMSDEN, 2003).

As características do abrigo desempenham um papel proeminente para a ecologia e para o sucesso das espécies de morcegos. Ele deve fornecer o ambiente adequado para o acasalamento, hibernação, cuidado parental, proteção contra condições climáticas adversas, predadores e termorregulação (KUNZ, 1982). Um dos principais abrigos usados por morcegos são cavernas, e em uma única caverna podem se estabelecer até milhões de indivíduos (BETKE *et al.*, 2008). As habilidades de voo e ecolocalização dos morcegos têm permitido explorar estes habitats subterrâneos para usar como abrigo (MURRAY & KUNZ, 2005), sendo os únicos vertebrados com grande sucesso na exploração deste ambiente (KUNZ, 1982). As cavernas podem oferecer uma grande variação de condições climáticas combinada com a complexidade estrutural e fornecer a maior diversidade de locais para abrigo (TUTTLE & STEVENSON, 1977).

O ambiente cavernícola é caracterizado pela ausência permanente de luz (POULSON & WHITE, 1969). Devido a isto, não há presença de produtores primários, exceto algumas bactérias quimioautotróficas (SARBU *et al.*, 1996). Desta forma, os recursos orgânicos penetram nas cavernas por agentes físicos, como água e/ou agentes bióticos. Neste caso, os morcegos como habitantes frequentes desses ambientes são primordiais para o funcionamento do ecossistema cavernícola, principalmente em cavernas secas, deixando nas cavidades grande quantidade de recursos orgânicos, como guano e carcaças (FERREIRA & MARTINS, 1999; PAPE, 2014).

No Brasil existem cerca de 13.000 cavernas catalogadas, um número ainda subestimado para o país que tem um enorme potencial na formação de cavernas (JANSEN *et al.*, 2012; OLIVEIRA-GALVÃO, 2014). As áreas potenciais para formação de cavernas estão presentes em grande área do Cerrado, na qual forma uma extensa área de carste. Poucos inventários de morcegos em cavernas ou em áreas cársticas estão disponíveis para o Cerrado, destacando-se os estudos de BREDT *et al.* (1999), ESBÉRARD *et al.* (2005), TALAMONI *et al.* (2013), NOBRE *et al.*, (2013), SILVA (2013) e ALMEIDA *et al.* (2014). A maioria destes estudos tem se voltado

apenas para a caracterização da fauna de morcegos cavernícola, não avaliando a seleção de abrigo.

A seleção de abrigos por morcegos depende de muitos fatores, incluindo temperatura, umidade, fluxo de ar, a intensidade da luz, proximidade de áreas de forrageamento e outros. Como algumas espécies de morcegos possuem requisitos específicos de temperatura e umidade no abrigo (McNAB, 1982), a ocupação de abrigos com um microclima adequado pode minimizar os custos energéticos relacionados com a termorregulação, taxa metabólica, perda de água, gestação, desenvolvimento embrionário, lactação e crescimento dos jovens (Dwyer & Harris, 1972; Racey & Swift, 1981; Tuttle & Stevenson, 1982; Baudinet *et al.*, 1994; Arends *et al.*, 1995; Webb *et al.*, 1995; Rodríguez-Durán, 1995; Wilde *et al.*, 1999; Cryan & Wolf, 2003; Bu *et al.*, 2015). A maioria dos casos de especificidade do abrigo estão relacionados com a otimização de vários processos fisiológicos, em que a temperatura do abrigo tem um papel fundamental (Aríta & Vargas, 1995; Bonaccorso *et al.*, 1992; Fleming *et al.*, 1998; Rodríguez-Durán, 1995; Avila-Flores & Medellín, 2004).

Muitas espécies dependem destes locais subterrâneos para a sua sobrevivência, e a perturbação e destruição de cavernas têm sido as principais causas do declínio em populações de morcegos em todo o mundo, tornando muito importante a identificação, estudo e proteção destes locais (Hutson *et al.*, 2001; Racey & Entwistle, 2003). Recentemente, os pesquisadores têm procurado identificar as características de abrigos de morcegos e condições de habitats desejados com uma perspectiva de conservação (Aríta, 1996; Fenton, 1997; Evelyn & Stiles, 2003; Aguirre *et al.*, 2003; Avila-Flores & Medellín, 2004; Luo *et al.*, 2013). Desta forma, o conhecimento sobre a riqueza e diversidade de espécies de morcegos em cavernas no Cerrado e o uso do abrigo mostra-se relevante para a conservação deste tipo de ambiente tão frágil.

Assim, com o intuito de contribuir com o conhecimento sobre os morcegos em áreas cársticas do Cerrado, o presente estudo teve como objetivos gerais descrever a taxocenose de morcegos cavernícolas em uma área de Cerrado no sudeste do Brasil e determinar quais parâmetros físicos e microclimáticos das cavernas estudadas contribuem para a distribuição e riqueza de espécies de morcegos cavernícolas na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, L.F.; LENS, L. & MATTHYSEN, E. 2003. Patterns of roost use by bats in a neotropical savanna: implications for conservation. **Biological Conservation**, 111(3): 435–443. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00313-0.
- ARENDS, A.; BONACCORSO, F.J. & GENOUD, M. 1995. Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from a semiarid thorn forest in Venezuela. **Journal of Mammalogy**, 76(3): 947–956. DOI: 10.2307/1382765.
- ARITA, H.T. 1996. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. **Biological Conservation**, 76(2): 177–185. DOI: 10.1016/0006-3207(95)00105-0.
- ARITA, H.T. & VARGAS, J.A. 1995. Natural History, Interspecific Association, and Incidence of the Cave Bats of Yucatán, México. **The Southwestern Naturalist**, 40(1): 29–37.
- ARNONE, I.S. & PASSOS, F.C. 2007. Estrutura de comunidade da quiropterofauna (Mammalia, Chiroptera) do Parque Estadual de Campinhos, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24(3): 573–581. DOI: 10.1590/S0101-81752007000300008.
- AVILA-FLORES, R. & MEDELLÍN, R.A. 2004. Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by Mexican bats. **Journal of Mammalogy**, 85(4): 675–687. DOI: 10.1644/BOS-127.
- BAUDINETTE, R.V.; WELLS, R.T.; SANDERSON, K.J. & CLARK, B.J. 1994. Microclimatic conditions in maternity caves of the bent-wing bat, *Miniopterus schreibersii*: an attempted restoration of a former maternity site. **Wildlife Research** 21(6): 607–619. DOI: 10.1071/WR9940607.
- BETKE, M.; HIRSH, D.E.; MAKRIS, N.C.; McCracken, G.F.; PROCOPIO, M.; HRISTOV, N.I.; TANG, S.; BAGCHI, A.; REICHARD, J.D.; HORN, J.W.; CRAMPTON, S.; CLEVELAND, C.J. & KUNZ, T.H. 2008. Thermal imaging reveals significantly smaller Brazilian free-tailed bat colonies than previously estimated. **Journal of Mammalogy**, 89(1): 18–24. DOI: 10.1644/07-MAMM-A-011.1.
- BONACCORSO, F.J.; ARENDS, A.; GENOUD, M.; CANTONI, D. & MORTON, T. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. **Journal of Mammalogy**, 73(2): 365–378. DOI: 10.2307/1382071.
- BREDT, A.; MAGALHÃES, E.D. & UIEDA, W. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(3): 731–770. DOI: 10.1590/S0101-81751999000300012.

BU, Y.; WANG, M.; ZHANG, C.; ZHANG, H.; ZHAO, L.; ZHOU, H.; YU, Y. & NIU, H. 2015. Study of Roost Selection and Habits of a Bat, *Hipposideros armiger* in Mainland China. **Pakistan Journal of Zoology**, 47(1): 59–69.

CHURCHILL, S.K. 1991. Distribution, Abundance and Roost Selection of the Orange Horseshoe-bat, *Rhinonycteris aurantius*, a tropical cave-dweller. **Wildlife Research**, 18(3): 343–353. DOI: 10.1071/WR9910343.

CRYAN, P.M. & WOLF, B.O. 2003. Sex differences in the thermoregulation and evaporative water loss of a heterothermic bat, *Lasiurus cinereus*, during its spring migration. **The Journal of Experimental Biology**, 206: 3381–3390. DOI: 10.1242/jeb.00574.

DWYER, P.D. & HARRIS, J.A. 1972. Behavioral acclimatization to temperature by pregnant *Miniopterus* (Chiroptera). **Physiological Zoology**, 45(1): 14–21.

ESBÉRARD, C.E.L.; MOTTA, J.A. & PERIGO, C. 2005. Morcegos cavernícolas da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. **Revista Brasileira de Zoociências**, 7(2): 311–325.

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

FENTON, M.B. 1997. Science and the conservation of bats. **Journal of Mammalogy**, 78(1): 1–14. DOI: 10.2307/1382633.

FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. 1999. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. **Tropical Zoology**, 12(2): 231–252. DOI: 10.1080/03946975.1999.10539391.

FLEMING, T.H.; NELSON, A.A.; DALTON, V.M. 1998. Roosting behavior of the lesser long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae*. **Journal of Mammalogy**, 79(1): 147–155.

HUTSON, A.M.; MICKLEBURGH, S.P. & RACEY, P.A. (Eds.). 2001. **Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan**. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. Oxford: Information Press. 258 p.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F. & LAMBLÉM, H.S. 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, 2(1): 42–57.

KUNZ, T.H. 1982. Roosting ecology of bats. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of Bats**. New York: Plenum Press. p. 1–55.

KUNZ, T.H. & LUMSDEN, L.F. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. In: KUNZ, T.H. & FENTON, M.B. (Eds.). **Bat ecology**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 3–89.

LUO, J.; JIANG, T.; LU, G.; WANG, L.; WANG, J. & FENG, J. 2013. Bat conservation in China: should protection of subterranean habitats be a priority? **Fauna & Flora International, Oryx**, 47(4): 526–531. DOI: 10.1017/S0030605311001505.

McNAB, B.K. 1982. Evolutionary alternatives in the physiological ecology of bats. In: KUNZ, T.H. (Eds.). **Ecology of Bats**. New York: Plenum Press. p. 151–200.

MURRAY, S.W. & KUNZ, T. 2005. Bats. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (Eds.). **Encyclopedia of caves**. San Diego: Elsevier Academic Press. p. 39–45.

NOBRE, P.H.; MELLO, R.M.; MANHÃES, M.A. & REZENDE, A.C. 2013. Morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais - Brasil. **MG-Biota**, 6(2): 4–29.

OLIVEIRA-GALVÃO, A.L.C. 2014. A base de dados geoespacializados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV. **Revista Brasileira de Espeleologia**, 1(4): 52–62.

PAPE, R.B. 2014. Biology and ecology of Bat Cave, Grand Canyon National Park, Arizona. **Journal of Cave and Karst Studies**, 76(1): 1–13. DOI: 10.4311/2012LSC0266.

POULSON, T.L. & WHITE, W.B. 1969. The cave environment. **Science**, 165(3897): 971–980. DOI: 10.1126/science.165.3897.971.

RACEY, P.A., & SWIFT, S.M. 1981. Variations in gestation length in a colony of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) from year to year. **Journal of Reproduction and Fertility**, 61(1): 123–129. DOI: 10.1530/jrf.0.0610123.

RACEY, P.A. & ENTWISTLE, A. C. 2003. Conservation ecology of bats. In: KUNZ, T.H. & FENTON, M.B. (Eds.). **Bat ecology**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 680–744.

RODRIGUES, L. & PALMEIRIM, J.M. 2008. Migratory behaviour of the Schreiber's bat: when, where and why do cave bats migrate in a Mediterranean region? **Journal of Zoology**, 274(2): 116 – 125. DOI: 10.1111/j.1469-7998.2007.00361.x.

RODRÍGUEZ-DURÁN, A. 1995. Metabolic rates and thermal conductance in four species of neotropical bats roosting in hot caves. **Comparative Biochemistry Physiology**, 110(4): 347–355. DOI: 10.1016/0300-9629(94)00174-R.

SARBU, S.M.; KANE, T.C. & KINKLE, B.K. 1996. A chemoautotrophically based cave ecosystem. **Science**, 272(5270): 1953–1955. DOI: 10.1126/science.272.5270.1953.

SILVA, L.H.D. 2013. **Caracterização da fauna de quirópteros (Chiroptera, Mammalia) em diferentes áreas na região cárstica de Minas Gerais**. 35f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TALAMONI, S.A.; COELHO, D.A.; DIAS-SILVA, L.H. & AMARAL, A.S. 2013. Bat assemblages in conservation areas of a metropolitan region in Southeastern Brazil, including an important karst habitat. **Brazilian Journal of Biology**, 73(2): 309–319. DOI: 10.1590/S1519-69842013000200011.

TUTTLE, M.D. & STEVENSON, D.E. 1977. Variation in the cave environment and its biological implications. In: ZUBER, R.; CHESTER, J.; GILBERT, S. & RHODES, D. (Eds.). **National Cave Management Symposium Proceedings**. Albuquerque: Adobe Press. p. 108–121.

TUTTLE, M.D. & STEVENSON, D.E. 1982. Growth and survival. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of bats**. New York: Plenum Press. p. 105–150.

WEBB, P.I.; SPEAKMAN, J.R. & RACEY, P.A. 1995. Evaporative water loss in two sympatric species of vespertilionid bat, *Plecotus auritus* and *Myotis daubentoni*: relation to foraging mode and implications for roost site selection. **Journal of Zoology**, 235: 269–278.

WILDE, C.J.; KNIGHT, C.H. & RACEY, P.A. 1999. Influence of torpor on milk protein composition and secretion in lactating bats. **Journal of Experimental Zoology**, 284(1): 35–41. DOI: 10.1002/(SICI)1097-010X(19990615)284:1<35:AID-JEZ6>3.0.CO;2-Z.

ZEPPELINI, D.; RIBEIRO, A.C.; RIBEIRO, G.C.; FRACASSO, M.P.A.; PAVANNI, M.M.; OLIVEIRA, O.M.P.; OLIVEIRA, S.A. & MARQUES, A.C. 2003. Faunistic survey of sandstone caves from Altinópolis region, São Paulo State, Brazil. **Papéis Avulsos Zoologia**, 43(5): 93–99. DOI: 10.1590/S0031-10492003000500001.

# **CAPÍTULO I**

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE MORCEGOS (MAMMALIA, CHIROPTERA)  
EM CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS EM UMA ÁREA DE  
CERRADO NO SUDESTE DO BRASIL.**

## RESUMO

Este estudo teve o objetivo de caracterizar a fauna de morcegos cavernícolas do Parque Estadual da Lapa Grande e analisar a similaridade entre as cavernas para auxiliar na elaboração do plano de manejo biótico das cavernas que serão abertas para a visitação. O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) no município de Montes Claros, MG. Foram realizadas 30 noites de coletas em 10 cavernas no período de junho de 2012 a outubro de 2013. As coletas foram feitas com o uso de redes de neblina armadas nas entradas das cavernas antes do pôr do sol e mantidas abertas por três horas. Foram capturados 353 indivíduos pertencentes a 16 espécies da família Phyllostomidae e duas espécies da família Vespertilionidae. O número de espécies de morcegos por caverna variou de duas a 10 espécies e a abundância de cinco a 136 indivíduos. Dentre estas, destacam-se os registros de *Diaemus youngii*, *Lonchophylla dekeyseri* e *Lionycteris spurrelli*, que constam na lista de espécies ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. A média da riqueza por cavidade observada para a região do PELG foi 4,8 ( $\pm 2,4$ ) espécies. A riqueza esperada para o PELG, calculada pelo índice de Chao-1 é de 21 espécies para área. Esse índice sugere que o levantamento na área está 86% completo. As cavernas que apresentaram maior riqueza e maior número de indivíduos foram as que se encontram próximas a outras cavernas, sendo as de menor abundância e riqueza as que se encontram mais isoladas. Apenas duas apresentaram ampla distribuição quanto ao uso das cavernas, demonstrando maior plasticidade na escolha do abrigo. As cavernas de maior comprimento apresentaram maior riqueza e abundância e presença de espécies ameaçadas. No PELG pelo menos duas cavernas apresentaram os critérios de conservação e devem receber uma maior atenção. Grandes cavernas são muitas vezes visadas como lugar turístico, então as estratégias de conservação para estes lugares devem levar em consideração toda essa pressão social e econômica.

Palavras-chave: Quirópteros, cavernas, floresta estacional decidual, estratégia de conservação, plano de manejo, Parque Estadual da Lapa Grande.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the cave bat fauna of the Lapa Grande State Park and to analyze the similarity between the caves to assist in the preparation of biotic management plan of the caves that are open for visitation. Fieldwork was conducted in Lapa Grande State Park (PELG) in Montes Claros, MG. A total of 30 sampling nights in 10 caves were performed in the region. The bats were caught in mist-nets at the caves entrances before sunset and kept open for three hours. The field works allowed the capture of 353 specimens of 18 species, belonging to families Phyllostomidae (16 species) and Vespertilionidae (two species). It is emphasized the record of *Diaemus youngii*, *Lonchophylla dekeyseri* and *Lionycteris spurrelli* regarded as endangered in the Minas Gerais state Threatened Species List. The number of bat species per cave ranged from two to 10 species and the abundance of five to 136 individuals. The mean richness observed for the PELG region was 4.8 ( $\pm$  2.4) species per cave. The expected number of species, obtained using the Chao indice, is 21 species. The Chao estimator suggests that the PELG survey is 86% complete. The caves that had greater richness and abundance were those are more close to other caves, and the lower richness and abundance those are more isolated. Only two species had wide distribution regarding in the use of the caves, demonstrating greater plasticity in choosing the roosts. The largest caves harbored the most diverse assemblages, contained the largest populations, and supported endangered species. In PELG at least two caves showed the criteria for conservation and should receive greater attention. Many of these large caves are targeted for development as tourist sites, so a conservation strategy for these sites should take into consideration the social and economic pressures associated with such plans.

Keyword: Chiropterans, cave, deciduous forest, conservation strategy, management plan, Lapa Grande State Park.

## 1 - INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é provavelmente a maior savana do mundo, representando 21% da área do país, ocupando todo o Brasil central (KLINK & MACHADO, 2005). A vegetação predominante deste bioma é formada por um mosaico heterogêneo de fisionomias vegetais (RIBEIRO & WALTER, 2008), e é caracterizado por apresentar vegetação aberta ou floresta semidecidual, com habitats xerofíticos, méxicos e enclaves com áreas úmidas (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002).

Cerca de metade da área original do Cerrado já foi transformada em pastagens, culturas e outros tipos de uso, e a destruição de seus ecossistemas continua de forma acelerada (KLINK & MACHADO, 2005). Apesar do reconhecimento de sua importância biológica, o Cerrado é um dos *hotspots* que possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral com apenas 8,2% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação (MMA, 2015). Além das conhecidas ameaças à conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000), as peculiaridades do Cerrado tornam muitas áreas do seu domínio como espaços únicos e insubstituíveis, o que remete a necessidade de grande esforço para ampliar o conhecimento sobre a riqueza biológica que esse bioma abriga (KLINK & MACHADO, 2005).

Além deste mosaico heterogêneo de fisionomias vegetais, o Cerrado também é caracterizado pela presença de afloramentos de calcário, que possibilitam a ocorrência de cavernas (JANSEN *et al.*, 2012). As cavernas são refúgios essenciais para muitas espécies, porém a ordem Chiroptera é o único grupo de vertebrados que tem sucesso explorando essas cavidades como abrigo permanente, pois cavernas são consideradas abrigos seguros e estáveis para as espécies de morcegos. Nelas eles podem repousar, reproduzir e se proteger contra predadores e adversidades climáticas (KUNZ, 1982; NEUWEILER, 2000). No Brasil já foram registradas 41 espécies de morcegos habitando cavernas (ROCHA, 2013), mas esse número pode ainda estar subestimado, pois diversas áreas cársticas do Brasil não foram estudadas com relação à fauna de morcegos. Em contraste com os morcegos cavernícolas de zona temperada, pouco ainda se sabe dos padrões de uso das cavernas por morcegos nos trópicos (KUNZ, 1982; ARITA & VARGAS, 1995; AGUIRRE *et al.*, 2003).

Embora muitas espécies de morcegos usem cavernas apenas como refúgio alternativo, algumas parecem estar fortemente associadas a esse tipo de abrigo no Brasil (TRAJANO, 1995).

*Lonchophylla dekeyseri* Taddei, Vizotto & Sazima, 1983, morcego nectarívoro endêmico do Cerrado, e as espécies do gênero *Pteronotus* Gray, 1838, morcegos insetívoros, estão entre essas espécies, apresentando área de ocorrência diretamente associada à disponibilidade de cavernas (BREDT *et al.*, 1999; COELHO & MARINHO-FILHO, 2002; ROCHA, 2013).

Apesar da extensa área de carste observada no estado de Minas Gerais, sendo o estado com o maior número de cavernas catalogadas, poucos inventários de morcegos cavernícolas estão disponíveis (GRELLE *et al.*, 1997; TRAJANO & GIMENEZ, 1998; ALMEIDA *et al.*, 2002; NOBRE *et al.*, 2013; SILVA, 2013; TALAMONI *et al.*, 2013; NOGUEIRA *et al.*, 2015), e muitas áreas ainda são carentes de informação, como a região norte do estado.

Registros de morcegos em cavernas para o norte de Minas Gerais foram reportados em trabalhos de CHAIMOWICZ (1984, 1986), porém nestes estudos apenas citam a presença de morcegos nas cavernas, não relatando as espécies encontradas. NOGUEIRA *et al.* (2015) registram espécies de morcegos em cavernas da Jaíba e TRAJANO & GIMENEZ (1998) para a caverna Olhos D'Água em Itacarambi.

Além do ambiente cárstico presente nessa região, se encontra a floresta estacional decidual associada a este ambiente (SCARIOT & SEVILHA, 2005). Apesar de suas peculiaridades, sendo uma vegetação muito frágil e fortemente marcada pela sazonalidade, é uma das fitofisionomias do Cerrado menos estudadas em Minas Gerais (PEZZINI *et al.*, 2008). Esta fitofisionomia tem sofrido elevada redução em sua cobertura original, desencadeada principalmente pelo avanço desordenado da agropecuária, mineração e produção de carvão vegetal (COSTA *et al.*, 1998; LOMBARDI *et al.*, 2005), restando atualmente pequenos remanescentes florestais (SANTOS *et al.*, 2007a). De maneira ainda mais grave, várias áreas de afloramento calcário têm sido destruídas completamente por mineradoras e fábricas de cimento (LINO & ALLIEVI, 1980; CAVALCANTI *et al.*, 2012), ameaçando o patrimônio espeleológico da região. Essas atividades humanas ameaçam toda a fauna cavernícola, inclusive os morcegos, um agente importante no abastecimento de recursos orgânicos neste ecossistema (DEHARVENG & BEDOS, 2012; DONATO *et al.*, 2014).

Considerando as pressões sobre seus remanescentes de mata seca e suas áreas cársticas, o norte de Minas Gerais destaca-se então como uma região de alta prioridade para conservação da diversidade biológica. Essa região merece maior atenção, pois sua riqueza biológica é ainda

considerada insuficientemente estudada (TABARELLI & SILVA, 2003; SANTOS *et al.*, 2007b; BERNARD *et al.*, 2011).

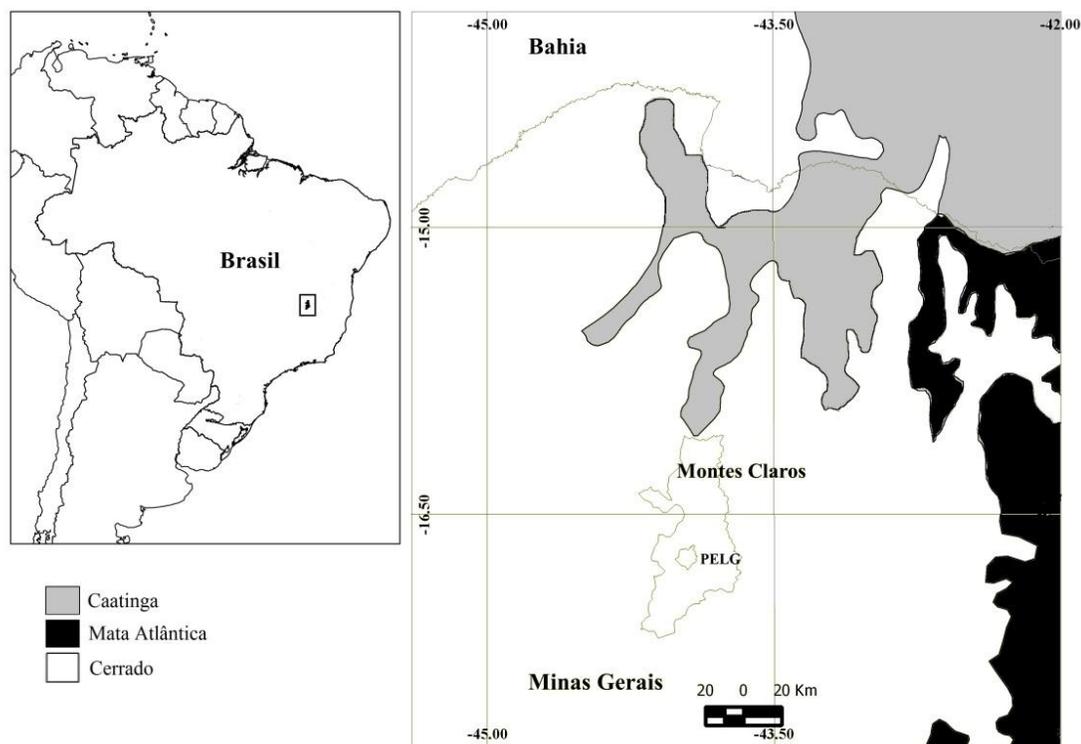
Além de conhecer pouco o seu potencial espeleológico, o Brasil carece de informações sobre as cavernas já identificadas, em especial acerca de sua biodiversidade. As unidades de conservação brasileira que possuem cavernas, sendo mais de 10 unidades de conservação, a geologia foi considerada como um principal objetivo de sua criação e não a fauna subterrânea (SILVA *et al.*, 2014). Uma dessas unidades de conservação é o Parque Estadual da Lapa Grande (PELG), que está localizado no norte de Minas Gerais e teve como objetivos proteger e conservar o complexo de cavernas, fragmentos de Mata Seca e os principais mananciais de fornecimento de água presentes na área (IEF, 2014). Porém, o parque foi recentemente aberto para visitação, incluindo as cavernas, e sabe-se que o espeleoturismo não controlado pode causar sérios danos ao ambiente cárstico, principalmente à fauna associada às cavernas (SOUZA, 2012), incluindo os morcegos. Portanto, o conhecimento sobre a riqueza e diversidade de espécies de morcegos nestas cavernas mostra-se relevante para a conservação deste tipo de ambiente. Conhecendo melhor quais espécies utilizam cavernas como abrigo e suas interações com o ambiente cavernícola, pode-se aplicar ações visando a sua conservação e manejo, minimizando os efeitos deletérios de visitação das cavernas (ESBÉRARD *et al.*, 2005).

Pelo acima exposto e com o intuito de contribuir com o conhecimento sobre os morcegos em áreas cársticas e fornecer informações que ajudem na elaboração do plano de manejo biótico das cavernas abertas para visitação no PELG, este trabalho tem como objetivos específicos: 1) caracterizar a fauna de morcegos cavernícolas de uma região cárstica do Cerrado no norte de Minas Gerais e 2) verificar se a distância entre as cavernas influencia na composição de espécies de morcegos em cada caverna.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

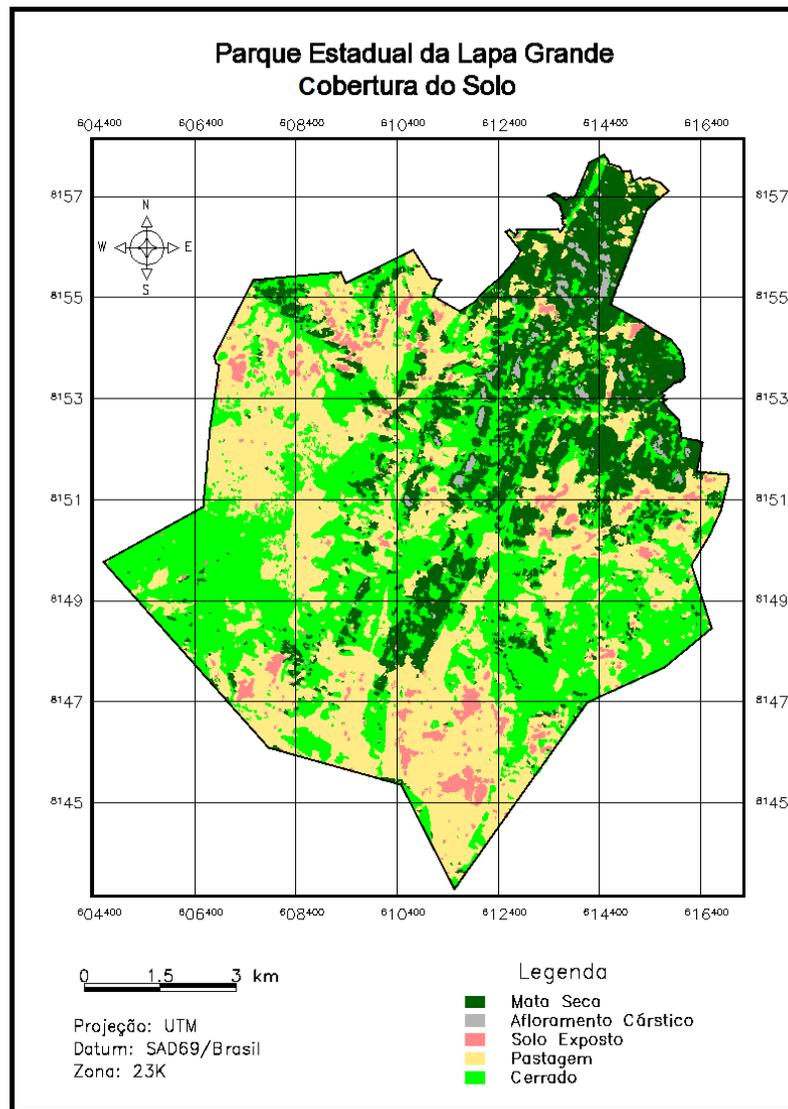
### 2.1 - Área de estudo

O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual Lapa Grande (PELG), localizado no município de Montes Claros, região norte de Minas Gerais (16°42'25.55"S /43°56'27.99"O). O PELG é uma unidade de conservação de proteção integral criado pelo Decreto nº 44.204, de 10 de janeiro de 2006. Possui área de 7.860 hectares e um patrimônio natural e arqueológico com mais de 35 cavernas cadastradas, e é administrado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG). O complexo de sistema cárstico que abrange o parque confere grande valor hídrico, espeleológico, arqueológico e paleontológico. Vale destacar que os cursos d'água protegidos pelo parque formam a fonte de abastecimento de parte da população do município de Montes Claros (IEF, 2014). A região do parque está inserida no Cerrado, sendo este bioma considerado como um dos mais importantes *hotspots* para conservação da biodiversidade mundial e que deve receber atenção prioritária para conservação (MYERS *et al.*, 2000). A área também se localiza próximo ao bioma Caatinga, tornando uma área peculiar com relação a sua fauna e flora (Figura 1).



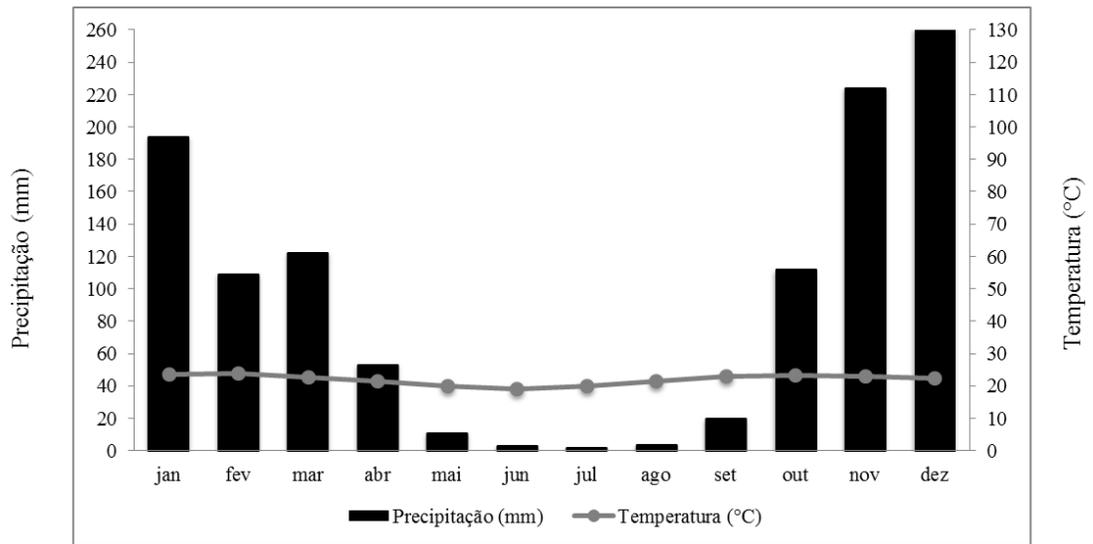
**Figura 1** - Mapa de localização do Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) no município de Montes Claros, MG. O mapa foi elaborado usando o programa QGIS 2.0.1. Dufour.

A vegetação predominante é o cerrado *stricto sensu* com presença de fragmentos de floresta estacional decidual (VELOSO, 2010), também conhecida como “Matas Secas de Calcário”, que são formações vegetais que ocorrem em áreas de afloramento de calcário no bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998). A área do PELG se tratava de uma antiga fazenda, desta forma ainda possui uma grande área de pastagens que se encontra em recuperação (Figura 2). A altitude da região do parque varia entre 680m e 1038m em um relevo cárstico caracterizado por maciços calcários, dolinas, sumidouros e ressurgências. A grande concentração de cavernas na área do parque deve-se ao fato desta estar situada sobre um maciço de rocha calcária do Grupo Bambuí, sendo favorável o surgimento de cavidades naturais (TRAVASSOS, 2010).



**Figura 2** - Mapa temático de cobertura do solo do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. (Mapa retirado de Veloso, 2010).

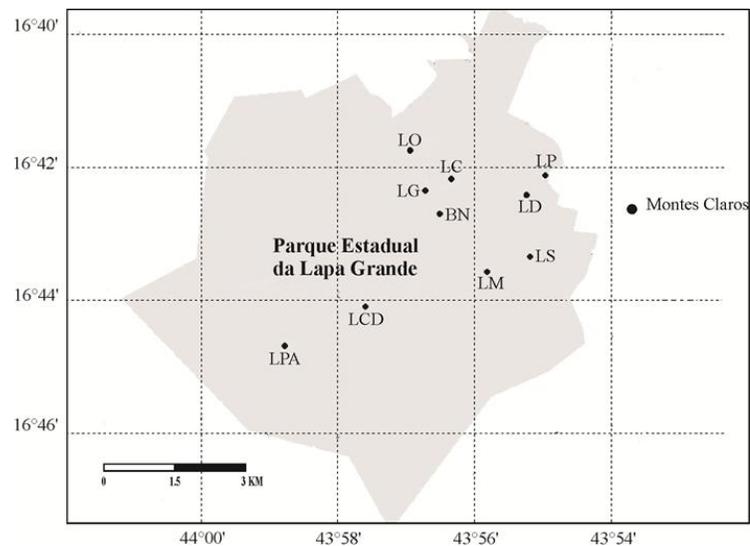
O clima da região é classificado segundo Koppen como Aw, com verão chuvoso e inverno seco, com estações seca e chuvosa bem definidas (SÁ-JÚNIOR *et al.*, 2012). O clima predominante na área do PELG é o Tropical semi-úmido (PEREIRA & ALMEIDA, 2004) com temperatura média anual de 22°C. Os meses mais chuvosos são de outubro a março, passando por um longo período de estiagem de maio a setembro (Figura 3). No período de chuvas, a vegetação entra em brotação, resultando em uma paisagem bastante diferenciada em relação à aridez da época de estiagem.



**Figura 3** – Curva ombrotérmica com média mensal de temperatura (linha) e precipitação (coluna) dos anos de 1950 a 2000 no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG. (Fonte de dados: WorldClim).

## 2.2 - Sítios de captura

No total foram inventariadas 10 cavernas do PELG (Figura 4). Essas cavernas foram selecionadas por serem as maiores no PELG e as que possuem informações de medidas. As informações da maioria das cavernas foram cedidas pelo Grupo de Espeleologia Peter Lund. As coordenadas geográficas dos sítios de coleta foram mensuradas com GPS Garmin Etrex 30.



**Figura 4** - Localização das cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros – MG. LG: Lapa Grande, BN: Boqueirão da Nascente, LD: Lapa D'água, LC: Lapa dos Cristais, LM: Lapa dos Morcegos, LS: Lapa do Sufoco I, LCD: Lapa da Chica Doida, LPA: Lapa do Paredão e LP: Lapa do Pedalinho.

- **Lapa Grande (MG-173)** ( $16^{\circ}42'24.12''S/43^{\circ}57'17.64''O$ , altitude 746 m): maior caverna do PELG, com aproximadamente 2800m de desenvolvimento horizontal. A galeria principal prossegue por alguns metros com dimensões aproximadas de dez metros de largura por 4m de altura, estreitando-se em seguida e ramificando-se em vários condutos mais estreitos. A caverna possui um trecho com riacho denominado localmente de Lapa Grande Pequeno (um afluente do Córrego Lapa Grande). A caverna possui três entradas para o exterior, a entrada principal possui dimensões aproximadas de 5m altura e 10m de largura.

- **Lapa Boqueirão da Nascente** ( $16^{\circ}42'43.12''S/43^{\circ}56'29.75''O$ , altitude 753 m): a caverna possui aproximadamente 900m de desenvolvimento horizontal. No seu interior ocorre ressurgência do Córrego Lapa Grande que se estende por toda a caverna, sendo que no final da mesma existe um sifonamento (trecho aonde a água chega ao teto da caverna). A entrada tem aproximadamente 15m de altura e 4m de largura.

- **Lapa D'água (MG-118)** ( $16^{\circ}42'26.31''S/43^{\circ}55'13.83''O$ , altitude 724 m): uma caverna linear meandrante, com perfil horizontal. A caverna tem um desenvolvimento horizontal de 1.230m e um desnível de 20m. O primeiro nível da caverna mede 475m, no final desse nível tem um abismo de 15m onde se encontra a passagem para o segundo nível. A caverna não possui condutos laterais, é formada por uma única galeria e apresenta água em vários trechos. A entrada principal da caverna tem aproximadamente 6m de altura e 15m de largura. Existe uma entrada

secundária à esquerda da principal, onde existe um sumidouro do Córrego São Marcos, é possível entrar aproximadamente 100 metros por esta galeria, porém é muito perigoso.

- **Lapa dos Cristais** (16°42'11.67"S/43°56'19.80"O, altitude 739 m): caverna com aproximadamente 400m de desenvolvimento horizontal. Presença de água perene no seu interior. A caverna possui duas entradas, a maior tem aproximadamente 5m de altura e 10m de largura se estreitando em seguida, não passando uma pessoa em pé. A outra abertura é de aproximadamente 2m de altura e 2,5m de largura.

- **Lapa do Morcego** (16°43'35.86"S/43°55'47.78"O, altitude 800 m): caverna com aproximadamente 50m de desenvolvimento horizontal. Não possui água no seu interior e possui duas câmaras. Cada câmara tem uma entrada, uma com 2,5 m de altura e 9 m de largura se estreitando a seguir e a outra com 1,5m de altura e 5m de largura.

- **Lapa do Sufoco I** (16°43'22.29"S/43°55'10.59"O, altitude 799 m): caverna com aproximadamente 100m de desenvolvimento horizontal. Possui uma entrada de aproximadamente 1,5m de altura e 2,5m de largura que se estreita a seguir. A grande parte dos trechos possui condutos de teto baixo. Trechos com água e muita matéria em decomposição, apresentando altíssimos níveis de CO<sub>2</sub>.

- **Lapa da Ossada** (16° 41'46.05"S/43° 56'55.49"O, altitude 834 m): caverna predominantemente vertical, com um desenvolvimento horizontal aproximado de 200m. A sua entrada está a aproximadamente 4m de altura do chão em um afloramento rochoso, sendo de difícil acesso, com 1m de altura e 3m de largura. Não possui água no seu interior, porém externamente, durante a estação chuvosa, forma-se uma cachoeira que escorre pelo afloramento em que está formada.

- **Lapa do Paredão** (16°44'42.60"S/43°58'45.19"O, altitude 848 m): caverna com aproximadamente 30m de desenvolvimento horizontal, com uma entrada de 4m de altura e 5m de largura que se afunila a seguir. Não possui água em seu interior. Caverna mensurada por este autor.

- **Lapa da Chica Doida** (16°44'07.29"S/43°57'34.54"O, altitude 784 m): caverna com aproximadamente 100m de desenvolvimento horizontal, com duas entradas, sendo a principal com 2m de altura e 5m de largura. Possui uma câmara bem ampla com uma altura de aproximadamente 15m. Trechos com água parada no seu interior. Caverna mensurada por este autor.

- **Lapa dos Pedalinhos** (16°42'08.96"S/43°54'57.30"O, altitude 685 m): caverna pequena com 20 m de desenvolvimento, com alguns trechos de condutos de teto baixo, com água em determinadas épocas do ano. Possui uma entrada de aproximadamente 2m de altura e 3m de largura se estreitando a seguir.

### **2.3 - Coleta de dados**

No período de junho/2012 a outubro/2013 foram realizadas 30 noites de amostragem. Cada caverna foi amostrada por três noites. As capturas dos morcegos foram feitas com redes de espera ("mist nets") de diferentes tamanhos, escolhidas de acordo com o tamanho da entrada da caverna. As redes foram abertas somente nas entradas antes do pôr do sol e mantidas abertas por três horas. Os morcegos capturados foram acondicionados em sacos de tecido numerados. Para cada indivíduo foi anotado o nome da espécie, a data e hora da captura, o lado da rede em que foi capturado, a medida de comprimento de antebraço, sexo, categoria etária, estágio reprodutivo e peso. Os morcegos foram marcados pelo método de furos no dactilopatágio ("punch-marking") (BONACCORSO & SMYTHE, 1972) para identificar de qual caverna pertenciam e foram soltos no próprio local somente no final da captura. Essa marcação, apesar de temporária, foi escolhida por não prejudicar os morcegos ou afetar seus comportamentos.

Não foi possível fazer observações prolongadas no interior das cavernas devido a tremores de terra que aconteceram na região durante o estudo (ASSUMPCÃO *et al.*, 2013). Os abalos sísmicos danificaram formações de algumas das cavernas inventariadas, não sendo possível permanecer no interior das cavernas por muito tempo para observar os locais das colônias de morcegos.

Foram conduzidos ao laboratório, cinco machos e cinco fêmeas adultos de cada espécie de morcego e preparados como material testemunho. Os espécimes foram depositados na Coleção Adriano Lúcio Peracchi (ALP) no Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os demais indivíduos foram soltos ao fim da sessão após identificação e registro dos dados de campo. As coletas foram realizadas sob a licença de autorização para atividades com finalidade científica número 31989-2 (SISBIO) e pela autorização UC: 115/11 do Instituto Estadual de Floresta. A ordem de citação de famílias e subfamílias e a nomenclatura adotada seguem NOGUEIRA *et al.* (2014). Foram consideradas espécies cavernícolas toda e qualquer

espécie capturada saindo do interior de cavidade natural, independentemente se foi ou não observada no interior destas durante o dia (ESBÉRARD *et al.*, 2005).

#### **2.4 - Análise dos dados**

Para avaliar a suficiência do esforço de captura, foi elaborada uma curva de acumulação de espécies para a área amostrada (GOTELLI & COLWELL, 2001). A riqueza esperada de espécies foi estimada empregando-se o Índice de Chao-1 (MAGURRAN, 1955). Com o intuito de testar possíveis diferenças nas abundâncias de morcegos cavernícolas capturados entre as estações seca e chuvosa, foi realizado o teste de Wilcoxon no programa Past versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001).

Para medir e comparar a diversidade das cavernas do PELG foi calculado a diversidade de cada caverna usando o Índice de Margalef (D). A possível relação entre distância geográfica e a composição de espécies das cavernas foi investigada através do teste de Mantel, usando o índice de correlação de Pearson ao nível de significância de 5% (SOKAL & ROHLF, 1995), empregando-se como medida de dissimilaridade entre as taxocenoses a distância de Bray-Curtis. O teste foi realizado através do programa PCOrd 6.0 for Windows (McCUNE & MEFFORD, 2011). O teste de Mantel é um procedimento estatístico de correlação entre duas matrizes, frequentemente usado para correlacionar a variável 'distância' com outra variável qualquer (VALENTIN, 2012). O método de Monte Carlo, com 10.000 permutações aleatórias, foi aplicado para avaliar a significância do teste de Mantel (ZAR, 2010).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Composição de espécies e riqueza de morcegos por caverna

Nas dez cavernas inventariadas foram capturados 353 indivíduos, com quatro recapturas, pertencentes a 16 espécies de Phyllostomidae e duas espécies de Vespertilionidae (Tabela 1).

**Tabela 1** - Espécies de morcegos capturados em dez cavernas do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG.

Família/ Subfamília	Espécie	LG	BN	LD	LC	LM	LS I	LO	LPA	LCD	LP	Total
Phyllostomidae/ Micronycterinae	<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	2
Phyllostomidae/ Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	8	–	12	2	22	–	–	–	–	–	44
	<i>Diaemus youngii</i> (Jentink, 1893)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	4
Phyllostomidae/ Phyllostominae	<i>Mimon bennettii</i> (Gray, 1838)	1Rc	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1
	<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
	<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Phyllostomidae/ Glossophaginae	<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	2	3	–	–	–	–	–	1	–	–	6
	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	–	102(2R)	37	–	–	–	–	–	–	–	139
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	4	1	–	–	5	5	–	–	–	8	23
Phyllostominae/ Lonchophyllinae	<i>Lionycteris spurrelli</i> Thomas, 1913	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
	<i>Lonchophylla dekeyseri</i> Taddei, Vizotto & Sazima, 1983	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	2
Phyllostomidae/ Caroliinae	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	15	8(1Rc)	–	9	6	12	–	3	4	5	62
Phyllostomidae/ Stenodermatinae	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	–	14	1	–	–	–	19	–	–	–	34
	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	–	6	–	1	4	–	1	–	–	–	12
	<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
Vespertilionidae/ Myotinae	<i>Myotis lavalii</i> Moratelli, Peracchi, Dias & Oliveira, 2011	1	2	3	3	–	–	3	1	–	–	13
	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
<b>N° de indivíduos</b>		<b>41</b>	<b>137</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>353</b>
<b>N° de espécies</b>		<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>18</b>

LG – Lapa Grande, BN – Boqueirão da Nascente, LD – Lapa D'água, LC – Lapa dos Cristais, LM – Lapa do Morcego, LS I – Lapa do Sufoco I, LO – Lapa da Ossada, LPA – Lapa do paredão, LCD – Lapa da Chica Doida, LP – Lapa do Pedalinho. Rc – recaptura de indivíduo já registrado em outra caverna; R – recaptura de indivíduo já registrado na mesma caverna.

#### Lapa Grande (LG)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (6 machos, 9 fêmeas), *T. cirrhosus* (1 macho, 1 fêmea), *D. youngii* (3 machos, 2 fêmeas), *A. caudifer* (2 machos), *D. ecaudata* (2 machos), *D. rotundus* (2 machos, 6 fêmeas), *G. soricina* (1 macho, 3 fêmeas), *L. spurrelli* (1 fêmea), *M. bennettii* (1 fêmea, recaptura da LM) e *M. lavalii* (1 fêmea).

#### Lapa Boqueirão da Nascente (BN)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (5 machos, 3 fêmeas, 1 recaptura da LG), *A. caudifer* (3 machos), *G. soricina* (1 fêmea), *M. lavalii* (1 macho, 1 fêmea), *A. geoffroyi* (41 machos, 1 recaptura, 61 fêmeas, 1 recaptura), *P. lineatus* (6 machos) e *A. planirostris* (4 machos, 10 fêmeas).

#### Lapa D'água (LD)

Foram capturadas as seguintes espécies: *D. ecaudata* (2 machos), *D. rotundus* (7 machos, 5 fêmeas), *M. lavalii* (3 fêmeas), *A. geoffroyi* (34 machos, 3 fêmeas), *A. planirostris* (1 macho) e *M. microtis* (1 macho).

#### Lapa dos Cristais (LC)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (6 machos, 3 fêmeas), *D. rotundus* (2 machos), *M. lavalii* (2 machos, 1 fêmea), *M. nigricans* (1 macho) e *P. lineatus* (1 macho).

#### Lapa do Morcego (LM)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (2 machos, 4 fêmeas), *D. rotundus* (12 machos, 10 fêmeas), *G. soricina* (2 machos, 3 fêmeas), *M. bennettii* (1 fêmea) e *P. lineatus* (1 macho, 3 fêmeas).

#### Lapa do Sufoco I (LSI)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (3 machos, 9 fêmeas), *L. dekeyseri* (1 macho, 1 fêmea), *G. soricina* (1 macho, 4 fêmeas) e *D. cinerea* (1 macho).

#### Lapa da Ossada (LO)

Foram capturadas as seguintes espécies: *M. lavalii* (3 fêmeas), *P. lineatus* (1 fêmea), *A. planirostris* (8 machos, 11 fêmeas) e *P. hastatus* (1 macho).

#### Lapa do Paredão (LPA)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (2 machos, 1 fêmea), *M. lavalii* (1 macho) e *A. caudifer* (1 fêmea).

#### Lapa da Chica Doida (LCD)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (1 macho, 3 fêmeas) e *M. microtis* (1 fêmea).

#### Lapa do Pedalinho (LP)

Foram capturadas as seguintes espécies: *C. perspicillata* (2 machos, 3 fêmeas), *G. soricina* (1 macho, 7 fêmeas).

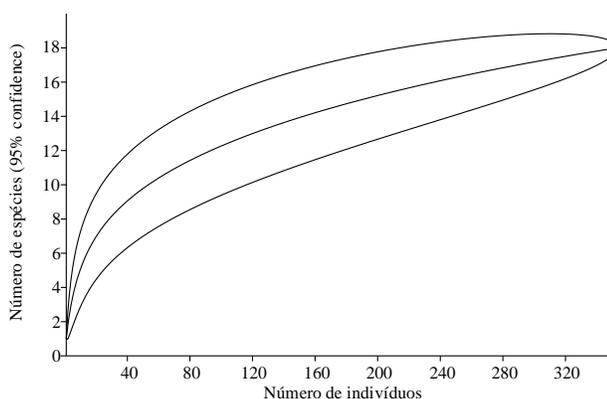
O número de espécies de morcegos por caverna variou de duas a 10 e a abundância de cinco a 136 indivíduos. A espécie mais capturada foi *Anoura geoffroyi*, com 39,4% das capturas, seguida por *Carollia perspicillata* com 17,6% e *Desmodus rotundus* com 12,5%. O número de indivíduos capturados em cada caverna foi relativamente baixo, com exceção de *A. geoffroyi*.

A riqueza de espécies de morcegos amostradas neste estudo representa 44% das espécies registradas em cavernas no Brasil (ROCHA, 2013) e 45% nas cavernas em Minas Gerais (GRELLE *et al.*, 1997; TRAJANO & GIMENEZ, 1998; ALMEIDA *et al.*, 2002; NOBRE *et al.*, 2013; SILVA, 2013; TALAMONI *et al.*, 2013; TORQUETTI *et al.*, 2013; GUIMARÃES, 2014). Ainda, representa 19% do total de espécies registradas para o estado de Minas Gerais (TAVARES *et al.*, 2010; GREGORIN & LOUREIRO, 2011; GREGORIN *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2013; VELAZCO *et al.*, 2014; GREGORIN *et al.*, 2014; MORAS *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2015; NOGUEIRA *et al.*, 2015).

A média da riqueza por cavidade observada para a região do PELG foi 4,8 ( $\pm 2,4$ ) espécies. Comparando com outros estudos em cavernas no Brasil, os resultados encontrados no PELG são semelhantes quanto ao número de espécies. Em uma caverna inventariada também no norte de Minas Gerais em área de transição Cerrado/Caatinga, TRAJANO & GIMENEZ (1998)

registraram 13 espécies de morcegos, sendo *C. perspicillata* e *D. rotundus* as mais abundantes. No Distrito Federal, em área de Cerrado, BREDT *et al.* (1999) estudaram 20 cavernas e a riqueza variou de uma a nove espécies de morcegos, uma média de 4,4 espécies/caverna, sendo as espécies mais abundantes *D. rotundus* e *A. geoffroyi*. No entanto, no nordeste de Goiás, também em área de Cerrado, ESBÉRARD *et al.* (2005) estudaram 13 cavidades e a riqueza variou de duas a 17 espécies, uma média de 7,5 espécies/caverna, sendo as espécies mais abundantes *Lonchorrhina aurita* Tomes, 1863 e *Lonchophylla dekeyseri*. Em área de Caatinga na Bahia, GREGORIN & MENDES (1999) registraram quatro e 11 espécies em duas cavernas, sendo *G. soricina* e *Natalus macrourus* (Gervais, 1856) as mais abundantes, espécies muito comuns em cavernas. Mesmo no Alto Ribeira em São Paulo, em área de Mata Atlântica, o resultado foi semelhante ao encontrado no PELG, em 10 cavernas estudadas a riqueza variou de duas a nove espécies, apresentando uma média de 2,7 espécies/caverna, sendo *D. rotundus* e *C. perspicillata* as espécies mais abundantes (TRAJANO, 1985).

O número acumulado de espécies de morcegos cavernícolas do PELG ainda não apresenta estabilização, conforme demonstra a curva do coletor usando o número de indivíduos capturados (Figura 5), sendo provável que outras espécies ainda sejam adicionadas ao total da área estudada. A riqueza esperada para o PELG, calculada pelo índice de Chao-1 é de 21 espécies para área. Esse índice sugere que o levantamento na área está 86% completo.



**Figura 5** - Número acumulado de espécies de morcegos cavernícolas com o total de indivíduos capturados em cavernas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros - MG.

A Lapa Grande, a de maior desenvolvimento horizontal, foi a que apresentou maior riqueza, com dez espécies, a Lapa Boqueirão da Nascente foi a segunda mais rica, com sete espécies. Segundo TRAJANO (1985), o elevado número de espécies em uma caverna pode estar diretamente relacionado à alta diversidade de morcegos na região, à baixa disponibilidade de abrigos epígeos e ao tamanho da caverna. Resultados obtidos por GREGORIN & MENDES (1999) na Bahia e TRAJANO & GIMENEZ (1998) em Minas Gerais, indicaram que as cavernas com maior riqueza estavam relativamente isoladas de outras cavidades de grande porte e localizadas em uma região com escassez de abrigos potenciais, uma vez que a área se encontrava desmatada. Assim, com poucos abrigos disponíveis as cavernas isoladas se tornaram o principal abrigo das espécies. No presente estudo ocorreu o contrário, as cavernas que apresentaram maior riqueza e maior número de indivíduos foram as que se encontram próximas a outras cavernas, sendo as de menor abundância e riqueza a LPA e a LCD, que são as mais isoladas. Segundo TRAJANO (1985), a distribuição irregular das cavernas pela área pode determinar diferenças na estrutura das comunidades encontradas nos abrigos.

No PELG, as cavernas que apresentaram maior riqueza estão localizadas onde existe maior concentração de afloramento rochoso (Figura 2). Desta forma, esse resultado pode demonstrar que a maior riqueza e abundância de morcegos podem estar associadas à maior concentração de afloramentos rochosos e conseqüentemente um maior número de abrigos. As cavernas que se encontram mais distantes, LPA e LCD, se encontram mais ao sul do PELG, onde se encontra maior área de antigas pastagens (Figura 2). Mudanças na estrutura da vegetação ao redor das cavernas podem afetar as populações de morcegos que deixam as cavernas em busca de alimento, assim podendo encontrar menor riqueza e menor número de indivíduos nessas cavidades (KUNZ, 1982; BREDET *et al.*, 1999; SILVA, 2013).

Dentre as espécies capturadas no PELG, destaca-se *Diaemus youngii*, espécie hematófaga que se alimenta preferencialmente de sangue de aves, que foi registrada somente na Lapa Grande. Apesar da sua ampla distribuição, é considerada localmente rara e há deficiência de dados populacionais, biológicos e ecológicos (GREENHALL & SCHUTT, 1996; AGUIAR *et al.*, 2006, COSTA *et al.*, 2008, TORQUETI *et al.*, 2013). Essa espécie consta na lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná (COPAM, 2010; BERGALLO *et al.*, 2000; MARGARIDO & BRAGA, 2004). No estado de Minas Gerais foi somente registrado por UIEDA & ARAÚJO (1987) e UIEDA (1992) na região do Triângulo

Mineiro e por TORQUETTI *et al.* (2013) em área cárstica de Lagoa Santa, região central do estado. Com o presente estudo, é o segundo registro da espécie em área cárstica de Minas Gerais e o primeiro para a região norte do estado. Em outros estudos em áreas cársticas de Minas Gerais, abrangendo os biomas Mata Atlântica e Cerrado, SILVA (2013) analisou a fauna de quirópteros em 133 cavidades naturais subterrâneas e TALAMONI *et al.* (2013) em 56 abrigos naturais entre cavernas e fendas de rochas em região cárstica de Lagoa Santa e em fragmentos de floresta semidecidual e cerrado, não havendo registro de *D. youngii* em nenhuma delas.

Quanto ao uso de cavidades naturais por *D. youngii*, ROCHA (2013) e GUIMARÃES (2014), com base em inventários de morcegos em 135 e 269 cavernas no Brasil, respectivamente, consideraram essa espécie ocasionalmente cavernícola, ou seja, espécie que já foi encontrada em caverna, mas com preferência por outros tipos de abrigo. No presente estudo, das três noites de captura realizadas na Lapa Grande, apenas em uma noite, durante a estação seca, foram capturados cinco indivíduos, duas fêmeas adultas inativas e três machos escrotados. Nesta mesma caverna foram também capturadas outras espécies hematófagas, *Desmodus rotundus* (2 machos e 6 fêmeas) e *Diphylla ecaudata* (2 machos).

Outra espécie de destaque capturada somente na Lapa Grande foi *Lionycteris spurrelli*, de hábito alimentar nectarívoro, com apenas um registro prévio para o estado de Minas Gerais, também em caverna no norte do estado (TRAJANO & GIMENEZ, 1998). A espécie se encontra no status “em perigo” na lista de espécies ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010). Embora essa espécie tenha sido encontrada em cavidades subterrâneas naturais (TRAJANO & GIMENEZ, 1998; GREGORIN & MENDES, 1999), outros estudos em áreas cársticas do estado não apresentaram registros desta espécie (SILVA, 2013; TALAMONI *et al.*, 2013). Apesar da ampla área de ocorrência, com registros para os biomas Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e transição Cerrado/Caatinga (LIRA *et al.*, 2009), *L. spurrelli* possui pequenas populações e raramente é registrada em inventários no Brasil. Com isso, os poucos dados disponíveis indicam que a espécie é geralmente associada a áreas cársticas e que a conservação dessas áreas é essencial para conservação da espécie. No PELG, foi capturada apenas uma fêmea inativa durante estação seca na Lapa Grande.

Outra espécie de grande importância registrada nesse estudo foi *Lonchophylla dekeyseri*, de hábito alimentar nectarívoro. Considerada preferencialmente cavernícola (ROCHA, 2013; GUIMARÃES, 2014), essa espécie se encontra como “em perigo” pela Lista de Espécies

Ameaçadas de Extinção da Fauna do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010) e como “vulnerável” na lista das espécies de mamíferos ameaçadas de extinção no Brasil (CHIARELLO *et al.*, 2008). Em Goiás (ESBÉRARD *et al.*, 2005) e no Distrito Federal (BREDT *et al.*, 1999; COELHO & MARINHO-FILHO, 2002), essa espécie foi considerada frequente nas cavidades estudadas. No presente estudo, foram coletados uma fêmea e um macho durante a estação chuvosa na Lapa do Sufoco I, coocorrendo com mais três espécies. A coocorrência dessa espécie com *C. perspicillata* e *G. soricina* parece ser frequente (BREDT *et al.*, 1999, AGUIAR *et al.*, 2014).

A terceira espécie mais capturada foi *Desmodus rotundus*, estritamente hematófaga, com preferência por sangue de mamíferos. É considerada uma das espécies mais comuns em áreas cársticas (TRAJANO & GIMENEZ, 1998; BREDT *et al.*, 1999, ALMEIDA *et al.*, 2002, TALAMONI *et al.*, 2013). O PELG fica muito próximo da área urbana e é rodeado por fazendas de criação de animais. Mesmo sendo uma unidade de conservação de proteção integral, ainda se observa a presença de grande quantidade de bovinos e equinos no interior do parque, o que pode explicar o número de indivíduos na área. A espécie foi registrada em quatro cavernas, o maior número de indivíduos encontrado na Lapa dos Morcegos (11 machos e 10 fêmeas). Em áreas cárstica com alta densidade de abrigos, *D. rotundus* não mostra fidelidade a uma caverna particular, porém os indivíduos se movem entre cavernas situadas em uma área relativamente pequena (TRAJANO, 1996). O mesmo foi observado no presente estudo, pois as cavernas onde a espécie foi capturada ficam relativamente próximas umas das outras.

O registro de *Micronycteris microtis* é o segundo para o estado de Minas Gerais e para o bioma Cerrado. MORAS *et al.* (2014) registraram pela primeira vez a espécie para o estado na região do Quadrilátero Ferrífero, área de transição Cerrado/Mata Atlântica fazendo uso de cavernas ferruginosas como abrigo. LOUZADA *et al.* (2015) registraram pela primeira vez para o bioma Cerrado no estado de Mato Grosso. Essa espécie já foi registrada em cavidades no Rio de Janeiro (MARTINS, 2011) e na Bolívia (ACOSTA *et al.*, 2011). No presente estudo, foi capturado um macho na LD na estação seca e uma fêmea na LCD na estação chuvosa, ambos inativos.

Stenodermatinae é pouco representada em inventários de cavernas, pois esses morcegos parecem ter preferência por se abrigarem em ocos de árvore e folhagens (TRAJANO, 1985), sendo por isso classificados como cavernícolas oportunistas (ROCHA, 2013; GUIMARÃES,

2014). Nesse estudo, foram capturadas três representantes desta subfamília, sendo *Artibeus planirostris* a mais abundante entre as três e a quarta mais abundante no total. Entre as espécies do gênero *Artibeus* Leach, 1821 é a mais encontrada em áreas cársticas e cavernas no Cerrado, mostrando ser comum neste tipo de habitat, juntamente com *Platyrrhinus lineatus* (CUNHA *et al.*, 2009; PORTELLA, 2010; CHAVES *et al.*, 2012; TALAMONI *et al.*, 2013; SILVA, 2013; ALMEIDA, 2014; presente estudo).

A distribuição das espécies de morcegos pela área estudada (Tabela 1) indica que duas espécies apresentam ampla distribuição quanto ao uso das cavernas, *Carollia perspicillata* e *Myotis lavalii*. *Carollia perspicillata* foi capturada em oito cavernas, sendo a segunda espécie mais capturada no PELG. Essa espécie é considerada comum em áreas cársticas (TRAJANO & GIMENEZ, 1998) e em outros tipos de habitats. GRAHAM (1988), no Peru, analisando interações interespecíficas de morcegos em 146 abrigos, inclusive cavernas, evidenciou que *C. perspicillata* foi a que teve maior ocorrência quanto ao uso dos abrigos e a que coocorreu com o maior número de espécies (19). Espécies que fazem uso de vários tipos de abrigos são mais propensas a compartilhar abrigos, porque a variedade de características dos diferentes abrigos pode atrair maior número de espécies (KUNZ, 1982; GRAHAM, 1988). No presente estudo isso também foi observado, já que *C. perspicillata* foi a espécie que coocorreu com o maior número de espécies (16), com maior frequência com *G. soricina*. Isso mostra a plasticidade da espécie e seu hábito generalista na escolha de abrigos. GRAHAM (1988) sugeriu uma associação positiva entre as espécies *C. perspicillata* e *G. soricina* pela alta porcentagem de coocorrência e coabitação dessas espécies em abrigos estudados no Peru, mas esta hipótese não foi testada. Isso pode indicar apenas que estas espécies possuem requisitos semelhantes para escolha do abrigo (ARITA & VARGAS, 1995).

Em relação à *Myotis lavalii*, por ser uma espécie recém-descrita (MORATELLI *et al.*, 2011), seus limites de distribuição e sua biologia ainda são pouco conhecidos. Predominantemente, essa espécie ocorre em formações semiáridas (Caatinga e Alto Chaco) e savanas (Cerrado), com registros periféricos em Mata Atlântica (MORATELLI & WILSON, 2013). No PELG foram capturados 13 indivíduos (quatro machos e nove fêmeas) em seis cavernas, onde foi capturado o máximo de três indivíduos por caverna, não formando grandes colônias. Em Minas Gerais, NOGUEIRA *et al.* (2015) registraram essa espécie em cavernas no bioma Caatinga, sendo o presente registro o segundo dessa espécie para o estado, também

fazendo uso de cavernas como abrigo. Na Lapa D'água foram capturadas três fêmeas, das quais duas estavam grávidas no mês de outubro. Na Lapa dos Cristais foram coletados três indivíduos de *M. lavalii* e um indivíduo de *M. nigricans*, evidenciando sintopia entre as espécies.

*Anoura geoffroyi*, apesar de ser a mais abundante na região, apresentou distribuição restrita, capturada em apenas duas cavernas, Lapa Boqueirão da Nascente e Lapa D'água. Esse padrão também foi encontrado por BREDT *et al.* (1999) e ESBÉRARD *et al.* (2005) em áreas de Cerrado, sendo comum a formação de grandes colônias em poucas cavernas nas áreas estudadas. Essa espécie se alimenta de néctar e parece ter forte associação com cavidades naturais (ARITA, 1993), sendo considerada preferencialmente cavernícola (ROCHA, 2013; GUIMARÃES, 2014), onde pode formar colônias de até centenas de indivíduos (TRAJANO, 1985; BREDT *et al.*, 1999; ALMEIDA *et al.*, 2002).

Nesse estudo, foi possível registrar a recaptura de apenas quatro indivíduos. Uma fêmea grávida de *Mimon bennettii* foi capturada em outubro na Lapa dos Morcegos e recapturada na noite seguinte na Lapa Grande, distante aproximadamente três quilômetros, considerada distância muito grande para uma fêmea grávida (Carlos Esbérard, com. pess.). ROCHA (2013) classificou esta espécie como preferencialmente cavernícola, já GUIMARÃES (2014) a classificou como cavernícola oportunista. Esta espécie tem sido capturada com frequência em cavernas no Cerrado (BREDT *et al.*, 1999; ESBÉRARD *et al.*, 2005; SILVA, 2013; TALAMONI *et al.*, 2013; ALMEIDA, 2014). Uma fêmea grávida de *C. perspicillata* foi capturada na Lapa Grande e posteriormente recapturada na Lapa Boqueirão da Nascente, uma distância de aproximadamente 600m. Pelo estado reprodutivo desses indivíduos, eles poderiam ter se deslocado para outra caverna pela perturbação causada pela sua captura ou simplesmente estariam usando umas das cavernas apenas como abrigo noturno para se alimentarem. Dois indivíduos de *A. geoffroyi*, um macho e uma fêmea inativos, foram recapturados na mesma caverna onde foram primeiramente capturados, na Lapa Boqueirão da Nascente.

No presente estudo, comparando as coletas feitas em cada caverna durante as estações seca e chuvosa, não houve diferença significativa no número de indivíduos capturados ( $W = 83,5$ ;  $p = 0,19$ ). Estudos mostram que a marcada sazonalidade das florestas tropicais secas, como as florestas estacionais decíduais, pode influenciar na composição de espécies de morcegos devido às flutuações de recursos alimentares (STONER, 2005; AVILLA-CABADILLA *et al.*, 2009). FALCÃO *et al.* (2014), estudando a comunidade de morcegos em gradiente sucessional em

floresta estacional decidual na região norte de Minas Gerais, também não encontraram diferença na composição de espécies de morcegos entre as estações. Eles concluíram que como as florestas estacionais deciduais ocorrem em manchas nessa região, elas estão circundadas por diversos tipos de fitofisionomias, onde pode ocorrer deslocamento dos indivíduos para outros habitats como as matas de galeria e o cerrado *stricto sensu*, como também pode ocorrer na área do PELG.

Os valores de diversidade obtidos entre as diferentes cavernas (Tabela 2) indicam que a caverna de maior extensão, a Lapa Grande, é a mais diversa, apresentando maior índice de diversidade de Margalef (N=41; 10 sp.; D=5,6), e a Lapa do Pedalinho, a de menor extensão, a menos diversa, com o menor índice (N=13; 2 sp.; D=0,9). Cavernas pequenas, como a Lapa do Pedalinho (LP), devem possuir menos micro-habitats, desta forma abrigando um menor número de indivíduos ou servindo apenas como abrigo temporário, já que o PELG oferece grande disponibilidade de abrigo.

**Tabela 2** - Riqueza de espécies (S), número de indivíduos (N) e índice de Margalef (D) para cada caverna inventariada do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG.

<b>Cavernas</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
LG	10	41	5,6
BN	7	137	2,8
LD	6	56	2,9
LC	5	16	3,3
LM	5	38	3,2
LS1	4	20	2,3
LO	4	24	2,2
LPA	3	5	2,9
LCD	2	5	1,4
LP	2	13	0,9

LG – Lapa Grande, BN – Boqueirão da Nascente, LD – Lapa D’água, LC – Lapa dos Cristais, LM – Lapa do Morcego, LS I – Lapa do Sufoco I, LO – Lapa da Ossada, LPA – Lapa do paredão, LCD – Lapa da Chica Doida, LP – Lapa do Pedalinho.

O resultado do teste de Mantel não foi significativo (Mantel  $r = 0,033$ ;  $p(\text{permutação}) = 0,37$ ) e indicou que a distância geográfica não influenciou diretamente na dissimilaridade faunística entre as cavernas inventariadas. A distância entre as cavernas variou de 400 m a 8,4 km. A maior dissimilaridade de espécies (97%) ocorreu entre as cavernas LO e LG, distantes 1,1 km entre si, enquanto a menor dissimilaridade de espécies (39%) ocorreu entre LP e LSI,

distantes 2,4 Km entre si (Tabela 3). Comparando as estruturas das cavernas, LO e LG possuem estruturas diferentes, LO é uma caverna quase predominantemente vertical e com uma entrada pequena, enquanto LG possui grande desenvolvimento horizontal e três entradas, sendo a entrada principal de grandes dimensões. LP e LSI são semelhantes quanto a estrutura, são consideradas de pequeno desenvolvimento horizontal, com pequena e única abertura, levando a condutos de teto baixo.

**Tabela 3** - Distância geográfica (parte superior da tabela) em km e a dissimilaridade de Bray-Curtis (parte inferior da tabela) entre as cavernas inventariadas no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG.

	LG	BN	LD	LC	LM	LS I	LO	LPA	LCD	LP
LG	-	0,7	2,4	0,4	2,7	3,05	1,1	5,8	3,0	3,0
BN	0,85	-	2,4	0,9	2,1	2,6	1,7	5,5	2,7	3,1
LD	0,77	0,58	-	2,2	2,4	1,7	2,7	7,6	4,5	0,8
LC	0,57	0,84	0,86	-	2,8	3,0	0,9	6,2	3,5	2,8
LM	0,51	0,87	0,74	0,66	-	1,1	3,7	5,7	2,5	3,2
LS I	0,47	0,87	1,00	0,50	0,62	-	3,7	6,8	3,6	2,4
LO	0,97	0,78	0,90	0,80	0,96	1,00	-	6,6	4,2	3,0
LPA	0,78	0,92	0,96	0,61	0,86	0,76	0,93	-	3,2	8,4
LCD	0,82	0,94	0,96	0,61	0,81	0,68	1,00	0,40	-	5,3
LP	0,66	0,92	1,00	0,65	0,60	0,39	1,00	0,66	0,55	-

Portanto, distâncias geográficas entre as cavernas do PELG podem não ser fatores determinantes para a composição de espécies em cada caverna, talvez sim as características estruturais e microclimáticas de cada caverna. Cavernas que apresentarem estrutura e microclima parecidos poderão atrair as mesmas espécies, assim aumentando a similaridade entre elas, independente da distância.

Com relação às guildas tróficas registradas no PELG, a maior riqueza foi de espécies nectarívoras (*A. geoffroyi*, *A. caudifer*, *G. soricina*, *L. dekeyseri* e *L. spurrelli*), que atuam como importantes polinizadoras de espécies de plantas tropicais (SAZIMA *et al.*, 1999; COELHO & MARINHO-FILHO, 2002). As espécies frugívoras (*C. perspicillata*, *A. planirostris*, *P. lineatus* e *D. cinerea*) realizam um papel importante na regeneração de habitats perturbados (FLEMING 1988; WHITTAKER *et al.*, 1992; BERNARD, 2002; AGUIAR & MARINHO-FILHO, 2007). Como o parque ainda apresenta grandes áreas de pastagens, estas espécies podem auxiliar na

recuperação destas áreas, sendo importante conservar as cavernas onde elas se abrigam, permitindo a permanências destas espécies na área do parque e no entorno.

Maior riqueza e maior abundância foram encontradas nas maiores cavernas, como a Lapa Grande, Lapa Boqueirão da Nascente e Lapa D'água. Segundo ARITA (1996), o tamanho das cavernas é um fator chave para explicar a variabilidade no número de espécies que ocupa uma cavidade.

### **3.2 - Implicações para a conservação**

Três critérios foram definidos por ARITA (1993) para determinar valor para conservação das cavernas quanto aos morcegos: (1) riqueza de espécies, (2) abundância de múltiplas espécies e (3) presença de espécies ameaçadas. No PELG pelo menos duas cavernas apresentaram esses critérios e devem receber uma maior atenção, sendo elas a Lapa Grande e Boqueirão da Nascente. A Lapa Grande foi a que apresentou maior riqueza de espécies, entre elas destacando-se *Diaemus youngii* e *Lionycteris spurrelli*, consideradas ameaçadas para o estado de Minas Gerais. Além de sua importância biológica, a Lapa Grande tem importância histórica e arqueológica para a região (BARBOSA, 2005), merecendo uma atenção especial na sua conservação. A Lapa Boqueirão da Nascente foi a que apresentou maior abundância e, mesmo com a dominância de *A. geoffroyi*, também apresentou considerável riqueza de espécies.

Cavernas que apresentaram baixa riqueza e baixa abundância, mas possuem espécies ameaçadas, também merecem atenção para a conservação (ARITA, 1993). A espécie ameaçada *L. dekeyseri* somente foi capturada na Lapa do Sufoco I, que apresentou baixa riqueza e abundância, sendo necessária maior investigação da biologia da espécie para verificar se possui requisitos específicos para o uso de cavernas como abrigo na região. É uma caverna pequena, com difícil acesso, sem interesse turístico, desta forma permanecendo protegida e pouco impactada.

Cavernas com maior riqueza de espécies e maior abundância geralmente são também as maiores e mais complexas (BRUNET & MEDELLÍN, 2001). Isto representa um potencial conflito entre a conservação da caverna e os interesses econômicos, porque as grandes cavernas são também as mais valorizadas como locais turísticos (ARITA, 1996). Apesar da área do parque já ser considerada de proteção integral, o PELG foi aberto recentemente para visitação ao

público, e algumas dessas cavernas foram incluídas no roteiro de visitação, como a Lapa Grande e a Lapa Boqueirão da Nascente. A adaptação das cavernas ao turismo e o incentivo à visitação controlada das mesmas podem contribuir para a proteção do patrimônio espeleológico como um todo. Isto porque a atividade turística constitui um instrumento de educação ambiental e conscientização da população sobre a fragilidade das cavernas e dos sistemas cársticos e sua importância para a preservação da fauna (ALT, 2010). Desta forma, o que se sugere para estas cavernas é a implantação de um plano de manejo biológico efetivo para que o turismo ocorra de forma a impactar o mínimo possível a fauna associada a estas cavidades.

#### 4 – CONCLUSÕES

Com relação à comunidade de morcegos cavernícolas do PELG, a maior riqueza e abundância de morcegos foram encontradas nas cavernas de maior extensão, localizadas na área de maior concentração de cavernas, diminuindo a riqueza nas cavernas que se encontram mais afastadas e isoladas.

As espécies que mais coocorreram foram *C. perspicillata* e *G. soricina*, indicando talvez que estas espécies possuem requisitos semelhantes na escolha de abrigo.

No PELG foram encontradas espécies que podem ser consideradas generalistas na escolha dos abrigos, como *C. perspicillata* e *M. lavalii*, que tiveram ampla distribuição na área de estudo.

A presença de espécies ameaçadas, como *L. spurrelli*, *D. youngii* e *L. dekeyseri*, comumente associadas a cavidades, mostram a relevância da criação do PELG para conservação das cavernas da região.

A composição da fauna de morcegos cavernícolas do PELG não está relacionada com a distância entre as cavernas. Cavernas semelhantes quanto à estrutura física e microclima podem ter maior similaridade, independente da distância entre elas.

As informações apresentadas aqui podem ser muito úteis para estabelecer o uso adequado dessas cavernas para o espeleoturismo, fornecendo subsídios para estabelecer planos de manejo que possam minimizar os efeitos deletérios de visitação.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, L.H.; SALDÍAS, M. & NÚÑEZ, L.A. 2011. Historia natural del murciélago de orejas largas (*Micronycteris microtis*, Miller 1898), em La Serranía de Incahuasi, Santa Cruz-Bolivia. **Kempffiana**, 7(2): 19–33.
- AGUIAR, L.M.S.; CAMARGO, W.R. & PORTELLA, A.S. 2006. Occurrence of white-winged vampire bat, *Diaemus youngi* (Mammalia, Chiroptera), in the Cerrado of Distrito Federal, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(3): 893–896. DOI: 10.1590/S0101-81752006000300041.
- AGUIAR, L.M.S. & MARINHO-FILHO, J. 2007. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. **Acta Chiropterologica**, 9(1): 251–260. DOI: 10.3161/1733-5329.
- AGUIAR, L.M.S.; BERNARD, E. & MACHADO, R.B. 2014. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. *Zoologia*, 31(3): 223–229. DOI: 10.1590/S1984-46702014000300003.
- AGUIRRE, L.F.; LENS, L. & MATTHYSEN, E. 2003. Patterns of roost use by bats in a neotropical savanna: implications for conservation. **Biological Conservation**, 111(3): 435–443. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00313-0.
- ALMEIDA, E.O.; MOREIRA, E.C.; NAVEDA, L.A.B. & HERRMANN, G.P. 2002. 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. DOI: 10.1590/S0102-09352002000200002.
- ALMEIDA, S.F. 2014. **Diversidade e conservação de morcegos em uma região cárstica do Cerrado brasileiro: uma extraordinária riqueza de espécies em cavernas**. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ALT, A. 2010. **Plano de manejo do Monumento Natural Estadual Peter Lund**. Cordisburgo: Ambiente Brasil Centro de Estudos.
- ARITA, H.T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. **Journal of Mammalogy**, 74(3): 693–702. DOI: 10.2307/1382291.
- ARITA, H.T. 1996. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. **Biological Conservation**, 76: 177–185. DOI: 10.1016/0006-3207(95)00105-0.
- ARITA, H.T. & VARGAS, J.A. 1995. Natural history, interspecific association, and incidence of the cave bats of Yucatan, Mexico. **The Southwestern Naturalist**, 40(1): 29–37.
- ASSUMPCÃO, M. *et al.* 2013. Estudo dos Tremores de Terra de Terra de Montes Claros, MG, de 2012. Universidade de São Paulo (USP) e Universidade de Brasília (UnB). 14p.

AVILA-CABADILLA, L.D.; STONER, K.E.; HENRY, M. & AÑORVE, M.Y.A. 2009. Composition, structure and diversity of phyllostomid bat assemblages indifferent successional stages of a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, 258(6): 986–996. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.12.011.

BARBOSA, V.V. 2005. Ecoturismo na Região da Lapa Grande. **Revista Verde Grande**, 1: 66–81.

BERGALLO, H.G.; GEISE, L.; BONVICINO, C.R.; CERQUEIRA, R.; D'ANDREA, P.S.; ESBÉRARD, C.E.L.; FERNANDEZ, F.A.S.; GRELE, C.E.; PERACCHI, A.L.; SICILIANO, S. & VAZ, S.M. 2000. Mamíferos. In: BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; ALVES, M.A.S. & SLUYS, M.V. (Eds.). **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora da UERJ. p. 125–135.

BERNARD, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(1): 173–188. DOI: 10.1590/S0101-81752002000100016.

BERNARD, E.; AGUIAR, L.M.S. & MACHADO, R.B. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mammal Review**, 41(1): 23–39. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x.

BONACCORSO, F.J. & SMYTHE, N. 1972. Punch-Marking bats: An alternative to banding. **Journal of Mammalogy**, 53(2): 389–390. DOI: 10.2307/1379186.

BREDT, A.; MAGALHÃES, E.D. & UIEDA, W. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(3): 731–770. DOI: 10.1590/S0101-81751999000300012.

BRUNET, A.K. & MEDELLÍN, R.A. 2001. The species–area relationship in bat assemblages of tropical caves. **Journal of Mammalogy**, 82(4): 1114–1122. DOI: 10.1644/1545-1542(2001)082.

CARVALHO, W.D.; MARTINS, M.A.; DIAS, D. & ESBÉRARD, C.E.L. 2013. Extension of geographic range, notes on taxonomy and roosting of *Histiotus montanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in southeastern Brazil. **Mammalia**, 77(3): 341–346. DOI: 10.1515/mammalia-2012-0012.

CAVALCANTI, L.F.; LIMA, M.F.; MEDEIROS, R.C.S. & MEGUERDITCHIAN, I. 2012. **Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Instituto Chico Mendes. 140 p.

CHAIMOWICZ, F. 1984. Levantamento bioespeleológico de algumas grutas de Minas Gerais. **Espeleo-Tema**, 14: 97–107.

CHAIMOWICZ, F. 1986. Observações preliminares sobre o ecossistema da gruta Olhos D'água, Itacarambi, MG. **Espeleo-Tema**, 15: 67–79.

CHAVES, P.M.R.; FRANCO, P.A.D. & PEREIRA, V.C.R. 2012. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em gruta de formação calcária localizada na Fazenda Cantinho, Município de Formosa – Goiás (GO). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 1(1): 8–28.

CHIARELLO, A.G. *et al.* 2008. Mamíferos Ameaçados de Extinção no Brasil. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (Eds.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1ª ed. volume II. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. p. 681–874.

COELHO, D.C. & MARINHO-FILHO, J. 2002. Diet and activity of *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Federal District, Brazil. **Mammalia**, 66(3): 319–330. DOI: 10.1515/mamm.2002.66.3.319.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. 2010. Deliberação Normativa Copam N.º 147, de 30 de abril de 2010. **Aprova lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do Estado de Minas Gerais**.

COSTA, C.M.R.; HERMANN, G.; MARTINS, C.S.; LINS, L.V. & LAMAS, I.R. 1998. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 3 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 431p.

COSTA, L.M.; OLIVEIRA, D.M.; DIAS E FERNANDES, A.F.P. & ESBÉRARD, C.E.L. 2008. Occurrence of *Diaemus youngi* (Jentink 1893), Chiroptera, in the State of Rio de Janeiro. **Biota Neotropica**, 8(1): 217–220. DOI: 10.1590/S1676-06032008000100023.

CUNHA, N.L.; FISCHER, E.; CARVALHO, L.F.A.C. & SANTOS, C.F. 2009. Bats of Buraco das Araras natural reserve, Southwestern Brazil. **Biota Neotropica**, 9(4): 189–195. DOI: 10.1590/S1676-06032009000400019.

DEHARVENG, L. & BEDOS, A. 2012. Diversity patterns in the tropics. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (Eds.). **Encyclopedia of caves**. Burlington: Elsevier Academic Press. p. 238–250.

DIAS, D.; CARVALHO, W.D.; TEIXEIRA, T.S.M.; TAVARES, D.; XAVIER, B.S.; VALLE, E.L.V. & ESBÉRARD, C.E.L. 2015. First record of *Myotis izecksohni* (Chiroptera, Vespertilionidae) for the Atlantic Forest of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Mastozoología Neotropical**, 22(1): 149–153.

DONATO, C.R.; RIBEIRO, A.S. & SOUTO, L.S. 2014. A conservation status index, as an auxiliary tool for the management of cave environments. **International Journal of Speleology**, 43(3): 315–322. DOI: 10.5038/1827-806X.43.3.8.

ESBÉRARD, C.E.L.; MOTTA, J.A. & PERIGO, C. 2005. Morcegos cavernícolas da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. **Revista Brasileira de Zoociências**, 7(2): 311–325.

FALCÃO, L.A.D.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; LEITE, L.O.; GARRO, R.N.S.L.; AVILA-CABADILLA, L.D. & STONER, K.E. 2014. Spatiotemporal variation in phyllostomid bat assemblages over a successional gradient in a tropical dry forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 30(2): 123–132. DOI:10.1017/S0266467413000862.

FLEMING, T.H. 1988. **The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions**. Chicago: The University of Chicago Press. 380 p.

GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, 4: 379–391. DOI: 10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x.

GRAHAM, G.L. 1988. Interspecific associations among Peruvian bats at diurnal roosts and roost sites. **Journal of Mammalogy**, 69(4): 711–720. DOI: 10.2307/1381626.

GREENHALL, A.M. & SCHUTT JR, W.A. 1996. *Diaemus youngi*. **Mammalian Species**, 533: 1–7. DOI: 10.2307/3504240.

GREGORIN, R. & MENDES, L.F. 1999. Sobre quirópteros (Emballonuridae, Phyllostomidae, Natalidae) de duas cavernas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Iheringia Série Zoológica**, 86: 121–124.

GREGORIN, R. & LOUREIRO, L.O. 2011. New records of bats for the state of Minas Gerais, with range extension of *Eptesicus chiriquinus* Thomas (Chiroptera: Vespertilionidae) to southeastern Brazil. **Mammalia**, 75(3): 291–294. DOI: 10.1515/MAMM.2011.027.

GREGORIN, R.; TAHARA, A.S. & BUZZATO, D.F. 2011. *Molossus aztecus* and other small *Molossus* (Chiroptera: Molossidae) in Brazil. **Acta Chiropterologica**, 13(2): 311–317. DOI: 10.3161/150811011X624794.

GREGORIN, R.; VASCONCELLOS, K.L. & GIL, B.B. 2014. Two new range records of bats (Chiroptera: Phyllostomidae) for Atlantic Forest, eastern Brazil. **Mammalia**, 79(1): 121–124. DOI: 10.1515/mammalia-2013-0142.

GRELLE, C.E.; FONSECA, M.T.; MOURA, R.T. & AGUIAR, L.M.S. 1997. Bats from Karstic area on Lagoa Santa, Minas Gerais: a preliminar survey. **Chiroptera Neotropical**, 3(1): 68–70.

GUIMARÃES, M.M. 2014. **Morcegos cavernícolas do Brasil : composição, distribuição e serviços ambientais**. 130f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. Palaeontological Statistics software package for education and analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1): 1–9.

IEF – Instituto Estadual de Florestas. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/instituicao/281?task=view>. Acesso em: 23 de agosto de 2014.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F. & LAMBLÉM, H.S. 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, 2(1): 42–57.

KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, 1(1): 147–155.

KUNZ, T.H. 1982. Roosting ecology of bats. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of Bats**. New York: Plenum Press. p. 1–55.

LINO, C.F. & ALLIEVI, J. 1980. **Cavernas brasileiras**. São Paulo: Melhoramentos. 168 p.

LIRA, T.C.; PONTES, A.R.M. & SANTOS, K.R.P. 2009. Occurrence of the chestnut long-tongued bat *Lionycteris spurrelli* Thomas, 1913 (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. **Biota Neotropica**, 9(1): 253–255. DOI: 10.1590/S1676-06032009000100025.

LOMBARDI, J.A.; SALINO, A. & TEMONI, L.G. 2005. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, 6(1): 3–20.

LOUZADA, N.S.V.L.; LIMA, A.C.M.; PESSÔA, L.M.; CORDEIRO, J.L.P.; OLIVEIRA, L.F.B. 2015. New records of phyllostomid bats for the state of Mato Grosso and for the Cerrado of Midwestern Brazil (Mammalia: Chiroptera). **CheckList**, 11(3): 1–10. DOI: 10.15560/11.3.1644.

MAGURRAN, A.E. 1955. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução de Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.

MARGARIDO, T.C.C. & BRAGA, F.C. 2004. Mamíferos. In: MIKICH, S.B. & BÉRNILS, R.S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. p. 27–142.

MARTINS, M.A. 2011. **Riqueza, diversidade de espécies e variação altitudinal de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil**. 49 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 6.0.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O bioma Cerrado. <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 01 de agosto de 2015.

MORAS, L.M.; GOMES, A.M. & TAVARES, V.C. 2014. Distribution and taxonomy of the common big-eared bat *Micronycteris microtis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in South America. **Mammalia**, DOI: 10.1515/mammalia-2014-0057.

MORATELLI, A.; PERACCHI, A.L.; DIAS, D. & OLIVEIRA, J.A. 2011. Geographic variation in South American populations of *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Chiroptera, Vespertilionidae), with the description of two new species. **Mammalian Biology**, 76: 592–607. DOI:10.1016/j.mambio.2011.01.003.

MORATELLI, R. & WILSON, D.E. 2013. Distribution and natural history of *Myotis lavalii* (Chiroptera, Vespertilionidae). **Journal of Mammalogy**, 94(3): 650–656. DOI: 10.1644/12-MAMM-A-257.1.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853–858. DOI: 10.1038/35002501.

NEUWEILER, G. 2000. **The Biology of Bats**. New York: Oxford University Press. 312 p.

NOBRE, P.H.; MELLO, R.M.; MANHÃES, M.A. & REZENDE, A.C. 2013. Morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais - Brasil. **MG - Biota**, 6(2): 4–29.

NOGUEIRA, M.R.; LIMA, I.P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V.C.; GREGORIN, R. & PERACCHI, A.L. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, 10(4): 808–821. DOI: 10.15560/10.4.808.

NOGUEIRA, M.R.; POL, A.; PESSOA, L.M.; OLIVEIRA, J.A. & PERACCHI, A.L. 2015. Small mammals (Chiroptera, Didelphimorphia, and Rodentia) from Jaíba, middle Rio São Francisco, northern Minas Gerais State, Brazil. **Biota Neotropica**, 15(2): 1–18. DOI: 10.1590/1676-06032015012614.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York: Columbia University Press. p. 91–120.

PEREIRA, A.M. & ALMEIDA, M.I.S. 2004. **Leituras geográficas sobre o Norte de Minas Gerais**. Montes Claros: editora Unimontes. 130 p.

PEZZINI, F.F.; BRANDÃO, D.O.; RANIERI, B.D.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; JACOBI, C.M. & FERNANDES, G.W. 2008. Polinização, dispersão de sementes e fenologia das espécies arbóreas no Parque Estadual da Mata Seca. **MG – Biota**, 1(2): 37–45.

- PORTELLA, A.S. 2010. **Morcegos cavernícolas e relações parasita-hopedeiro com moscas estreblídeas em cinco cavernas do Distrito Federal**. 61f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, M.S. & ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Brasília: Embrapa – CPAC. p. 89–166.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. & RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado – Ecologia e Flora**. Volume 1. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 153–212.
- ROCHA, P.A. 2013. **Quiropterofauna cavernícola: composição, estrutura de comunidades, distribuição geográfica e aspectos ecológicos das populações**. 164f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- SÁ-JÚNIOR, A., CARVALHO, L. G., SILVA, F. F. & ALVES, M. C. 2012. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, 108: 1–7. DOI: 10.1007/s00704-011-0507-8.
- SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. & NUNES, Y.R.F. 2007a. Florística e estrutura de uma Floresta Estacional Decidual, no Parque Municipal da Sapucaia, Montes Claros (MG). **Cerne**, 13(3): 248–256.
- SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F. & GUSMÃO, E. 2007b. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, 31(1): 135–144. DOI: 10.1590/S0100-67622007000100015.
- SAZIMA, M.; BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1999. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic Forest sites in Brazil. **Annals of Botany**, 83(6): 705–712. DOI: 10.1006/anbo.1999.0876.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J.M. & SOUZA-SILVA, J.C. (Eds.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 121–139.
- SILVA, L.H.D. 2013. **Caracterização da fauna de quirópteros (Chiroptera, Mammalia) em diferentes áreas na região cárstica de Minas Gerais**. 35f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SILVA, M.S.; MARTINS, R.P. & FERREIRA, R.L. 2014. Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest. **Environmental Management**, 54(6): DOI 10.1007/s00267-014-0414-8.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. New York: W.H. Freeman. 887 p.

SOUZA, M.F.V.R. 2012. Diversidade de invertebrados subterrâneos da região de Cordisburgo, MG: subsídios para definição de cavernas prioritárias para conservação e para o manejo biótico de cavidades turísticas. 149f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

STONER, K.E. 2005. Phyllostomid bat community structure and abundance in two contrasting tropical dry forests. **Biotropica**, 37(4): 591–599. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2005.00076.x.

TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. 2003. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. & BARROS, M.L.B. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: UFPE. 822 p.

TALAMONI, S.A.; COELHO, D.A.; DIAS-SILVA, L.H. & AMARAL, A.S. 2013. Bat assemblages in conservation areas of a metropolitan region in Southeastern Brazil, including an important karst habitat. **Brazilian Journal of Biology**, 73(2): 309–319. DOI: 10.1590/S1519-69842013000200011.

TAVARES, V.C.; AGUIAR, L.M.S.; PERINI, F.A.; FALCÃO, F.C. & GREGORIN, R. 2010. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. **Chiroptera Neotropical**, 16(1): 675–705.

TORQUETTI, C.G.; ASSIS, M.A.C.; CARMO, S.S.A. & TALAMONI, S.A. 2013. Observations of a diurnal roost of the white-winged vampire bat *Diaemus youngi* in a karstic area of southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, 19(1): 1147–1150.

TRAJANO, E. 1985. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2(5): 255–320. DOI: 10.1590/S0101-81751984000100001.

TRAJANO, E. 1995. Protecting caves for bats or bats for the caves? **Chiroptera Neotropical**, 1(2): 19–22.

TRAJANO, E. 1996. Movements of cave bats in Southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bats, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). **Biotropica**, 28(1): 121–129. DOI: 10.2307/2388777.

TRAJANO, E. & GIMENEZ, E.A. 1998. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new Record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, 33(2): 69–75. DOI: 10.1076/snfe.33.2.69.2156.

TRAVASSOS, L.E.P. 2010. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Tradição Planalto. 102 p. Disponível em: <www.tradicaoplanalto.com.br>

UIEDA, W. 1992. Período de atividade alimentar e tipos de presa dos morcegos hematófagos (Phyllostomidae) no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 52(4): 563–573.

UIEDA, W. & ARAÚJO, V.F. 1987. Manutenção dos morcegos hematófagos *Diaemus youngii* e *Diphylla ecaudata* (Chiroptera, Phyllostomidae) em cativeiro. **Anais Seminário de Ciências, Faculdades Integradas de Uberlândia**, 1: 30–42.

VALENTIN, J.L. 2012. **Ecologia numérica – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. 2º edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 154 p.

VELAZCO, P.M.; GREGORIN, R.; VOSS, R.S. & SIMMONS, N.B. 2014. Extraordinary Local Diversity of Disk-Winged Bats (Thyropteridae: *Thyroptera*) in Northeastern Peru, with the Description of a New Species and Comments on Roosting Behavior. **American Museum Novitates**, 3795: 1–28. DOI: 10.1206/3795.1.

VELOSO, A.R. 2010. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado a caracterização do Parque Estadual da Lapa Grande**. 25f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Faculdade de Ciência Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho, Montes Claros.

WHITTAKER, R.J.; BUSH, M.B.; PARTOMIHARDJO, T.; ASQUITH, N. M. & RICHARDS, K. 1992. Ecological aspects of plant colonisation of the Krakatau Islands. **GeoJournal**, 28(2): 201–211. DOI: 10.1007/BF00177233.

ZAR, J.H. 2010. **Biostatistical analysis**. 5ª ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice – Hall. 944 p.

## ANEXO 1

Espécimes examinados e depositados na coleção científica Adriano Lúcio Peracchi (ALP), no Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

### FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE

*Micronycteris microtis* (2): ALP 10492 ♂; ALP 10509 ♀.

*Demodus rotundus* (3): ALP 10493 ♀; ALP 10532 ♂; ALP 10508 ♂.

*Diaemus youngii* (1): ALP 10494 ♀.

*Diphylla ecaudata* (2): ALP 10498 ♂; ALP 10517 ♂.

*Trachops cirrhosus* (1): ALP 10510 ♂.

*Phyllostomus hastatus* (1): ALP 10660 ♂.

*Anoura caudifer* (4): ALP 10496 ♂; ALP 10491 ♂; ALP 10489 ♂; ALP 10485 ♂.

*Anoura geoffroyi* (5): ALP 10498 ♀; ALP 10486 ♂; ALP 10488 ♂; ALP 10487 ♀; ALP 10512 ♀.

*Glossophaga soricina* (5): ALP 10502 ♀; ALP 10507 ♀; ALP 10522 ♀; ALP 10525 ♀; ALP 10526 ♂.

*Lionycteris spurrelli* (1): ALP 10661 ♀.

*Lonchophylla dekeyseri* (2): ALP 10519 ♂; ALP 10521 ♀.

*Carollia perspicillata* (7): ALP 10495 ♂; ALP 10497 ♀; ALP 10501 ♂; ALP 10506 ♀; ALP 10531 ♂; ALP 10520 ♀; ALP 10527 ♂.

*Artibeus planirostris* (7): ALP 10504 ♀; ALP 10500 ♂; ALP 10513 ♀; ALP 10515 ♀; ALP 10516 ♀; ALP 10523 ♀; ALP 10524 ♂.

*Platyrrhinus lineatus* (3): ALP 10505 ♂; ALP 10503 ♂.

*Dermanura cinerea* (1): ALP 10658 ♂.

### FAMÍLIA VESPERTILIONIDAE

*Myotis lavalii* (9): ALP 10511 ♀; ALP 10490 ♂; ALP 10499 ♀; ALP 10518 ♀; ALP 10528 ♂; ALP 10530 ♂; ALP 10533 ♀; ALP 10659 ♀; ALP 10662 ♂.

*Myotis nigricans* (1): ALP 10529 ♂.

## **CAPÍTULO II**

### **DETERMINANTES ECOLÓGICOS DA RIQUEZA DE MORCEGOS EM CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS EM UMA ÁREA DE CERRADO NO SUDESTE DO BRASIL**

## RESUMO

Este estudo teve o objetivo de analisar possíveis associações entre a distribuição e riqueza de espécies de morcegos e os parâmetros abióticos das cavernas. O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) no município de Montes Claros, MG. Foram realizadas 30 noites de coletas em 10 cavernas no período de junho de 2012 a outubro de 2013. De cada caverna inventariada no PELG, foram obtidos os seguintes parâmetros: valores de umidade relativa e temperatura em seu interior, número de entradas, desenvolvimento horizontal e presença de água. As coletas foram feitas com o uso de redes de neblina armadas nas entradas das cavernas antes do pôr do sol e mantidas abertas por três horas. A análise de correspondência canônica indicou que os parâmetros analisados das cavernas explicaram 82,7% da distribuição das espécies de morcegos nas cavernas inventariadas. O parâmetro temperatura foi o que mais explicou a distribuição das espécies nas cavernas, formando um gradiente de temperatura entre as cavernas. O desenvolvimento horizontal, o número de entradas e o estado de conservação foram considerados importantes para a riqueza de espécies de morcegos em cavernas.

Palavras-chave: morcegos cavernícolas, distribuição, seleção de abrigo, conservação.

## **ABSTRACT**

This study aimed to analyze the correlation between the cave bats distribution and species richness and abiotic parameters of the caves. Fieldwork was conducted in Lapa Grande State Park (PELG) in the Montes Claros, MG. A total of 30 sampling nights in 10 caves were performed in the region. The following parameters were obtained from each cave inventoried: relative humidity and temperature inside, number of entrances, horizontal development and presence of water. The bats were caught in mist-nets at the caves entrances before sunset and kept open for three hours. The bats were caught in mist-nets at the caves entrances before sunset and kept open for three hours. The results indicated significant correlation among distribution of the bats species and abiotic parameters of the caves. The temperature was the most explained the species distribution in the caves in the present study, forming a temperature gradient between the caves. The horizontal development, the number of entrances and the conservation status were considered ecological determinants for bats richness in caves.

Keywords: cave bats, distribution, roost selection, conservation.

## 1 - INTRODUÇÃO

Morcegos passam mais da metade de suas vidas em abrigos (KUNZ, 1982; LEWIS 1996). Estes abrigos são importantes recursos que fornecem proteção das condições climáticas e de predadores (FENTON *et al.*, 1994; SEDGELEY, 2001; CHRUSZCZ & BARCLAY, 2002), sendo um lugar seguro para hibernar, acasalar, cuidar dos jovens e para interação social de espécies gregárias (RAESLY & GATES, 1987; McCracken *et al.*, 2006; WILLIS & BRIGHAM, 2007). Cavernas são um dos tipos de abrigo atraentes para várias espécies devido ao seu tamanho, permanência e podem proporcionar microclimas adequados, sendo muitas espécies altamente dependentes de cavernas para formar grandes agregações (TRAJANO, 1985; HUTSON *et al.*, 2001).

Na região neotropical as cavernas usadas por morcegos podem ser divididas em cavernas frias e cavernas quentes (*hot caves*) (PECK *et al.*, 1998). As cavernas frias, em geral, possuem temperaturas próximas de 25°C, mais de uma entrada, câmaras amplas, alta circulação de ar, baixa densidade de morcegos e guano. Neste tipo de caverna, o microclima é caracterizado com médias de temperatura interna menores às médias externas, o que o torna mais ameno e estável quando comparado ao meio externo. Cavernas quentes têm como uma das principais características as altas temperaturas causadas pelo calor que irradia tanto dos corpos dos morcegos, que se agregam em dezenas de milhares, tanto da decomposição do guano. Eles ocupam câmaras com única entrada reduzida e baixa circulação de ar. Tal produção e retenção de calor fazem com que as temperaturas no interior dessas cavernas sejam maiores que 30°C e em média maiores que as do meio externo (SILVA-TABOADA, 1979; PECK *et al.*, 1998). As diferenças na seleção de abrigo entre as espécies podem estar relacionadas a diferenças no tamanho do corpo, morfologia, fisiologia, estrutura social, ecologia alimentar e comportamento (EVELYN & STILES, 2003).

Muitos estudos têm avaliado os critérios que os morcegos usam para a escolha de cavernas como abrigos e, principalmente em regiões temperadas, têm encontrado forte seleção de algumas características, tais como comprimento, temperatura e umidade, fluxo de ar, intensidade da luz, a segurança dos predadores e a proximidade de áreas de forrageamento (TUTTLE & STEVENSON, 1977; HALL, 1982; McCracken, 1989; SEDGELEY & O'DONNELL, 1999; FENTON *et al.*, 1994; RODRIGUES & PALMEIRIM, 2008; KNIGHT & JONES, 2009;

BETTS, 2010; BU *et al.*, 2015). Estudos de seleção de abrigo de morcegos cavernícolas em regiões neotropicais ainda são escassos, porém já são conhecidos alguns padrões que são considerados importantes para a maior riqueza de espécies em uma caverna. Estudos mostram que cavernas mais extensas e com maior área de superfície podem abrigar maior número de espécies (ARITA, 1996; BRUNET & MEDELLÍN, 2001), assim como cavernas mais quentes e mais úmidas ou que tenham maior variação destes fatores climáticos (BRUNET & MEDELLÍN, 2001; RODRÍGUEZ-DURÁN & SOTO-CENTENO, 2003; AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004; SILVA, 2013).

Grandes cavernas podem garantir a estabilidade da temperatura e da umidade, que são importantes para manter populações de morcegos em uma área (ARITA, 1996). Além do tamanho da caverna, o microclima também depende da latitude, longitude e altitude de onde está inserida, bem como o número de entradas, o tamanho do bloco de rocha que está inserida, a temperatura e umidade da região (DWYER, 1971; TUTTLE & STEVENSON, 1977; McCracken, 1989; MURRAY & KUNZ, 2005).

Os fatores microclimáticos mais importantes que influenciam morcegos dentro de seus abrigos são temperatura, umidade relativa e variação espaço-temporal destes fatores (BRUNET & MEDELLÍN, 2001). Como os morcegos têm requisitos específicos de temperatura e umidade em sua escolha de abrigo (McNAB, 1982; HALL, 1982; RODRÍGUEZ-DURÁN & SOTO-CENTENO, 2003; DIXON, 2011), as condições do abrigo podem influenciar na distribuição e abundância de morcegos (*e.g.*, CHURCHILL, 1991; BU *et al.*, 2015).

O microclima do abrigo é um fator limitante e uma importante força seletiva na adaptação fisiológica dos morcegos (McNAB, 1982; RODRÍGUEZ-DURÁN, 1995). Estudos mostram que fatores climáticos, principalmente temperatura do abrigo, são críticos para a taxa metabólica basal (TMB) de morcegos, além de outros fatores como hábito alimentar, peso corporal, disponibilidade de recursos e outros (BONACCORSO *et al.*, 1992; CRUZ-NETO *et al.*, 2001; CRUZ-NETO & JONES, 2006; ALMEIDA & CRUZ-NETO, 2011). A TMB representa a taxa mínima de energia necessária para manter a homeostase (MCNAB, 1992; SPEAKMAN *et al.*, 2004), e tem sido usada para entender as adaptações fisiológicas ao ambiente (MCNAB, 2002; VAN DER MEER, 2006). A ocupação de abrigos com um microclima adequado pode minimizar os custos energéticos relacionados com a TMB e conseqüentemente com a termorregulação.

Os morcegos são capazes de detectar mudança na temperatura tão pequena quanto 1°C (HALL, 1982; SEDGELEY, 2001), e tais diferenças podem influenciar a taxa metabólica (SPEAKMAN & THOMAS, 2003; CRUZ-NETO & JONES, 2006), a produção de leite (WILDE *et al.*, 1999) e taxas de crescimento dos jovens (TUTTLE & STEVENSON, 1982). De uma forma geral, cada espécie tem um valor ótimo de um fator limitante, onde ela apresenta maior abundância e não pode sobreviver em valores muito menores ou muito maiores. Espécies abundantes e de ampla distribuição geográfica provavelmente apresentam grandes amplitudes de tolerância a fatores limitantes (ODUM & BARRETT, 2008).

Devido às cavernas serem os principais refúgios de morcegos em áreas cársticas, a preservação destas áreas deve ser um componente essencial de qualquer estratégia para a conservação desses animais (McCRACKEN, 1989; FENTON, 1997). Distúrbios em abrigos ameaçam muitas espécies de morcegos (HUTSON *et al.*, 2001) e as atividades dentro ou nos arredores de cavernas como mineração, coleta de guano, espeleoturismo predatório e destruição da vegetação para uso de pastagens, são fatores importantes que podem levar a declínios populacionais de morcegos (KUNZ, 1982; TRAJANO, 1995; HUTSON *et al.*, 2001).

Estratégias de conservação adequada para estes animais dependem de identificar quais cavernas são mais importantes para os morcegos. Determinando quais características das cavernas pode abrigar o maior número de espécies, poderá se aplicar estratégias de conservação para as cavernas que apresentarem essas características.

O presente trabalho foi baseado na hipótese que os parâmetros abióticos das cavernas influenciam na distribuição das espécies de morcegos cavernícolas e são determinantes para a riqueza de espécies.

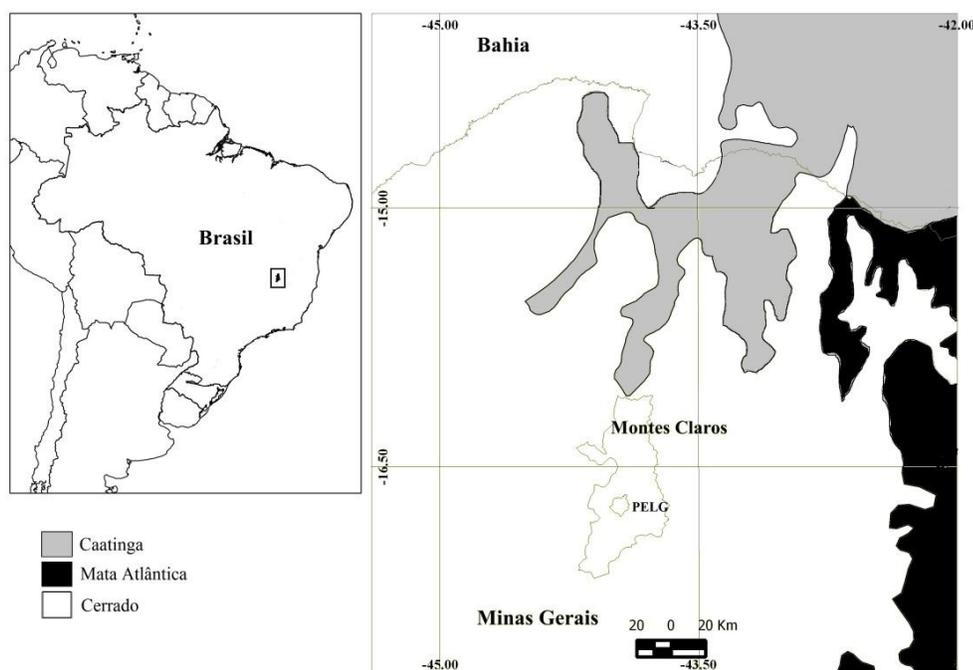
Com o intuito de contribuir para o conhecimento sobre o uso de cavernas por morcegos em áreas do Cerrado brasileiro, este estudo teve os seguintes objetivos:

1. Classificar as cavernas estudadas quanto suas estruturas físicas e microclimáticas.
2. Determinar quais características das cavernas, como temperatura, umidade, número de entradas, presença de água e desenvolvimento horizontal influenciam a riqueza e a distribuição das espécies de morcegos que nelas se abrigam.
3. Analisar se a perturbação antrópica do ambiente ao redor das cavernas afeta a riqueza de espécies.

## 2 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 - Área de estudo

O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual da Lapa Grande (PELG), localizado no município de Montes Claros, região norte de Minas Gerais ( $16^{\circ}42'25.55''S$  /  $43^{\circ}56'27.99''O$ ). O PELG é uma unidade de conservação integral criado pelo Decreto nº 44.204, de 10 de janeiro de 2006. Possui área de 7.860 hectares e um patrimônio natural e arqueológico com mais de 35 cavernas e algumas dessas com especial valor espeleológico e é administrado pelo Instituto Estadual de Florestas – IEF. A região do parque está inserida no bioma Cerrado, mas muito próximo ao bioma Caatinga, tornando uma área peculiar com relação a sua fauna e flora (Figura 6).

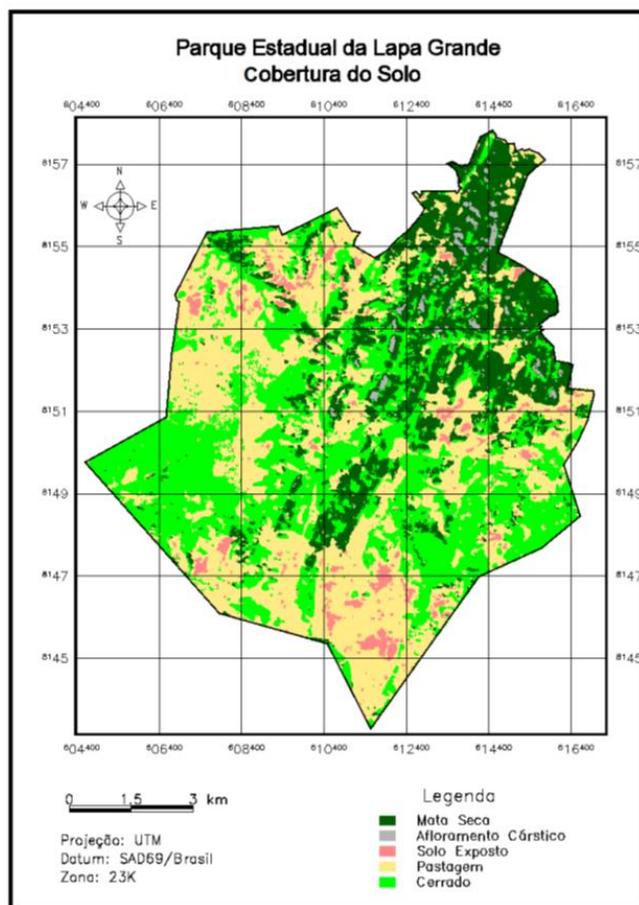


**Figura 6** - Mapa de localização do Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) em Montes Claros, MG. O mapa foi feito usando o programa QGIS 2.0.1 Dufour.

A criação do Parque teve como objetivos proteger e conservar o complexo de grutas e os principais mananciais de fornecimento de água presentes na área (IEF, 2014). O acervo natural está interligado ao complexo de sistema cárstico que abrange o parque, o que confere grande

valor hídrico, espeleológico, arqueológico e paleontológico. Seu potencial hídrico é representado por duas principais nascentes ainda preservadas, possui também ressurgências e sumidouros cársticos, córregos e rios. Vale destacar que estes cursos d'água formam a fonte de abastecimento de parte da população do município de Montes Claros.

A vegetação predominante é o cerrado *stricto sensu* com presença de fragmentos de floresta estacional decidual (VELOSO, 2010), também conhecida como “Matas Secas de Calcário”, que são formações vegetais que ocorrem em áreas de afloramento de calcário no bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998) (Figura 7).

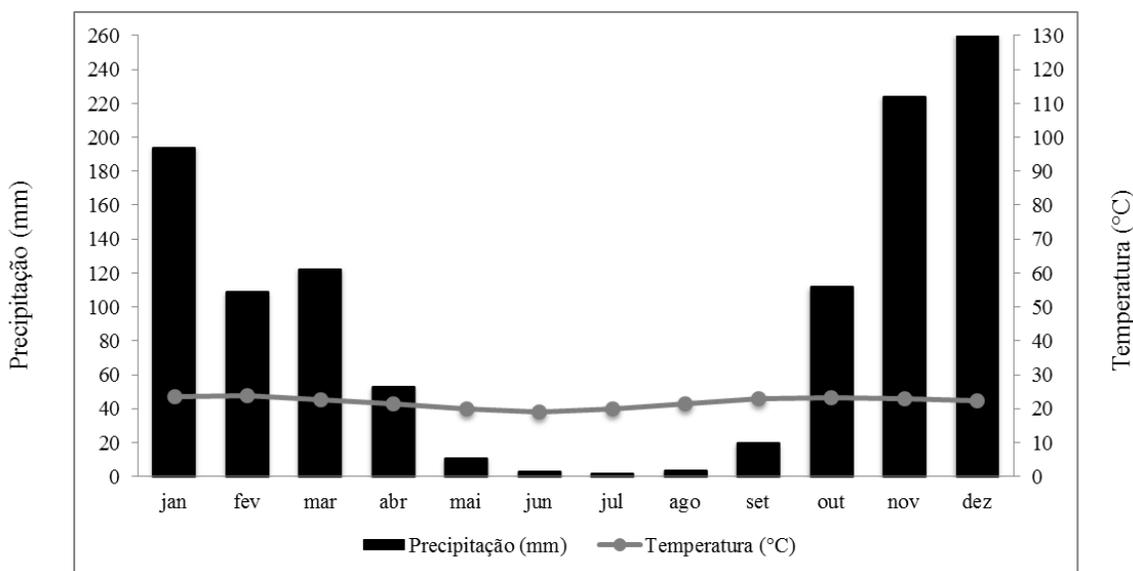


**Figura 7** - Mapa temático de cobertura do solo do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. (Mapa retirado de Veloso, 2010).

A área do PELG se tratava de uma antiga fazenda, desta forma ainda possui uma área considerável de pastagens que se encontra em recuperação. A altitude da região do parque varia entre 680 m e 1038 m em um relevo cárstico caracterizado por maciços calcários, dolinas,

sumidouros e ressurgências. A grande concentração de cavernas na área do parque deve-se ao fato desta estar situada sobre um maciço de rocha calcária do Grupo Bambuí, sendo favorável o surgimento de cavidades naturais (TRAVASSOS, 2010).

O clima da região é classificado segundo Koppen como Aw, com verão chuvoso e inverno seco, com estações seca e chuvosa bem definidas (SÁ-JÚNIOR *et al.*, 2012). O clima predominante na área do PELG é o Tropical semi-úmido (PEREIRA & ALMEIDA, 2004) com temperatura média anual de 22°C. Os meses mais chuvosos são de outubro a março, passando por um longo período de estiagem de maio a setembro (Figura 8). No período de chuvas, a vegetação entra em brotação, resultando em uma paisagem bastante diferenciada em relação à aridez da época de estiagem.



**Figura 8** – Curva ombrotérmica com média mensal de temperatura (linha) e precipitação (coluna) dos anos de 1950 a 2000 no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG. (Fonte de dados: WorldClim).

## 2.2 - Sítios de captura

No total foram inventariadas 10 cavernas do PELG (Figura 9). As informações da maioria das cavernas foram cedidas pelo Grupo de Espeleologia Peter Lund. As coordenadas geográficas dos sítios de coleta foram mensuradas com GPS Garmin Etrex 30.

- **Lapa Grande (MG-173)** (16°42'24.12"S/43°57'17.64"O, altitude 746 m): maior caverna do PELG, com aproximadamente 2800 m de desenvolvimento horizontal. A galeria principal prossegue por alguns metros com dimensões aproximadas de dez metros de largura por 4 m de altura, estreitando-se em seguida e ramificando-se em vários condutos mais estreitos. A caverna possui um trecho com riacho denominado localmente de Lapa Grande-pequeno (um afluente do Córrego Lapa Grande). A caverna possui três entradas para o exterior, a entrada principal possui dimensões aproximadas de 5 m altura e 10 m de largura.

- **Lapa Boqueirão da Nascente** (16°42'43.12"S/43°56'29.75"O, altitude 753 m): a caverna possui aproximadamente 900 metros de desenvolvimento horizontal. No seu interior ocorre ressurgência do Córrego Lapa Grande que se estende por toda a caverna, sendo que no final da mesma existe um sifonamento (trecho onde a água chega ao teto da caverna). A entrada tem aproximadamente 15 m de altura e 4 m de largura.

- **Lapa D'água (MG-118)** (16°42'26.31"S/43°55'13.83"O, altitude 724 m): uma caverna linear meandrante, com perfil horizontal. A caverna tem um desenvolvimento horizontal de 1.230m e um desnível de 20m. O primeiro nível da caverna mede 475 m, no final desse nível tem um abismo de 15 m onde se encontra a passagem para o segundo nível. A caverna não possui condutos laterais, é formada por uma única galeria e apresenta água em vários trechos. A entrada principal da caverna tem aproximadamente 6 m de altura e 15 m de largura. Existe uma entrada secundária à esquerda da principal, onde existe um sumidouro do Córrego São Marcos, é possível entrar aproximadamente 100 metros por esta galeria.

- **Lapa dos Cristais** (16° 42'11.67"S/43° 56'19.80"O, altitude 739 m): caverna com aproximadamente 400 m de desenvolvimento horizontal. Presença de água perene no seu interior. A caverna possui duas entradas, a maior tem aproximadamente 5 m de altura e 10 m de largura se estreitando em seguida, não passando uma pessoa em pé. A outra abertura é de aproximadamente 2 m de altura e 2,5 m de largura.

- **Lapa do Morcego** (16° 43'35.86"S/43° 55'47.78"O, altitude 800 m): caverna com aproximadamente 50 m de desenvolvimento horizontal. Não possui água no seu interior e possui duas câmaras. Cada câmara tem uma entrada, uma com 2,5 m de altura e 9 m de largura se estreitando a seguir e a outra com 1,5 m de altura e 5 m de largura.

- **Lapa do Sufoco I** (16° 43'22.29"S/43° 55'10.59"O, altitude 799 m): caverna com aproximadamente 100 m de desenvolvimento horizontal. Possui uma entrada de

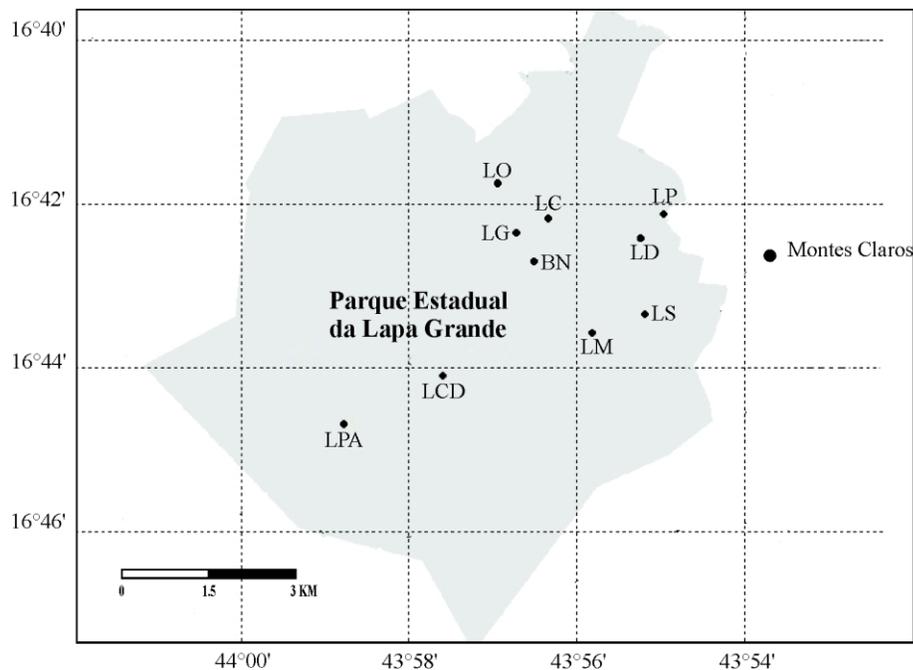
aproximadamente 1,5 m de altura e 2,5 m de largura que se estreita a seguir. A grande parte dos trechos possui condutos de teto baixo. Trechos com água e muita matéria em decomposição, apresentando altíssimos níveis de CO<sub>2</sub>.

- **Lapa da Ossada** (16° 41'46.05"S/43° 56'55.49"O, altitude 834 m): caverna predominantemente vertical, com um desenvolvimento horizontal aproximado de 200 m. A sua entrada está a aproximadamente 4 m de altura do chão em um afloramento rochoso, sendo de difícil acesso, com 1 m de altura e 3 m de largura. Não possui água no seu interior, porém externamente, durante a estação chuvosa forma uma cachoeira que escorre pelo afloramento em que está formada.

- **Lapa do Paredão** (16° 44'42.60"S/43° 58'45.19"O, altitude 848 m): caverna com aproximadamente 30 m de desenvolvimento horizontal, com uma entrada de 4m de altura e 5m de largura que se afunila a seguir. Não possui água em seu interior. Caverna mensurada por este autor.

- **Lapa da Chica Doida** (16° 44'07.29"S/43° 57'34.54"O, altitude 784 m): caverna com aproximadamente 100 m de desenvolvimento horizontal, com duas entradas, sendo a principal com 2 m de altura e 5 m de largura. Possui uma câmara bem ampla com uma altura de aproximadamente 15 m. Trechos com água parada no seu interior. Caverna mensurada por este autor.

- **Lapa dos Pedalinhos** (16° 42'08.96"S/43° 54'57.30"O, altitude 685 m): caverna pequena com 20 m de desenvolvimento, com alguns trechos de condutos de teto baixo, com água em determinadas épocas do ano. Possui uma entrada de aproximadamente 2 m de altura e 3 m de largura se estreitando a seguir.



**Figura 9** - Localização das cavernas inventariadas no PELG, Montes Claros, MG. LG: Lapa Grande, BN: Boqueirão da Nascente, LC: Lapa dos Cristais, LD: Lapa D'água, LM: Lapa dos Morcegos, LO: Lapa da Ossada, LCD: Lapa da Chica Doida, LPA: Lapa do Paredão, LS: Lapa do Sufoco I, LP: Lapa do Pedalinho.

### 2.3 - Caracterização das cavernas

De cada caverna inventariada no PELG foram obtidos os seguintes parâmetros: valores de umidade (UM) e temperatura (TE) em seu interior e exterior, número de entradas (NE), seu desenvolvimento horizontal (DH) e presença de água (AG) em seu interior. Estas variáveis foram investigadas quanto a sua possível associação com a riqueza e abundância de espécies encontrada em cada caverna.

Para dimensionar as cavernas foi usado o desenvolvimento horizontal de cada uma, que foram cedidos pelo Grupo Espeleológico Peter Lund. As medidas de temperatura e umidade relativa do interior das cavernas foram mensuradas com Termo-Higrômetro Digital TH439. As aferições foram feitas em um ponto das cavernas de total ausência de luz onde se observava presença de morcegos ou guano durante as três coletas realizadas. Quanto ao parâmetro AG, foi usado o valor (1) para presença e o valor (0) para ausência de água em cada caverna.

## **2.4 - Captura dos morcegos**

No período de junho/2012 a outubro/2013 foram realizadas 30 noites de capturas no PELG. Morcegos foram capturados com redes de espera (*mist nets*) de diferentes tamanhos, variando de acordo com o tamanho da entrada da caverna. As redes foram abertas somente nas entradas das cavernas antes do pôr do sol e mantidas abertas por três horas.

Cada caverna foi amostrada durante três noites. Os morcegos capturados foram acondicionados em sacos de tecido numerados. Para cada indivíduo foi anotado o nome da espécie, a data e hora da captura, o lado da rede que foi capturado, a medida de comprimento de antebraço (mm), sexo, categoria etária, estágio reprodutivo e massa corporal. Os morcegos foram marcados pelo método de furos no dactilopatágio (“punch-marking”) (BONACCORSO & SMYTHE, 1972) para identificar de qual caverna pertenciam e foram soltos no próprio local somente no final da captura. Essa marcação foi escolhida, apesar de temporária, por não prejudicar os morcegos ou afetar seus comportamentos.

No máximo cinco machos e cinco fêmeas adultos de cada espécie foram mortos e preparados como material testemunho. Os animais foram mortos por inalação do anestésico halotano e preservados em meio líquido (álcool 70%) após fixação em formol 10%. Os espécimes foram depositados na Coleção Adriano Lúcio Peracchi (ALP), Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os demais indivíduos foram soltos ao fim da sessão após identificação e registro dos dados de campo. As coletas foram realizadas sob a licença de autorização para atividades com finalidade científica número 31989-2 (SISBIO) e pela autorização UC: 115/11 do Instituto Estadual de Floresta.

Foram consideradas espécies cavernícolas toda e qualquer espécie capturada no interior da cavidade natural, independentemente se foi ou não observada no interior destas durante o dia.

A ordem de citação de famílias e subfamílias e a nomenclatura adotada seguem NOGUEIRA *et al.* (2014).

## **2.5 - Análise dos dados**

### **2.5.1 – Variáveis ambientais das cavernas**

Nas análises dos parâmetros temperatura (TE) e umidade (UM) foram usadas as médias de temperatura e umidade relativa de cada caverna. Para comparar estes parâmetros com o

ambiente externo foi usado o teste *t* de Student (VIEIRA, 2008). Para comparar os valores de TE e UM das cavernas entre as estações sazonais foi usado o teste *t* pareado (VIEIRA, 2008). Para comparar esses parâmetros entre as cavernas foi utilizado o teste ANOVA e o teste *pos hoc* de Bonferroni. As análises foram feitas no programa PAST versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001).

### **2.5.2 - Variação na riqueza e abundância de morcegos cavernícolas**

Para identificar quais parâmetros analisados das cavernas são potencialmente responsáveis pela distribuição das espécies de morcegos, foi realizado a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (TER BRAAK, 1986). Para isso foi utilizado o software PCOrd 6.0 for Windows (McCUNE & MEFFORD, 2011) e PAST versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001). Para esta análise foram selecionadas 10 espécies mais abundantes do estudo.

Para a CCA foram organizadas duas matrizes, sendo que a matriz de espécies foi formada pelos dados de abundância das espécies em cada caverna, e a matriz de variáveis ambientais formada pelos parâmetros abióticos das cavernas: temperatura (TE), umidade relativa (UM), presença de água (AG), número de entradas (NE) e desenvolvimento horizontal (DH). Todas as espécies com número menor ou igual a dois indivíduos foram excluídas da análise. Os dados das matrizes foram transformados em  $\log_{10}$  (PALMER, 1993; TER BRAAK & VERDONSCHOT, 1995). Para testar se há relação entre a matriz ambiental e a matriz de espécies, empregou-se o teste de permutação de "Monte Carlo" com 999 permutações aleatórias (TER BRAAK & PRENTICE, 1988).

A aplicação desta técnica (CCA) tem demonstrado ser uma importante ferramenta na identificação das relações espécie - ambiente, permitindo inclusive classificar espécies em termos de suas preferências quanto ao habitat (TER BRAAK & PRENTICE, 1988). O diagrama de ordenação gerado por esta análise possibilita a visualização não apenas de um padrão de variação da comunidade de morcegos cavernícolas do PELG, mas também das principais características responsáveis pelas distribuições das espécies ao longo das características ambientais (TER BRAAK, 1987).

Desta forma, as espécies de morcegos e as cavernas aparecem no diagrama de ordenação como pontos correspondentes aos seus ótimos aproximados no espaço bidimensional. Variáveis ambientais aparecem como setas, indicando a direção do seu aumento no espaço de ordenação. O comprimento das setas é proporcional à sua importância na explicação da variância projetada no

eixo. As amostras (cavernas) tendem a ser dominadas pelas espécies que estão localizadas próximas a elas no espaço de ordenação. As posições das cavernas indicam a similaridade entre elas. Assim se pode analisar se cada espécie apresenta preferências por algum fator ambiental das cavernas em particular.

Para verificar quais parâmetros abióticos analisados nas cavernas influenciam a riqueza de espécies de morcegos, foi feita regressão linear simples (ZAR, 2010), utilizando o programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT. Inc., 2007).

Para avaliar se a perturbação antrópica do ambiente de entorno das cavernas afeta a riqueza e a diversidade de espécies foi realizado o teste ANOVA fatorial. Para cada caverna foi dado um índice antrópico (1 a 3), indicando o grau de degradação da área de entorno, sendo 1 o de menor degradação antrópica, ou seja, o mais conservado, e 3 o de maior degradação antrópica. Os dados da riqueza de cada cavidade foram transformados em  $\log_{10}$ . As análises foram realizadas utilizando o programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT. Inc., 2007).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Variáveis ambientais das cavernas

O desenvolvimento horizontal das dez cavernas variou entre 20 m (Lapa do Pedalinho) e 2800 m (Lapa Grande). Durante o estudo, as dez cavernas apresentaram TE média entre 19,2–23,8°C e UM média entre 54,6–83,6% (Tabela 4). No geral, a UM média das cavernas foi maior do que no ambiente externo ( $t = 2,60$ ;  $p = 0,01$ ), e a TE média foi menor do que a do ambiente externo ( $t = -5,33$ ;  $p = 0,0003$ ), independente da época do ano. Portanto, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa, a temperatura interna é menor e a umidade relativa interna maior que no ambiente externo.

**Tabela 4** - Parâmetros bióticos e abióticos analisados nas 10 cavernas inventariadas no PELG, Montes Claros, MG. UM: umidade relativa média; TE: temperatura média; AG: presença ou ausência de água; NE: número de entradas; DH: desenvolvimento horizontal; IA: índice antrópico.

Cavernas	Riqueza	UM(%)	TE(°C)	AG	NE	DH (m)	IA
Lapa Grande (LG)	10	65,3(±2,4)	20,7(±2,4)	1	3	2800	1
Lapa Boqueirão da Nascente (BN)	7	66,6(±6,4)	22,5(±2,7)	1	1	900	1
Lapa D'água (LD)	6	63,5(±4,8)	22,7(±2,4)	1	2	1230	1
Lapa dos Cristais (LC)	5	64,5(±15,2)	23,8(±4,8)	1	2	400	1
Lapa dos Morcegos (LM)	5	67,1(±5,1)	19,2(±1,2)	0	2	50	2
Lapa do Sufoco I (LSI)	4	73,3(±8,0)	21,00(±1,5)	1	1	100	2
Lapa da Ossada (LO)	4	70,3(±6,4)	23,8(±1,1)	0	1	200	1
Lapa do Paredão (LPA)	3	54,6(±11,9)	20,9(±1,9)	0	1	30	3
Lapa da Chica Doida (LCD)	2	80,8(±4,5)	19,8(±0,8)	1	1	100	3
Lapa do Pedalinho (LP)	2	83,6(±8,8)	22,7(±1,1)	1	1	20	3

As cavernas analisadas são consideradas cavernas frias, em que o ambiente cavernícola se torna um ambiente um pouco mais ameno que o ambiente externo, sendo que nessas cavernas a temperatura interna é geralmente um reflexo da temperatura anual média da superfície (MAST) (POULSON & WHITE 1969; LUETSCHER *et al.*, 2008). Em áreas onde há pouca flutuação no MAST, como em regiões tropicais, as temperaturas das cavernas ficam sempre próximas do MAST, com pouca variação (LUETSCHER & JEANNIN, 2004).

A maioria das cavernas estudadas apresenta grandes entradas, sendo a maioria de baixo nível de complexidade, ou seja, apresentam poucos túneis, possibilitando maior circulação de ar e sofrendo maior influência externa. A influência das condições climáticas externas pode se estender por vários metros adentrando as cavernas que têm córregos ou fluxo de ar (CROPLEY, 1965).

A TE no interior das cavernas variou entre as estações seca e chuvosa, apresentando maior valor durante estação chuvosa ( $t = -5,75$ ;  $p = 0,0002$ ), quando ocorre as mais altas temperaturas na região, mostrando a influência do ambiente externo no microclima das cavernas. A UM nas cavernas não variou significativamente entre as estações ( $t = -2,06$ ;  $p = 0,07$ ). A variação anual na temperatura e umidade das cavernas normalmente resulta de vários fatores, não somente do clima do ambiente externo, mas também do número, tamanho e posição das entradas, fluxo de ar e de água (PERRY, 2013). A não variação sazonal da UM no interior das cavernas do PELG pode ser explicada pelo forte potencial hídrico da região que serve de fonte de abastecimento de água de parte do município de Montes Claros. Na época seca, apesar da redução do volume de água nos lençóis freáticos, sempre existe água subterrânea, assim a umidade do solo parece ser mantida constante nas cavernas ao longo do ano.

Entre as cavernas houve diferença significativa na TE ( $F = 4,11$ ,  $p = 0,005$ ), sendo  $LC > LM$  ( $p=0,02$ ),  $LO > LM$  ( $p=0,01$ ) e  $LO > LCD$  ( $p=0,04$ ), e também na UM ( $F= 3,47$ ,  $p = 0,01$ ), sendo  $LCD > LPA$  ( $p=0,02$ ) e  $LP > LPA$  ( $p=0,01$ ), portanto algumas cavernas são mais quentes e mais úmidas que outras. Esta variação temporal e espacial da temperatura e umidade entre e dentro de cavernas é muito maior do que geralmente se supõe, mesmo uma pequena variação pode ter grande impacto sobre a fauna cavernícola (WILSON, 1975), incluindo morcegos (HALL, 1982; PROUS *et al.*, 2015). Portanto, esta variação das condições microclimáticas entre as cavernas pode criar uma maior diversidade de locais de abrigo (BRUNET & MEDELLÍN, 2001), que podem atrair maior número de espécies de morcegos.

Em geral, as características microclimáticas das cavernas podem ser muito variadas, as diferenças entre o microclima interno e o externo são proporcionadas pela estrutura física da caverna, que pode variar dependendo de quanto as cavernas estão isoladas do ambiente circundante. Características estruturais das cavernas, como a circulação de ar no interior, o número de entradas, comprimento, número de câmaras, presença de água e outros, são em grande parte responsáveis por definir o microclima de cada caverna (TUTTLE & STEVENSON, 1977).

A combinação destas características pode definir se uma caverna será ou não utilizada por morcegos como abrigo, assim como quais as espécies que poderão ocupá-la, dependendo dos requisitos de cada espécie (BAUDINETTE *et al.*, 1994; KUNZ, 1982; TUTTLE E STEVENSON, 1977).

### 3.2 - Variação na abundância e riqueza de morcegos

Dezoito espécies de morcegos foram identificadas usando as dez cavernas estudadas no PELG. A riqueza variou de duas espécies na LCD e LP, e 10 espécies na LG (Tabela 5).

**Tabela 5** - Espécies de morcegos capturados em 10 cavernas do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, MG.

Família/ Subfamília	Espécie	LG	BN	LD	LC	LM	LS I	LO	LPA	LCD	LP	Total
<b>Phyllostomidae/ Micronycterinae</b>	<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	2
<b>Phyllostomidae/ Desmodontinae</b>	<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	8	–	12	2	22	–	–	–	–	–	44
	<i>Diaemus youngii</i> (Jentink, 1893)	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
	<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	4
<b>Phyllostomidae/ Phyllostominae</b>	<i>Mimon bennettii</i> (Gray, 1838)	1Rc	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1
	<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
	<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
<b>Phyllostomidae/ Glossophaginae</b>	<i>Anoura caudifer</i> (É. Geoffroy, 1818)	2	3	–	–	–	–	–	1	–	–	6
	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	–	102(2R)	37	–	–	–	–	–	–	–	139
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	4	1	–	–	5	5	–	–	–	8	23
<b>Phyllostominae/ Lonchophyllinae</b>	<i>Lionycteris spurrelli</i> Thomas, 1913	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
	<i>Lonchophylla dekeyseri</i> Taddei, Vizotto & Sazima, 1983	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	2
<b>Phyllostomidae/ Carollinae</b>	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	15	8(1Rc)	–	9	6	12	–	3	4	5	62
<b>Phyllostomidae/ Stenodermatinae</b>	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	–	14	1	–	–	–	19	–	–	–	34
	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	–	6	–	1	4	–	1	–	–	–	12
	<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
<b>Vespertilionidae/ Myotinae</b>	<i>Myotis lavalii</i> Moratelli, Peracchi, Dias & Oliveira, 2011	1	2	3	3	–	–	3	1	–	–	13
	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
<b>Nº de indivíduos</b>		<b>41</b>	<b>137</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>353</b>
<b>Nº de espécies</b>		<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>18</b>

LG – Lapa Grande, BN – Boqueirão da Nascente, LD – Lapa D'água, LC – Lapa dos Cristais, LM – Lapa do Morcego, LS I – Lapa do Sufoco I, LO – Lapa da Ossada, LPA – Lapa do paredão, LCD – Lapa da Chica Doida, LP – Lapa do Pedalinho. Rc – recaptura de indivíduo já registrado em outra caverna; R – recaptura de indivíduo já registrado na mesma caverna.

Na CCA os autovalores para os dois primeiros eixos de ordenação canônica que foram significativos foram 0,474 e 0,260, com primeiro eixo explicando 53,35% ( $p=0,02$ ) da variância total dos dados e o segundo 29,35% ( $p=0,02$ ). O teste de permutação de Monte Carlo indicou uma relação significativa entre as matrizes ( $p=0,03$ ), indicando que os parâmetros analisados das cavernas explicam parte das variações da abundância das espécies de morcegos nas cavernas inventariadas no PELG.

O eixo 1 apresentou maior correlação positiva com a temperatura (TE) (Tabela 6), que caracterizou as cavernas BN e LO, e que as espécies *Myotis lavalii* (Ml), *Artibeus planirostris* (Ap), *Anoura geoffroyi* (Ag) e *A. caudifer* (Ac) foram positivamente associadas (Figura 10). O eixo 2 foi positivamente relacionado com o NE, DH e AG (Tabela 6) e caracterizou as cavernas LG e LD, onde se observou associação das três espécies hematófagas, *Desmodus rotundus* (Dr), *Diphylla ecaudata* (De) e *Diaemus youngii* (Dy). Em oposição, projeta-se negativamente ao eixo 2 a variável UM, que caracterizou as cavernas LP, LSI e LCD, onde se observou maior abundância de *G. soricina* (Gs) e *C. perspicillata* (Cp). *Platyrrhinus lineatus* (Pl) e as cavernas LPA e LC, localizando-se na região mais central do diagrama, mostrando-se pouco influenciadas pelos parâmetros analisados.

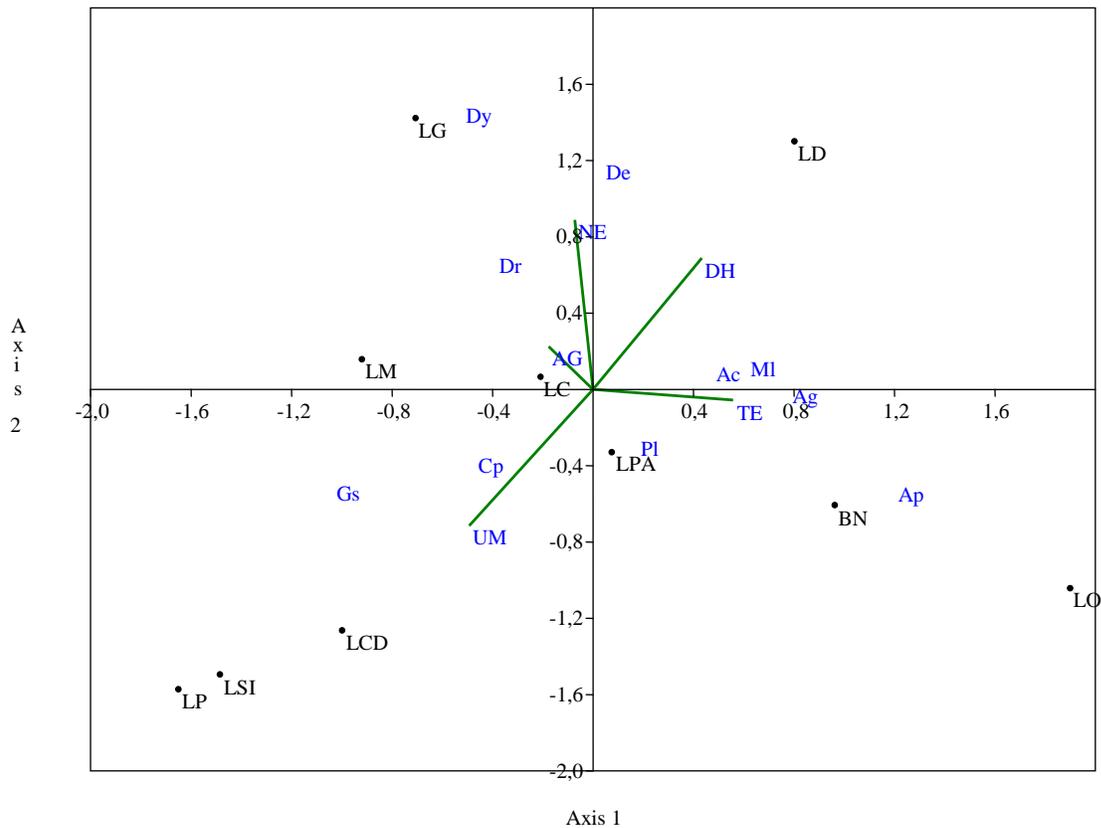
O parâmetro AG apresentou baixa correlação com os eixos 1 e 2 (Tabela 6), não parecendo ser um fator importante para riqueza e abundância de morcegos nas cavernas da área de estudo. Devido à região ser conhecida por ter forte potencial hídrico, acredita-se que mesmo em cavernas secas aparentemente, há sempre a presença de água subterrânea nas proximidades, mantendo a umidade do solo sempre constante de modo que a umidade no interior das cavernas não varia com a sazonalidade na região.

**Tabela 6** - Coeficiente de correlação da CCA entre os dois primeiros eixos da ordenação e os parâmetros abióticos das 10 cavernas inventariadas no PELG, Montes Claros, MG.

Variáveis ambientais	Eixo 1	Eixo 2
UM	- 0,367	- 0,806
TE	0,663	- 0,183
AG	- 0,051	0,308
NE	- 0,349	0,860
DH	0,374	0,715

UM: umidade, TE: temperatura, AG: água, NE: número de entradas, DH: desenvolvimento horizontal.

O eixo 1, com maior correlação positiva com a TE, foi o que mais explicou a distribuição das espécies nas cavernas estudadas, formando um gradiente de temperatura da esquerda para a direita. Vários estudos têm apontado que o perfil térmico dos abrigos afeta os gastos energéticos dos morcegos, e que a distribuição de abrigos adequados podem realmente limitar a distribuição de algumas espécies (CHURCHILL, 1991; ARLETTAZ *et al.*, 2000; BAUDINETTE *et al.*, 2000). Além disso, a temperatura foi identificada como o fator físico mais importante na seleção do abrigo por morcegos, tanto espécies de regiões temperadas (KUNZ, 1973; McNAB, 1974; HAMILTON & BARCLAY, 1994; RODRIGUES & PALMEIRIM, 2008; JOHNSON & LACKI, 2014) quanto para espécies tropicais e subtropicais (McCRACKEN & GUSTIN, 1991; BONACCORSO *et al.*, 1992; ARITA & VARGAS, 1995; AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004; RODRÍGUEZ-DURÁN, 1995; RODRÍGUEZ-DURÁN & SOTO-CENTENO, 2003; SILVA, 2013). A maioria dos casos de especificidade de abrigo estão relacionados com a otimização de vários processos fisiológicos para o qual a temperatura tem um papel fundamental (AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004).



**Figura 10** - Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da CCA de 10 espécies de morcegos e os parâmetros abióticos das 10 cavernas amostradas no PELG, Montes Claros, MG. Ag: *Anoura geoffroyi*, Cp: *Carollia perspicillata*, Dr: *Desmodus rotundus*, Ap: *Artibeus planirostris*, Gs: *Glossophaga soricina*, Pl: *Platyrrhinus lineatus*, MI: *Myotis lavalii*, Ac: *Anoura caudifer*, Dy: *Diaemus youngii*, De: *Diphylla ecaudata*. Os pontos são as cavernas inventariadas. As setas são os parâmetros abióticos das cavernas, UM: umidade relativa, TE: temperatura, AG: água, NE: número de entradas e DH: desenvolvimento horizontal.

No gráfico de ordenação, as três espécies hematófagas mostraram maior associação com o NE, e foram mais abundantes na caverna LG, única caverna onde as três espécies coocorreram. *Desmodus rotundus*, a espécie mais abundante entre as três e amostrada em um maior número de cavernas, foi capturada em quatro cavernas que possuem duas ou três entradas, com temperatura média de 20,8°C e umidade relativa média de 65%.

No Brasil, em abrigos naturais e artificiais usados por *D. rotundus* foram encontradas temperaturas médias entre 13°C–25°C (McNAB, 1969; ALENCAR, 1977; ALMEIDA *et al.*, 2002). No México, esta espécie foi encontrada em cavernas com temperatura média menor que 22°C (AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004). Estudos de comportamento de *D. rotundus* em cativeiro mostraram que esta espécie não tem uma boa tolerância a temperaturas acima de 27°C e

que a perda de água por evaporação se deu em temperatura acima de 23°C e umidade relativa em 40% (WIMSATT & GUERRIERE, 1961; WIMSATT, 1962). Em alguns espécimes desta espécie a temperatura corporal declinou quando a temperatura ambiente caiu abaixo de 20°C (McFARLAND & WIMSATT, 1969), outros já mantiveram a temperatura do corpo normal a temperaturas ambientes próximas a 10°C (McNAB, 1969), ocorrendo muita variação de um indivíduo para o outro. No geral, apesar desta variação encontrada para a espécie, *D. rotundus* possui baixa e instável taxa metabólica e conseqüentemente baixa capacidade de termorregulação, sendo muito sensível à temperatura ambiente (McNAB, 1969; SORIANO *et al.*, 2002). Desta forma, parecem ter uma faixa mais estreita de tolerância de temperatura (STONES & WIEBERS, 1965) e o comportamento gregário da espécie (TRAJANO, 1996) é uma característica importante se a temperatura do abrigo for muito baixa.

Sendo uma das espécies mais comuns em cavernas (TRAJANO, 1985; TRAJANO & GIMENEZ, 1998; BREDT *et al.*, 1999; TALAMONI *et al.*, 2013), é provável que *D. rotundus* possua baixa especificidade de abrigo, considerando que abrigos ideais existem em número limitado (TUTTLE & STEVENSON, 1977). Porém, levando em consideração suas características fisiológicas, em uma área com grande disponibilidade e diversidade de abrigos, como o PELG, a espécie pode selecionar o abrigo ideal para reduzir seu gasto energético.

A preferência de *D. rotundus* neste estudo por cavernas com maior número de entradas e com temperaturas baixas pode ser decorrente de sua baixa tolerância a ambientes muito quentes, comuns no Cerrado, levando à busca por abrigos com temperaturas mais amenas. Um dos fatores que afeta a faixa de temperatura das cavernas é o fluxo de ar (McNAB, 1974), portanto cavernas com maior número de entradas são mais ventiladas, havendo maior troca com o ambiente externo (TUTTLE & STEVENSON, 1977), não aprisionando o calor metabólico gerado pelos próprios morcegos. Além disso, cavernas com maior número de entradas dão mais possibilidades de acesso às cavernas.

*Carollia perspicillata* e *G. soricina* apresentaram escolha de cavernas similares, sendo as espécies que mais coocorreram. No gráfico de ordenação, ambas foram associadas à variável UM e negativamente associadas à TE, ou seja, mais abundantes em cavernas mais úmidas e menos quentes. Ambas foram encontradas em cavernas com temperatura média de 21°C e umidade relativa média de 70%. No México, *G. soricina* foi observada em cavernas com temperatura entre 24°C–27°C e umidade relativa entre 70%–94% e *C. perspicillata* entre 19°C–26°C e 92%–98%

(McNAB, 1969). Também no México, ambas foram observadas em cavernas com temperatura média menor que 22°C e umidade relativa média maior que 95% (AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004) e em cavidades de árvores com umidade maior que 85% (ORTIZ-RAMÍREZ *et al.*, 2006). Estas espécies são muito comuns em habitat de floresta úmida, talvez indicando uma preferência por se abrigar em cavernas mais úmidas em outros tipos de habitat. A umidade é também um importante fator ambiental para os morcegos devido suas elevadas taxas de perda de água por evaporação (STUDIER, 1970). Quanto maior a umidade do abrigo menor a taxa de perda de água para o morcego (WEBB *et al.*, 1995). Alguns estudos apontam que a umidade relativa também é um fator de seleção de abrigo (CHURCHILL *et al.*, 1997; BRUNET & MEDELLÍN, 2001)

Apesar de *G. soricina* ser uma espécie nectarívora, sua taxa metabólica e sua termorregulação são semelhantes às de *C. perspicillata*, que é uma espécie frugívora (McNAB, 1969; AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004). Isso pode indicar que possuem requisitos semelhantes na escolha de abrigos ideais. Estas espécies se posicionaram do lado oposto ao parâmetro DH, indicando maior abundância nas cavernas menores. As cavernas menores do PELG, tais como LP, LSI e LCD apresentam pequenas aberturas, o que diminui a troca com o ambiente externo e mantendo uma maior umidade relativa no interior.

*Myotis lavalii*, apesar de apresentar pouca abundância no estudo, mostrou associação positiva com o parâmetro TE, ou seja, foi coletada em cavernas mais quentes. A espécie foi coletada em seis cavernas com temperatura média de 23,2°C e a umidade relativa média de 66%. A espécie já foi encontrada em abrigos como telhados, prédios abandonados e cavernas, mas sem formar grandes agregações (WILLIG, 1983; NOGUEIRA *et al.*, 2015), o que foi evidenciado também no PELG.

Por ser uma espécie recentemente descrita, pouco se conhece sobre sua biologia e fisiologia. Porém, sendo um morcego insetívoro tropical, provavelmente possui taxa metabólica baixa e não são bons reguladores de temperatura, o que é comum nesse grupo (McNAB, 1969; 1989). *Myotis nigricans*, espécie similar a *M. lavalii*, mantêm a temperatura do corpo muito próxima a do ambiente (STUDIER & WILSON, 1970), sendo muito dependente da temperatura ambiente. *Myotis lavalii*, que ocorre preferencialmente em formações vegetais semiáridas e savanas (MORATELLI & WILSON, 2013; NOGUEIRA *et al.*, 2015), está adaptado em ambientes mais quentes e de mais baixa umidade relativa, portanto, pode preferir se abrigar em

cavernas com maiores temperaturas e menor umidade relativa, reduzindo o custo energético na termorregulação. Segundo AVILA-FLORES & MEDELLÍN (2004), espécies coletadas em zonas xerofíticas e florestas decíduas tropicais, no México, foram também observadas em abrigos mais secos, enquanto espécies encontradas em abrigos mais úmidos habitavam florestas úmidas. Assim, a umidade relativa do abrigo selecionado pelas espécies pode refletir a umidade relativa do ambiente externo em que as espécies costumam habitar.

Espécies de morcegos insetívoros que vivem em habitats mais áridos são adaptadas fisicamente a estes ambientes, possuem rins mais adaptados para retenção da água, possuindo uma urina muito concentrada (CARPENTER, 1969; GELUSO *et al.*, 1978). Mais estudos são necessários para confirmar se a espécie *M. lavalii* possui especificidade na escolha do abrigo.

*Anoura geoffroyi* e *A. caudifer* também foram associadas positivamente com a TE no gráfico de ordenação, mostrando que estas espécies foram mais abundantes em cavernas mais quentes, onde a temperatura média foi 22,7°C e 21,9°C, respectivamente. McNAB (1969) encontrou *A. caudifer* em abrigos com temperatura entre 19°C–27°C.

Os morcegos nectarívoros são conhecidos por serem restritos a climas quentes, ter alta taxa metabólica e por manter alta e sempre constante a temperatura do corpo (McNAB, 1969; 1989; ARENDS *et al.*, 1995; SORIANO *et al.*, 2002). Por isso, essas espécies têm um alto custo energético para manter suas funções fisiológicas e a escolha do abrigo pode reduzir este gasto energético. Estudos em cativeiro com três espécies de Glossophaginae mostraram que a taxa metabólica aumenta com a diminuição da temperatura ambiente (ARENDS *et al.*, 1995), ou seja, em temperaturas ambientes mais baixas há um maior gasto energético para manter a temperatura normal do corpo sempre alta. Portanto, o comportamento gregário e a escolha por cavernas mais quentes por *A. geoffroyi* e *A. caudifer* são vantajosas para as espécies, pois a temperatura do ar mais quente diminui os custos energéticos e a quantidade de energia requerida na termorregulação (ARENDS *et al.*, 1995). No presente estudo, somente *A. geoffroyi* apresentou comportamento gregário, mas sabe-se que esse comportamento também é comum em *A. caudifer* (TRAJANO, 1985).

Além das características do abrigo, características anatômicas das espécies também são importantes, podendo também favorecer o isolamento para reduzir a perda de calor, como densa pelagem, uropatágio reduzido, orelhas pequenas, pelos nos pés e dedos dos pés (SORIANO *et al.*, 2002), características presentes em *A. geoffroyi* e *A. caudifer*. Ambas as espécies são comuns em

cavernas (TRAJANO, 1985), porém faltam estudos que avaliem o microclima das cavernas onde são encontradas.

*Artibeus planirostris* também teve associação positiva a TE, sendo mais abundante em cavernas mais quentes, como a BN e LO, com temperatura média de 23,1°C. Apesar de representantes de Stenodermatinae terem preferência por se abrigarem em folhagens, esta espécie tem sido capturada em cavernas em áreas de Cerrado e Caatinga (SILVA *et al.*, 2001; SBRAGIA & CARDOSO, 2008; CHAVES *et al.*, 2012; SILVA, 2013; ALMEIDA, 2014). No México, *A. jamaicensis* e *A. lituratus*, espécies congêneres, foram encontradas usando abrigos com temperatura média de 22°C e 19°C, respectivamente (McNAB, 1969; AVILA-FLORES & MEDELLÍN, 2004). Entre os frugívoros, a espécie *A. lituratus* dependeu mais da temperatura ambiente, apesar de serem bons termorreguladores (STUDIER & WILSON, 1970). Portanto, se *A. planirostris* se comporta como seu congêneres, a escolha por cavernas mais quentes seria mais vantajosa por reduzir o gasto energético na termorregulação.

Apesar de várias espécies de morcegos terem requisitos específicos para abrigo (BAUDINETTE *et al.*, 2000), o oposto pode ser esperado para as espécies mais comuns, considerando que abrigos ideais existem em número limitado (TUTTLE & STEVENSON, 1977). As espécies analisadas aqui são espécies relativamente comuns em cavernas, exceto *M. lavalii*, para a qual não se tem muitas informações sobre uso de cavernas. Espécies comuns geralmente apresentam baixa especificidade de abrigo e são consideradas oportunistas, pois toleram uma ampla faixa de condições (KUNZ, 1982). Porém, os dados obtidos nesse estudo indicam que as distribuições das espécies foram influenciadas principalmente pela temperatura.

Embora a diferença de temperatura entre as cavernas estudadas seja pequena, os morcegos são capazes de detectar mudança na temperatura menor que 1°C (HALL, 1982; SEDGELEY, 2001). SEDGELEY (2001), analisando seleção de abrigo da espécie insetívora *Chalinolobus tuberculatus* Gray 1843 (Vespertilionidae) na Nova Zelândia, verificou que cavidades em árvores usadas por esta espécie eram mais quentes 0,5°C do que as árvores que nunca foram usadas por esses morcegos, e determinou que esta pequena diferença pudesse resultar em redução de gasto energético de 1,1 a 7,3% para a espécie.

As análises de regressão mostraram que existe uma relação positiva entre a riqueza de espécies e os parâmetros DH ( $R^2=0,68$ ,  $F=20,69$ ,  $p=0,001$ ) e NE ( $R^2=0,45$ ,  $F=8,42$ ,  $p=0,01$ ), mostrando que cavernas com maior desenvolvimento horizontal e maior número de entradas

abrigam maior número de espécies. Os resultados encontrados aqui suportam a observação de outros estudos em regiões tropicais e subtropicais (ARITA, 1996, LUO *et al.*, 2013; SILVA, 2013; BRUNET & MEDELLÍN, 2001; BU *et al.*, 2014) e corroboram com a hipótese que cavernas maiores abrigam maior riqueza de espécies. A maior complexidade estrutural de uma caverna de grande extensão pode influenciar no fluxo de ar através das passagens e este movimento afeta a temperatura e umidade relativa (MOORE & SULLIVAN, 1997). Estas flutuações microclimáticas variam com o tamanho da caverna, profundidade, com o tamanho e o número de entradas, com a presença de água parada ou água corrente na caverna. Portanto, cavernas maiores apresentam maior número de micro-habitats e uma grande variedade de condições microclimáticas, podendo abranger várias faixas de temperatura e umidade favoráveis para várias espécies de morcegos, favorecendo a coabitação (TWENTE, 1955; DWYER, 1971; BRUNET & MEDELLIN, 2001; PIKSA *et al.*, 2013).

Quanto ao número de entradas, o maior número pode facilitar o acesso às cavernas. Quando várias espécies, mesmo de diferentes guildas tróficas, ocupam a mesma caverna, a competição pelo lugar na caverna e acesso para entrada e saída torna-se uma possibilidade (RAWLINS, 2011). O número de entradas e as dimensões das mesmas podem restringir fisicamente o fluxo de morcegos durante os períodos de atividade e limitar o número de indivíduos em uma caverna (BATEMAN & VAUGHN, 1974; RANDALL & BRODERS, 2014). Além disso, RAWLINS (2011) observou que algumas espécies de morcegos não usaram as entradas das cavernas de forma aleatória, espécies diferentes usaram entradas diferentes para entrar ou sair da mesma caverna. Isto pode ser explicado pela posição da entrada na caverna e do tipo de voo de cada espécie. BRUNET & MEDELLÍN (2001) observaram também que a caverna que apresentou maior riqueza de espécies foi a única caverna com mais de uma entrada. Portanto, quanto maior o número de entradas maior a chance de várias espécies fazerem uso da mesma caverna.

O teste de regressão linear simples não apresentou significância para a relação de riqueza e temperatura ( $R^2=0,007$ ,  $F=0,05$ ,  $p=0,80$ ), porém analisando a CCA, onde se analisou fatores ambientais múltiplos, pode-se observar que o maior número de espécies foi associado à maior temperatura, que por sua vez, já foi registrado por outros estudos como um fator preponderante para o aumento da riqueza de espécies de morcegos (BRUNET & MEDELLÍN, 2001; SILVA, 2013).

Os resultados do teste ANOVA mostraram que houve diferença na riqueza de morcegos entre as cavernas com diferentes graus de degradação antrópica, indicando que o estado de conservação no entorno das cavernas influenciou na riqueza de espécies de morcegos ( $F=4,04$ ;  $p=0,026$ ). O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou que essa diferença foi significativa entre as cavernas que receberam o índice 1 e 3 ( $p=0,01$ ), mostrando maior riqueza nas cavernas mais conservadas, ou seja, de menor índice antrópico. SILVA (2013) também observou essa relação quando analisou 133 cavernas em Minas Gerais. Vários estudos mostram que a alteração e degradação do habitat no entorno dos locais de abrigo também causam impacto negativo sobre as populações de morcegos (McCRACKEN, 1989; SPEAKMAN *et al.*, 1991) e pode influenciar na seleção de abrigo de algumas espécies (LUO *et al.*, 2013; BU *et al.* 2015).

Claramente, as perturbações antrópicas representam a grande ameaça para as cavernas de modo geral, por se tratar de um habitat muito particular e frágil, considerado como um importante recurso não-renovável (GUNN *et al.*, 2000; KUENY & DAY, 2002). A manutenção da vegetação do entorno das cavernas, além de evitar a entrada excessiva de sedimentos para o interior da mesma, proporciona alimento para os morcegos associados às cavernas (PINTO-DA-ROCHA & SOSSEGOLO, 2001). Além disso, a retirada da vegetação afeta indiretamente no microclima das cavernas. Como a temperatura da caverna é influenciada pela temperatura anual média da superfície (MAST), a retirada da vegetação pode aumentar o MAST (LEWIS & WANG, 1998; PERRY, 2013), desta forma afetando toda a fauna cavernícola.

No presente estudo, as espécies atualmente consideradas ameaçadas *Lonchophylla dekeyseri*, *Lionycteris spurrelli* e *Diaemus youngii* foram capturadas em cavernas que apresentaram o entorno mais preservado, que são também as cavernas mais ricas em espécies.

A determinação de quais tipos de cavernas abriga uma maior riqueza de espécies de morcegos, apresenta grande relevância para a conservação das espécies e do patrimônio espeleológico brasileiro que vem sofrendo intensas pressões antrópicas. O presente trabalho e adicionais pesquisas relacionadas a uso de abrigo poderão gerar indicativos de cavidades naturais subterrâneas prioritárias para a conservação de morcegos em outras localidades do Cerrado. Uma vez identificadas, avaliações mais detalhadas de conservação deve, então, ser dirigida a estas áreas.

## 4 – CONCLUSÕES

As cavernas avaliadas se diferenciam em formas, dimensões e condições microclimáticas. Embora o microclima das cavernas seja influenciado pela temperatura ambiente, certamente o microclima é um pouco tamponado em relação ao ambiente externo, sendo o interior da caverna mais frio e mais úmido. Com base em suas características estruturais e microclimáticas, as cavernas do PELG são classificadas como cavernas frias.

A distribuição das espécies de morcegos cavernícolas no PELG possivelmente está associada aos parâmetros abióticos das cavernas, principalmente temperatura, que forma um gradiente onde as espécies respondem negativa e positivamente. Em área com grande disponibilidade de abrigo, as características estruturais e microclimáticas das cavernas podem levar à ocupação não aleatória das mesmas, podendo abrigar diferentes espécies com requisitos semelhantes na escolha de abrigo. Portanto, o estabelecimento das espécies de morcegos em cavernas pode ser interpretado como resultado multifatorial, incluindo fatores físicos, microclimáticos e biológicos. Assim, a composição de espécies de morcegos nos abrigos pode variar mesmo entre cavernas dentro de uma mesma região geográfica.

A riqueza de espécies possivelmente está associada ao desenvolvimento horizontal e ao número de entradas das cavernas. Além destes, as cavernas com o entorno mais conservado abrigaram um maior número de espécies de morcegos do que abrigos com entorno com maior perturbação antrópica, e espécies consideradas ameaçadas foram encontradas em abrigos com menor perturbação antrópica. Assim, o grau de preservação da área de entorno da caverna é também um determinante para a riqueza de morcegos.

Portanto, os possíveis determinantes ecológicos para a riqueza de morcegos em cavidades naturais subterrâneas no PELG podem ser o desenvolvimento horizontal, o número de entradas e a conservação da vegetação de entorno das cavernas. Cavernas com essas características e que abrigam espécies consideradas ameaçadas de extinção merecem uma maior atenção e investigação quanto sua diversidade de morcegos bem como elaboração de planos de recuperação, gestão e/ou conservação pelos órgãos ambientais responsáveis.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, O.A. 1977. **Aspectos biológicos e ecológicos do *Desmodus rotundus rotundus*, Chiroptera (E. Geoffroy,1810) no Nordeste do Brasil.** 88f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais.
- ALMEIDA, E.O.; MOREIRA, E.C.; NAVEDA, L.A.B. & HERRMANN, G.P. 2002. 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. DOI: 10.1590/S0102-09352002000200002.
- ALMEIDA, M.C. & CRUZ-NETO, A.P. 2011. Thermogenic capacity of three species of fruit-eating phyllostomid bats. **Journal of Thermal Biology**, 36(4): 225–231. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2011.03.005.
- ALMEIDA, S.F. 2014. **Diversidade e conservação de morcegos em uma região cárstica do Cerrado brasileiro: uma extraordinária riqueza de espécies em cavernas.** 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ARENDS, A.; BONACCORSO, F.J. & GENOUD, M. 1995. Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from a semiarid thorn forest in Venezuela. **Journal of Mammalogy**, 76(3): 947–956. DOI: 10.2307/1382765.
- ARITA, H.T. 1996. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. **Biological Conservation**, 76(2): 177–185. DOI: 10.1016/0006-3207(95)00105-0.
- ARITA, H.T. & VARGAS, J.A. 1995. Natural history, interspecific association, and incidence of the cave bats of Yucatan, Mexico. **The Southwestern Naturalist**, 40(1): 29–37.
- ARLETTAZ, R., RUCHET, C.; AESCHIMANN, J.; BRUN, E.; GENOUD, M. & VOGEL, P. 2000. Physiological traits affecting the distribution and wintering strategies of the bat *Tadarida teniotis*. **Ecology**, 81: 1004–1014. DOI: 10.1890/0012-9658.
- AVILA-FLORES, R. & MEDELLÍN, R.A. 2004. Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by Mexican bats. **Journal of Mammalogy**, 85(4): 675–68. DOI: 10.1644/BOS-127.
- BATEMAN, G.C. & VAUGHAN, T.A. 1974. Nightly activities of mormoopid bats. **Journal of Mammalogy**, 55(1): 45–65. DOI: 10.2307/1379256.
- BAUDINETTE, R.V.; WELLS, R.T.; SANDERSON, K.J. & CLARK, B.J. 1994. Microclimatic conditions in maternity caves of the bent-wing bat, *Miniopterus schreibersii*: an attempted restoration of a former maternity site. **Wildlife Research** 21(6): 607–619. DOI: 10.1071/WR9940607.

- BAUDINETTE, R.V.; CHURCHILL, S.K.; CHRISTIAN, K.A.; NELSON, J.E. & HUDSON, P.J. 2000. Energy, water balance, and roost environment in three Australian cave-dwelling bats. **Journal of Comparative Physiology B**, 170(5–6): 439–446. DOI: 10.1007/s003600000121.
- BETTS, B.J. 2010. Thermoregulatory mechanisms used in a maternity colony of Townsend's Big-Eared bats in Northeastern Oregon. **Northwestern Naturalist**, 91(3): 288–298. DOI: 10.1898/NWN09-40.1.
- BONACCORSO, F.J. & SMYTHE, N. 1972. Punch-Marking bats: An Alternative to Banding. **Journal of Mammalogy**, 53(2): 389–390. DOI: 10.2307/1379186.
- BONACCORSO, F.J.; ARENDS, A.; GENOUD, M.; CANTONI, D. & MORTON, T. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. **Journal of Mammalogy**, 73(2): 365–378. DOI: 10.2307/1382071.
- BREDT, A.; MAGALHÃES, E.D. & UIEDA, W. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(3): 731–770. DOI: 10.1590/S0101-81751999000300012.
- BRUNET, A.K. & MEDELLÍN, R.A. 2001. The species–area relationship in bat assemblages of tropical caves. **Journal of Mammalogy**, 82(4): 1114–1122. DOI: 10.1644/1545-1542(2001)082.
- BU, Y.; WANG, Y.; ZHANG, C.; LIU, W.; ZHOU, H.; YU, Y. & NIU, H. 2014. Geographical distribution, roost selection, and conservation state of cave-dwelling bats in China. **Mammalia**, DOI: 10.1515/mammalia-2014-0008.
- BU, Y.; WANG, M.; ZHANG, C.; ZHANG, H.; ZHAO, L.; ZHOU, H.; YU, Y. & NIU, H. 2015. Study of Roost Selection and Habits of a Bat, *Hipposideros armiger* in Mainland China. **Pakistan Journal of Zoology**, 47(1): 59–69.
- CARPENTER, R.E. 1969. Structure and function of the kidney and the water balance of desert bats. **Physiological Zoology**, 42(3): 288–302.
- CHAVES, P.M.R.; FRANCO, P.A.D. & PEREIRA, V.C.R. 2012. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em gruta de formação calcária localizada na Fazenda Cantinho, Município de Formosa – Goiás (GO). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 1(1): 8–28.
- CHRUSZCZ, B.J. & BARCLAY, R.M.R. 2002. Thermoregulatory ecology of a solitary bat, *Myotis evotis*, roosting in rock crevices. **Functional Ecology**, 16(1): 18–26. DOI: 10.1046/j.0269-8463.2001.00602.x.
- CHURCHILL, S.K. 1991. Distribution, abundance and roost selection of the orange horseshoe-bat, *Rhinonycteris aurantius*, a tropical cave-dweller. **Wildlife Research**, 18(3): 343–353. DOI: 10.1071/WR9910343.

- CHURCHILL, S.K; DRAPER, R. & MARAIS, E. 1997. Cave utilisation by Namibian bats: population, microclimate and roost selection. **South African Journal of Wildlife Research**, 27(2): 44–50.
- CROPLEY, J.B. 1965. Influence of surface conditions on temperatures in large cave systems. **Bulletin National Speleological Society**, 27(1): 1–10.
- CRUZ-NETO, A.P.; GARLAND JR., T. & ABE, A.S. 2001. Diet, phylogeny, and basal metabolic rate in phyllostomid bats. **Zoology**, 104(1): 49–58. DOI: 10.1078/0944-2006-00006.
- CRUZ-NETO, A.P. & JONES, K.E. 2006. Exploring the evolution of Basal Metabolic Rate in Bats. In: AKBAR, Z.; MCCRACKEN, G.F. & KUNZ, T.H. (Eds.). **Functional and Evolutionary Ecology of Bats**. New York: Oxford University Press. p. 55–89.
- DIXON, J.W. 2011. The role of small caves as bat hibernacula in Iowa. **Journal of Cave and Karst Studies**, 73(1): 21–27. DOI: 10.4311/jcks2010lsc0145.
- DWYER, P.D. 1971. Temperature regulation and cave-dwelling in bats: an evolutionary perspective. **Mammalia**, 35(3): 424–455. DOI: 10.1515/mamm.1971.35.3.424.
- EVELYN, M.J. & STILES, D.A. 2003. Roosting requirements of two frugivorous bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in fragmented Neotropical forest. **Biotropica**, 35(3): 405–418. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2003.tb00594.x.
- FENTON, M.B. 1997. Science and the conservation of bats. **Journal of Mammalogy**, 78(1): 1–14. DOI: 10.2307/1382633.
- FENTON, M.B.; RAUTENBACH, I.L.; SMITH, S.E.; SWANEPOEL, C.M.; GROSELL, J. & VAN JAARVELD, J. 1994. Raptors and bats: threats and opportunities. **Animal Behavior**, 48(1): 9–18. DOI: 10.1006/anbe.1994.1207.
- GELUSO, K.N. 1978. Urine concentrating ability and renal structure of insectivorous bats. **Journal of Mammalogy**, 59(2): 312–323. DOI: 10.2307/1379915.
- GUNN, J.; HARDWICK, P. & WOOD, P.J. 2000. The invertebrate community of the Peak-Speedwell Cave system, Derbyshire, England: pressures and considerations for conservation management. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 10(5): 353–369. DOI: 10.1002/1099-0755(200009/10)10.
- HALL, L.S. 1982. The effect of cave microclimate on winter roosting behaviour in the bat, *Miniopterus schreibersii blepotis*. **Australian Journal of Ecology**, 7(2): 129–136. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1982.tb01586.x.
- HAMILTON, I.M. & BARCLAY, R.M.R. 1994. Patterns of daily torpor and day-roost selection by male and female big brown bats (*Eptesicus fuscus*). **Canadian Journal of Zoology**, 72(4): 744–749. DOI: 10.1139/z94-100.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. Palaeontological Statistics software package for education and analysis. **Palaentologia Electronica**, 4(1): 1–9.

HUTSON, A.M.; MICKLEBURGH, S.P. & RACEY, P.A. 2001. **Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan**. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. Oxford: Information Press. 258 p.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. 2014. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/instituicao/281?task=view>. Acesso em: 23 de agosto de 2014.

JOHNSON, J.S. & LACKI, M.J. 2014. Effects of reproductive condition, roost microclimate, and weather patterns on summer torpor use by a vespertilionid bat. **Ecology and Evolution**, 4(2): 157–166. DOI: 10.1002/ece3.913.

KNIGHT, T. & JONES, G. 2009. Importance of night roosts for bat conservation: roosting behaviour of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros*. **Endangered Species Research**, 8(1–2): 79–86. DOI: 10.3354/esr00194.

KUENY, J.A. & DAY, M.J. 2002. Designation of protected karstlands in Central America: a regional assessment. **Journal of Cave and Karst Studies**, 64(3): 165–174.

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

KUNZ, T.H. 1982. Roosting ecology of bats. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of Bats**. New York: Plenum Press. p. 1–55.

KUNZ, T.H. & LUMSDEN, L.F. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. In: KUNZ, T. H. & FENTON, M. B. (Eds.). **Bat Ecology**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 1–56.

LEWIS, S.E. 1996. Low roost-site fidelity in pallid bats: associated factors and effect on group stability. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 39(5): 335–344. DOI: 10.1007/s002650050298.

LEWIS, T.J. & WANG, K. 1998. Geothermal evidence for deforestation induced warming: Implications for the climate impact of land development. **Geophysical Research Letters**, 25(4): 535–538. DOI:10.1029/98GL00181.

LUETSCHER, M. & JEANNIN, P. 2004. Temperature distribution in karst systems: the role of air and water fluxes. **Terra Nova**, 16(6): 344–350. DOI:10.1111/j.1365- 3121.2004.00572.x.

LUETSCHER, M.; LISMONDE, B. & JEANNIN, P. 2008. Heat exchanges in the heterothermic zone of a karst system: Monlesi cave, Switzerland. **Journal of Geophysical Research**, 113: 1–13. DOI: 10.1029/2007JF000892.

- LUO, J.; JIANG, T.; LU, G.; WANG, L.; WANG, J. & FENG, J. 2013. Bat conservation in China: should protection of subterranean habitats be a priority? **Fauna & Flora International, Oryx**, 47(4): 526–531. DOI: 10.1017/S0030605311001505.
- McCRACKEN, G.F. 1989. Cave Conservation: Special Problems of Bats. **National Speleological Society Bulletin**, 51: 49–51.
- McCRACKEN, G.F. & GUSTIN, M.K. 1991. Nursing behavior in Mexican free-tailed bat maternity colonies. **Ethology**, 89(4): 305–321. DOI: 10.1111/j.1439-0310.1991.tb00376.x.
- McCRACKEN, G.F.; LUMSDEN, L.F. & KUNZ, T.H. 2006. 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.
- McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 6.0.
- McFARLAND, W.N. & WIMSATT, W.A. 1969. Renal function and its relation to the ecology of the vampire bat, *Desmodus rotundus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 28(3): 985–1006. DOI: 10.1016/0010-406X(69)90543-X.
- McNAB, B.K. 1969. The economics of temperature regulation in neotropical bats. **Comparative Biochemistry Physiology**, 31(2): 227–268. DOI: 10.1016/0010-406X(69)91651-X.
- McNAB, B.K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. **Ecology**, 55(5): 943–958. DOI: 10.2307/1940347.
- McNAB, B.K. 1982. Evolutionary alternatives in the physiological ecology, of bats, In: KUNZ, T.H. (Eds.). **Ecology of Bats**. New York: Plenum Press. p. 151–200.
- McNAB, B.K. 1989. Temperature regulation and rate of metabolism in three Bornean bats. **Journal of Mammalogy**, 70(1): 153–161. DOI: 10.2307/1381678.
- McNAB, B.K. 1992. Energy expenditure: a short history. In: TOMASI, T.E. & HORTON, T.H. (Eds.). **Mammalian energetics: Inter-disciplinary views of metabolism and reproduction**. Ithaca: Cornell University Press. p. 1–15.
- McNAB, B.K. 2002. **The Physiological ecology of vertebrates: a view from energetics**. Ithaca: Cornell University Press. 576 p.
- MOORE, G. W. & SULLIVAN, N. 1997. **Speleology: caves and the cave environment**. 3<sup>o</sup> ed. St. Louis: Cave Books. 176 p.
- MORATELLI, R. & WILSON, D.E. 2013. Distribution and natural history of *Myotis lavalii* (Chiroptera, Vespertilionidae). **Journal of Mammalogy**, 94(3): 650–656. DOI: 10.1644/12-MAMM-A-257.1.

MURRAY, S.W & KUNZ, T.H. 2005. Bats. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (Eds.). **Encyclopedia of Caves**. Burlington: Elsevier Academic Press. p. 39–45.

NOGUEIRA, M.R.; LIMA, I.P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V.C.; GREGORIN, R. & PERACCHI, A.L. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, 10(4): 808–821. DOI: 10.15560/10.4.808.

NOGUEIRA, M.R.; POL, A.; PESSOA, L.M.; OLIVEIRA, J.A. & PERACCHI, A.L. 2015. Small mammals (Chiroptera, Didelphimorphia, and Rodentia) from Jaíba, middle Rio São Francisco, northern Minas Gerais State, Brazil. **Biota Neotropica**, 15(2): 1–18. DOI: 10.1590/1676-06032015012614.

ODUM, E.P. & BARRETT, G.W. 2008. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: CENGAGE Learning. 612 p.

ORTIZ-RAMÍREZ, D.; LORENZO, C.; NARANJO, E.; LEÓN-PANIAGUA, L. 2006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) in the Lacandon Forest, Chiapas, Mexico. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, 77(2): 261–270.

PALMER, M.W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology**, 74(8): 2215–2230. DOI: 10.2307/1939575.

PECK, S.; RUÍZ-BALIÚ, A. & GONZÁLEZ, G.F.G. 1998. The cave-inhabiting beetles of Cuba (Insecta: Coleoptera): diversity, distribution and ecology. **Journal of Caves and Karst Studies**, 60(3): 156–166.

PEREIRA, A.M. & ALMEIDA, M.I.S. 2004. **Leituras geográficas sobre o Norte de Minas Gerais**. Montes Claros: editora Unimontes. 130 p.

PERRY, R.W. 2013. A review of factors affecting cave climates for hibernating bats in temperate North America. **Environment Reviews**, 21: 28–39. DOI: 10.1139/er-2012-0042.

PIKSA, K.; NOWAK, J.; ZMIHORSKI, M. & BOGDANOWICZ, W. 2013. Nonlinear distribution pattern of hibernating bats in caves along an elevational gradient in mountain (Carpathians, Southern Poland). **PLoS ONE**, 8(7): e68066. DOI: 10.1371/journal.pone.0068066.

PINTO-DA-ROCHA, R. & SOSSEGOLO, G.C. 2001. Estudo da fauna da gruta de São Miguel I, Serra da Bodoquena (MS), como subsídio para o plano de manejo. In: ROCHA, L.F.S.; OLIVEIRA, K.L. & SESSEGOLO, G.C. (Eds.). **Conservando cavernas: 15 anos de espeleologia**. Curitiba: GEEP-Açungui. p.123-134.

POULSON, T.L. & WHITE, W.B. 1969. The cave environment. **Science**, 165(3897): 971–981. DOI: 10.1126/science.165.3897.971.

- PROUS, X.; FERREIRA, R.L. & JACOBI, C.M. 2015. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave. **International Journal of Speleology**, 44(2): 177–189. DOI: 10.5038/1827-806X.44.2.7.
- RAESLY, R.L. & GATES, J.E. 1987. Winter habitat selection by north temperate cave bats. **American Midland Naturalist**, 118(1): 15–31. DOI: 10.2307/2425624.
- RANDALL, J. & BRODERS, H.G. 2014. Identification and Characterization of Swarming Sites used by Bats in Nova Scotia, Canada. **Acta Chiropterologica**, 16(1): 109–116.
- RAWLINS, A.M.G. 2011. **Dinámica de uso de cuevas por murciélagos cavernícolas de zonas áridas y semiáridas del norte de Venezuela e Islas Vecinas**. 147f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Centro de Estudios Avanzados, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, M.S. & ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Brasília: Embrapa – CPAC. p. 89–166.
- RODRIGUES, L. & PALMEIRIM, J.M. 2008. Migratory behaviour of the Schreiber’s bat: when, where and why do cave bats migrate in a Mediterranean region? **Journal of Zoology**, 274(2): 116–125. DOI: 10.1111/j.1469-7998.2007.00361.x.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. 1995. Metabolic rates and thermal conductance in four species of neotropical bats roosting in hot caves. **Comparative Biochemistry Physiology**, 110(4): 347–355. DOI: 10.1016/0300-9629(94)00174-R.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. & SOTO-CENTENO, J.A. 2003. Temperature selection by tropical bats roosting in caves. **Journal of Thermal Biology**, 28: 465–468. DOI: 10.1016/S0306-4565(03)00046-9.
- SÁ-JÚNIOR, A.; CARVALHO, L.G.; SILVA, F.F. & ALVES, M.C. 2012. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, 108(1–2): 1–7. DOI: 10.1007/s00704-011-0507-8.
- SBRAGIA, I.A. & CARDOSO, A. 2008. Quiroptero fauna (Mammalia: Chiroptera) cavernícola da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, 14(1): 360–365.
- SEDGELEY, J.A. & O’DONNELL, C.F.J. 1999. Roost selection by the long tailed bat, *Chalinobolus tuberculatus*, in temperate New Zealand rainforest and its implications for the conservation of bats in managed forests. **Biological Conservation**, 88(2): 261–276. DOI: 10.1016/S0006-3207(98)00069-X.
- SEDGELEY, J.A. 2001. Quality of cavity microclimate as a factor influencing selection of maternity roosts by a tree-dwelling bat, *Chalinobolus tuberculatus*, in New Zealand. **Journal of Applied Ecology**, 38(2): 425–438. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2001.00607.x.
- SILVA-TABOADA, G. 1979. **Los murciélagos de Cuba**. Havana: Editorial Academia. 423 p.

- SILVA, S.S.P.; GUEDES, P.G. & PERACCHI, A.L. 2001. Levantamento preliminar dos morcegos do Parque Nacional de Ubajara (Mammalia, Chiroptera), Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(1): 139–144. DOI: 10.1590/S0101-81752001000100015.
- SILVA, L.H.D. 2013. **Caracterização da fauna de quirópteros (Chiroptera, Mammalia) em diferentes áreas na região cárstica de Minas Gerais – Brasil**. 34f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SORIANO, P.J.; RUIZ, A. & ARENDS, A. 2002. Physiological responses to ambient temperature manipulation by three species of bats from Andean cloud forests. **Journal of Mammalogy**, 83(2): 445–457. DOI: 10.1644/1545-1542.
- SPEAKMAN, J., WEBB, P. AND RACEY, P. 1991. Effects of disturbance on the energy expenditure of hibernating bats. **The Journal of Applied Ecology**, 28(3): 1087-1104. DOI: 10.2307/2404227.
- SPEAKMAN, J.R. & THOMAS, D.W. 2003. Physiological ecology and energetics of bats. In: KUNZ, T.H. & FENTON, M.B. (Eds.). **Bat Ecology**. Chicago: University of Chicago Press. p. 430–492.
- SPEAKMAN, J.R.; KRÓL, E. & JOHNSON, M.S. 2004. The functional significance of individual variation in basal metabolic rate. **Physiological Biochemical Zoology**, 77(6): 900–915. DOI: 10.1086/427059.
- STATSOFT, Inc. 2007. **STATISTICA (data analysis software system)**. Version 8.0. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STONES, R.C. & WIEBERS, J.E. 1965. Review of Temperature Regulation in Bats (Chiroptera). **American Midland Naturalist**, 74(1): 155–167. DOI: 10.2307/2423129.
- STUDIER, E.H. 1970. Evaporative water loss in bats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 35(4): 935–943. DOI: 10.1016/0010-406X(70)90087-3.
- STUDIER, E.H. & WILSON, D.E. 1970. Thermoregulation in some neotropical bats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 34(2): 251–262. DOI: 10.1016/0010-406X(70)90164-7.
- TALAMONI, S.A.; COELHO, D.A.; DIAS-SILVA, L.H. & AMARAL, A.S. 2013. Bat assemblages in conservation areas of a metropolitan region in Southeastern Brazil, including an important karst habitat. **Brazilian Journal of Biology**, 73(2): 309–319. DOI: 10.1590/S1519-69842013000200011.
- TER BRAAK, C.J.E, 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, 67(5): 1167–1179. DOI: 10.2307/1938672.

TER BRAAK, C.J.E. 1987. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetation**, 69(1–3): 69–77. DOI: 10.1007/BF00038688.

TER BRAAK, C.J.E. & PRENTICE, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. **Advances in Ecological Research**, 34: 236–282. DOI: 10.1016/S0065-2504(03)34003-6.

TER BRAAK, C.J.E. & VERDONSCHOT, P.E.M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. **Aquatic Sciences**, 57(3): 255–289. DOI: 10.1007/BF00877430.

TRAJANO, E. 1985. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2(5): 255–320. DOI: 10.1590/S0101-81751984000100001.

TRAJANO, E. 1995. Protecting caves for bats or bats for the caves? **Chiroptera Neotropical**, 1(2): 19–22.

TRAJANO, E. 1996. Movements of cave bats in Southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bats, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). **Biotropica**, 28(1): 121–129.

TRAJANO, E. & GIMENEZ, E.A. 1998. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new Record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, 33(2): 69–75. DOI: 10.1076/snfe.33.2.69.2156.

TRAVASSOS, L.E.P. 2010. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Tradição Planalto. 102 p. Disponível em: <[www.tradicaoplanalto.com.br](http://www.tradicaoplanalto.com.br)>

TUTTLE, M.D. & STEVENSON, D.E. 1977. Variation in the cave environment and its biological implications. In: ZUBER, R.; CHESTER, J.; GILBERT, S. & RHODES, D. (Eds.). **National Cave Management Symposium Proceedings**. Albuquerque: Adobe Press. p. 108–121.

TUTTLE, M.D. & STEVENSON, D.E. 1982. Growth and survival. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of bats**. New York: Plenum Press. p. 105–150.

TWENTE, J.W. 1955. Some aspects of habitat selection and other behaviour of cave-dwelling bats. **Ecology**, 36(4): 706–732. DOI: 10.2307/1931308.

VAN DER MEER, J. 2006. Metabolic theories in ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, 21(3): 136–140. DOI: 10.1016/j.tree.2005.11.004.

VELOSO, A.R. 2010. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado a caracterização do Parque Estadual da Lapa Grande**. 25f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Faculdade de Ciência Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho, Montes Claros.

VIEIRA, S. 2008. **Introdução à Bioestatística**. 4<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 345 p.

- WEBB, P.I.; SPEAKMAN, J.R. & RACEY, P.A. 1995. Evaporative water loss in two sympatric species of vespertilionid bat, *Plecotus auritus* and *Myotis daubentoni*: relation to foraging mode and implications for roost site selection. **Journal of Zoology**, 235: 269–278.
- WILDE, C.J.; KNIGHT, C.H. & RACEY, P.A. 1999. Influence of torpor on milk protein composition and secretion in lactating bats. **Journal of Experimental Zoology**, 284(1): 35–41. DOI: 10.1002/(SICI)1097-010X(19990615)284.
- WILLIG, M. R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatingas and Cerrado bat communities from northeast Brazil. **Bulletin of Carnegie Museum of Natural History**, 23:1–131.
- WILLIS, C.K.R. & BRIGHAM, R.M. 2007. Social thermoregulation exerts more influence than microclimate on forest roost preferences by a cavity dwelling bat. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 62(1): 97–108. DOI: 10.1007/s00265-007-0442-y.
- WILSON, J. 1975. The effect of low humidity on the distribution of *Heteromurus nitidus* (Collembola) in Radford Cave, Devon. **British Cave Research Association**, 2(3): 123–126.
- WIMSATT, W.A. 1962. Responses of captive common vampires to cold and warm environments. **Journal of Mammalogy**, 43(2): 185–191. DOI: 10.2307/1377089.
- WIMSATT, W.A. & GUERRIERE, A. 1961. Care and maintenance of the common vampire in captivity. **Journal of Mammalogy**, 42(4): 449–455. DOI: 10.2307/1377361.
- ZAR, J.H. 2010. **Biostatistical analysis**. 5<sup>a</sup> ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice – Hall. 944 p.