



35<sup>o</sup>  
Bonito - MS

ANAIS do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia  
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CARDOSO, R.C.; LUCON, T.N.; SILVA, L.A.; Sazonalidade de invertebrados cavernícolas em cavernas carbonáticas localizadas no município de Sete Lagoas, Minas Gerais. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.775-783. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe\\_775-783.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_775-783.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

# SAZONALIDADE DE INVERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS EM CAVERNAS CARBONÁTICAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE SETE LAGOAS, MINAS GERAIS

SEASONALITY OF SUBTERRANEAN INVERTEBRATES IN LIMESTONE CAVES LOCATED IN THE  
MUNICIPALITY OF SETE LAGOAS, MINAS GERAIS

**Rafael Costa CARDOSO; Thiago Nogueira LUCON; Leandro Antônio da SILVA**

Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE/UFOP.

**Contatos:** [uca\\_rafael@yahoo.com.br](mailto:uca_rafael@yahoo.com.br) ; [thiago.n.lucion@gmail.com](mailto:thiago.n.lucion@gmail.com); [leandrobot@yahoo.com.br](mailto:leandrobot@yahoo.com.br).

## Resumo

As cavernas são ambientes subterrâneos que podem funcionar como ecossistemas complexos, podendo abrigar uma notável diversidade de espécies de invertebrados. Apesar da legislação brasileira exigir que as amostragens em cavernas sejam realizadas em dois eventos amostrais, contemplando os períodos secos e chuvosos, poucos estudos buscaram compreender a dinâmica sazonal de invertebrados em cavernas. Para isso presente estudo buscou avaliar a estrutura de comunidades de invertebrados cavernícolas (composição, riqueza, diversidade e similaridade) e sua dinâmica entre as estações seca e chuvosa em onze cavernas carbonáticas localizadas na fazenda Bela Vista, município de Sete Lagoas no estado de Minas Gerais. Foram observadas 77 morfoespécies e 2.937 indivíduos de invertebrados distribuídas em pelo menos 53 famílias, sendo 57 morfoespécies e 1481 indivíduos no período seco e 67 morfoespécies e 1456 indivíduos no período chuvoso. As comunidades de invertebrados não apresentaram diferenças significativas em seus valores de riqueza, abundância e o diversidade entre as estações de coleta, no entanto houve uma grande dissimilaridade entre as cavernas e entre os eventos amostrais. Diferentes características das cavernas podem determinar a estrutura das comunidades, como a extensão linear, suas condições tróficas e o grau de alterações antrópicas sofridas. Apesar das pequenas variações encontradas quanto a Riqueza, Abundância e Diversidade nas cavernas estudadas, a composição da fauna revelou-se bastante heterogênea. Contudo ainda são necessários mais estudos para que se possa detectar as possíveis flutuações cíclicas sazonais.

**Palavras-Chave:** biologia subterrânea; invertebrados; sazonalidade.

## Abstract

*Caves are subterranean environments that can function as complex ecosystems and may shelter a great diversity of invertebrate species. Although Brazilian legislation requires cave samplings to be performed at two sampling events, considering the dry and rainy periods, few studies have sought to understand the seasonal dynamics of cave invertebrates. The present study aimed to evaluate the structure of cave invertebrate communities (composition, richness, diversity and similarity) and their dynamics between the dry and rainy seasons in eleven limestone caves at the Bela Vista farm, in the municipality of Sete Lagoas, state of Minas Gerais. It was observed 77 morphospecies and 2,937 invertebrate individuals distributed in at least 53 families, 57 morphospecies and 1481 individuals in the dry period and 67 morphospecies and 1456 individuals in the rainy season. The invertebrate communities did not present significant differences in their values of richness, abundance and diversity among the sampling events, however there was a great dissimilarity between the caves and between the sample events. Different characteristics of the caves can determine the structure of the communities, such as linear extension, their trophic conditions and the degree of anthropic alterations suffered. Despite the small variations found in Richness, Abundance and Diversity in the studied caves, the composition of the fauna was very heterogeneous. However, further studies are needed to detect possible seasonal cyclical fluctuations.*

**Keywords:** subterranean biology; invertebrates; seasonality.

## 1. INTRODUÇÃO

As cavernas, geralmente estão inseridas em sistemas cársticos, caracterizados predominantemente pela dissolução da rocha (principalmente rochas carbonáticas), formando

relevos onde se inserem a maior parte das cavidades naturais subterrâneas do mundo. (Gibert et al., 1994). Estes ambientes subterrâneos podem funcionar como ecossistemas complexos, podendo abrigar uma grande diversidade de espécies de

invertebrados e vertebrados, inclusive espécies endêmicas (Culver; Pipan, 2009).

Segundo o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, o número de cavernas cadastradas no Brasil chega a cerca de 18.000 (CANIE/CECAV, 2019) e certamente representa apenas uma pequena parte do total existente (Auler, 2001). Para o estado de Minas Gerais, são mais de 7000 cavernas, mais de 40% do total de cadastradas para o país.

Mapear a biodiversidade subterrânea é uma ferramenta de extrema importância para a conservação, manejo e monitoramento da fauna em regiões naturais ou antropizadas (Culver; Sket, 2000; Souza-Silva et al., 2011b; Souza-Silva et al., 2015). Mesmo com o crescente número de estudos sendo realizados em cavernas brasileiras, muitos impulsionados pelas novas legislações em vigor desde 2008, ainda são poucas as regiões estudadas, visto o enorme número de cavernas presentes no território brasileiro (Brasil, 2008; Brasil, 2017).

Cavernas com ausência permanente de luz limitam a existência de organismos fotoautotróficos, sendo que suas comunidades dependem de fontes alimentares de origem alóctone, importada por agentes físicos e biológicos (Howarth, 1983; Schneider et al., 2011; Souza-Silva et al., 2011a). Desta forma variações ambientais no ambiente epígeo afetam as comunidades de invertebrados cavernícolas (Culver; White, 2005; Souza-Silva et al., 2011a; Simões et al., 2015).

A legislação ambiental que diz respeito as cavernas brasileiras estabelece, para fins de Licenciamento Ambiental que os levantamentos biológicos, tenham “um mínimo de um ciclo anual com, pelo menos, duas amostragens por ano, sendo uma na estação chuvosa e outra na estação seca, visando minimamente revelar aspectos decorrentes da sazonalidade climática” (Brasil, 2008; Brasil, 2017). Embora estudos da fauna cavernícola brasileira tenham se intensificados nos últimos anos, poucos estudos têm buscado amostrar temporalmente as comunidades subterrâneas (com pelo menos duas amostragens) (Bento et al., 2016; Ferreira et al., 2016; Souza Silva et al., 2017).

Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estrutura de comunidades de invertebrados cavernícolas (composição, riqueza, diversidade e similaridade) e sua dinâmica entre as estações seca e chuvosa em onze cavernas carbonáticas localizadas na fazenda Bela Vista, município de Sete Lagoas no estado de Minas Gerais.

## 2. METODOLOGIA

### Área de estudo

O estudo foi realizado em onze cavernas localizadas na Fazenda Bela Vista no município de Sete Lagoas, no estado do Minas Gerais (Figura 1). As cavernas estão inseridas em um maciço carbonático da Formação Sete Lagoas, pertencente ao Grupo Bambuí. A vegetação do entorno compreende a florestas estacionais semidecíduais e decíduais, além de áreas de pastagem. Em relação ao tamanho todas as cavidades naturais possuem pequenas dimensões (variando de 3 a 62 metros) com condutos estreitos ou tetos rebaixados.

### Coleta dos dados

As coletas foram realizadas nos meses de maio (período seco) e outubro (período chuvoso) de 2018, utilizando-se do método de captura manual (com o auxílio de pinças e pincéis) em todos os biótopos potenciais no interior de cada caverna (Ferreira, 2004).

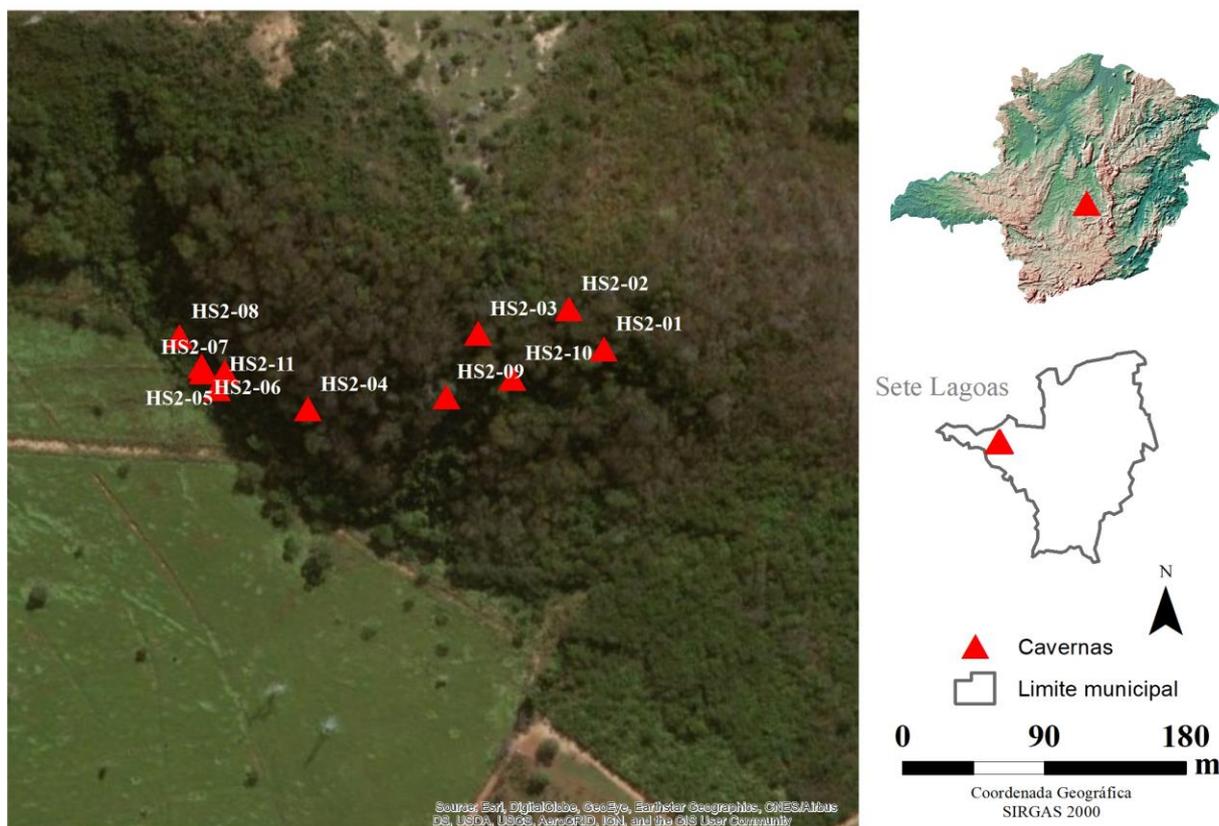
Os organismos foram coletados e fixados em álcool 70% e depositados na coleção de invertebrados subterrâneos (ISLA) do Centro de Estudos em Biologia Subterrânea do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

Troglomorfismos como redução da pigmentação melânica, redução de estruturas oculares, alongamento de apêndices, dentre outras, foram usados como indicativos para caracterização de espécies potencialmente troglóbias (Culver; Pipan, 2009).

### Análise dos dados

Todos os invertebrados coletados foram identificados até o nível taxonômico possível e agrupados em morfoespécies. Tal identificação resultou em dados de riqueza de espécies (número de espécies). Os indivíduos de cada espécie foram contabilizados a partir de mapas de distribuição das espécies, produzidos durante as coletas em cada cavidade, para as estimativas de abundância. A diversidade de cada caverna em cada estação foi calculada por meio do índice de Shannon-Wiener (Magurram, 2004).

Para verificar diferenças na riqueza, abundância e diversidade das espécies entre os períodos de seca e chuva foram realizados, para dados não normais (Riqueza e Abundância) o teste não paramétrico *Mann-Whitney* e o teste paramétrico *T de student* foi utilizado para o índice de diversidade de *Shannon-Wiener*.



**Figura 1:** Distribuição das cavernas carbonáticas localizadas na fazenda Bela Vista, município de Sete Lagoas, Minas Gerais.

Para verificar a similaridade da composição dos invertebrados entre os períodos de amostragem em cada caverna, foi calculado o índice de similaridade de Bray-Curtis, mais apropriado para dados de abundância (Magurran, 2004). A partir da matriz de similaridade foi realizado um dendrograma para visualização da similaridade entre as cavernas nos dois períodos do ano.

Todas as análises foram realizadas no software R versão 3.5.2 (R Development Core Team 2018).

### 3. RESULTADOS

Considerando-se ambos os períodos amostrais, foram observadas 77 morfoespécies de

Invertebrados, distribuídas em pelo menos 53 famílias (Figura 2).

Os grupos mais ricos foram Araneae (23 spp.), Hymenoptera (11 spp.), Diptera (9 spp.), Lepidoptera (6 spp.), Coleoptera e Psocoptera (4 spp.), Ixodidae, Hemiptera e Blattodea (2 spp.) (3 spp.) e Collembola (2 spp.). Os demais grupos apresentaram apenas uma espécie cada. As morfoespécies mais frequentes foram *Endecous sp.*, *Nasutitermitinae sp.*, *Solenopsis sp.*, *Noctuidae sp.*,

*Ctenus sp.*, *Mesabolivar sp.* Chernetidae sp. (Figura 2).

No período seco foram observadas 57 morfoespécies distribuídas em pelo menos 44 famílias, sendo os táxons mais ricos Araneae (17 spp), Diptera (9 spp), Hymenoptera (8 spp), Lepidoptera (6 spp) (Figura 1). Já no período de chuvas, foram observadas 67 morfoespécies distribuídas em pelo menos 50 famílias, sendo os táxons mais ricos Araneae (20 spp), Hymenoptera (9 spp), Diptera (7 spp), Lepidoptera (5 spp) (Figura 2). Um total de 2.937 invertebrados foram registrados. Durante a estação seca, foram registrados 1481 enquanto na na estação chuvosa, foram encontrados 1456 indivíduos.

As cavernas HS2-05 (25 spp), HS2-09 (24 spp) e HS2-08 (18 spp) apresentaram a maior riqueza de espécies no período seco, enquanto as cavernas HS2-05 (27 spp), HS2-02 (18 spp) e HS2-09 e HS2-11 (17 spp) apresentaram a maior riqueza de espécies no período chuvoso (Figura 2). As cavernas HS2-05 (349 ind), HS2-08 (229 ind) e HS2-10 (150 spp) apresentaram a maior abundância de espécies no período seco, enquanto as cavernas HS2-05 (501 ind), HS2-03 (181 ind) e HS2-06 (140

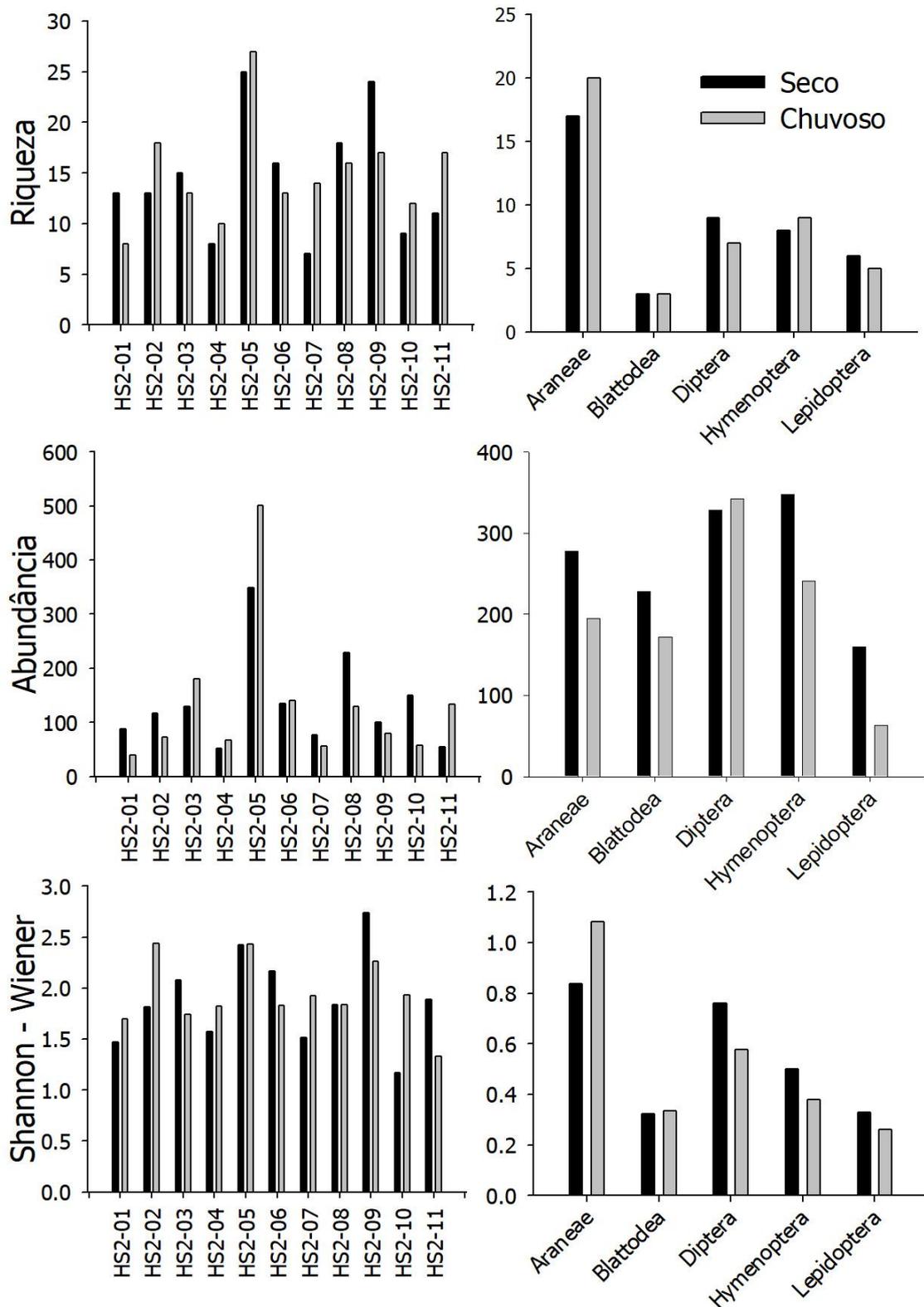


Figura 2: Riqueza, abundância e índice de diversidade de Shannon-Wiener das onze cavernas e das ordens mais ricas amostradas nos períodos seco e chuvoso na fazenda Bela Vista, Sete Lagoas-MG.

apresentaram a maior abundância de espécies no período chuvoso (Figura 2). As cavernas HS2-09 (2,74), HS2-05 (2,43) e HS2-06 (2,17) apresentaram maior índice de diversidade no período seco, enquanto as cavernas HS2-02 (2,44), HS2-05 (2,43) e HS2-09 (2,26) apresentaram maior índice de diversidade no período chuvoso (Figura 2).

A riqueza média observada na estação seca foi de  $14,4 \pm 5,7$  morfoespécies por caverna e na estação chuvosa  $15 \pm 4,8$  morfoespécies, enquanto as abundâncias médias foram  $134,6 \pm 82,7$  indivíduos na estação seca e  $132,3 \pm 124$  indivíduos na estação chuvosa. Para o índice de diversidade, os valores foram  $1,9 \pm 0,3$  na estação seca e  $1,8 \pm 0,4$  na estação chuvosa.

As comunidades de invertebrados não apresentaram diferenças significativas em seus valores de riqueza [ $W = 53,5$ ;  $p = 0,66$ ], abundância ( $W = 52,5$ ;  $p = 0,62$ ) e o diversidade [ $t = -31$ ;  $df = 20$ ,  $p = 0,7$ ] entre as estações de coleta (Figura 3).

Quanto à similaridade, as cavernas apresentaram-se bastante dissimilares entre si, e entre elas próprias considerando-se as duas estações de coleta. Como podemos observar no dendograma de similaridade (Figura 4), apenas as cavernas HS2-05 e HS2-04 apresentaram a composição da fauna de invertebrados mais semelhantes entre as duas campanhas amostrais (Distância < 0,5).

#### 4. DISCUSSÃO

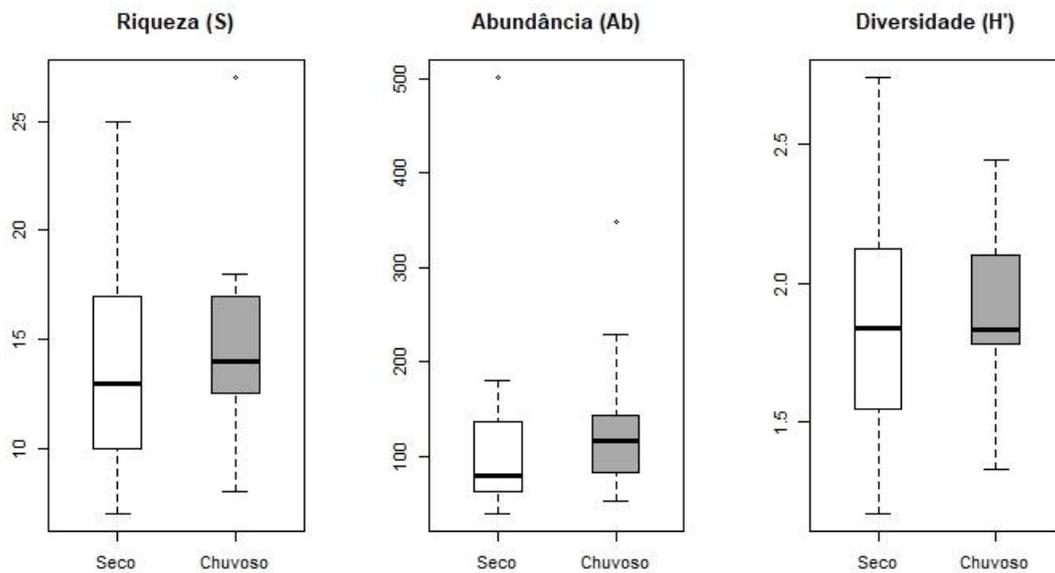
Os organismos encontrados no presente estudo, assim como o já registrado em cavernas de todo o Brasil, apresentam hábitos alimentares detritívoros ou predadores generalistas, permitindo que colonizem os ambientes subterrâneos (Simões et al., 2014; Cordeiro et al., 2014; Souza-Silva; Ferreira, 2015; Ferreira et al., 2016).

A riqueza média observada no presente estudo, foi baixa, se comparado a outros estudos realizados no Brasil que realizaram pelo menos dois eventos amostrais (Bento et al., 2016; Ferreira et al., 2016). Diferentes características das cavernas podem determinar a estrutura das comunidades, como por exemplo a extensão linear, suas condições tróficas e o grau de alterações antrópicas sofridas (Souza-Silva et al., 2011a; Simões et al., 2015; Cardoso, 2017). As cavernas presentes na fazenda Bela Vista são de pequeno desenvolvimento espeleométrico, o que diferencia da maior parte dos estudos realizados no Brasil. A diversidade de invertebrados subterrâneos tem se mostrado altamente correlacionada com o tamanho da caverna

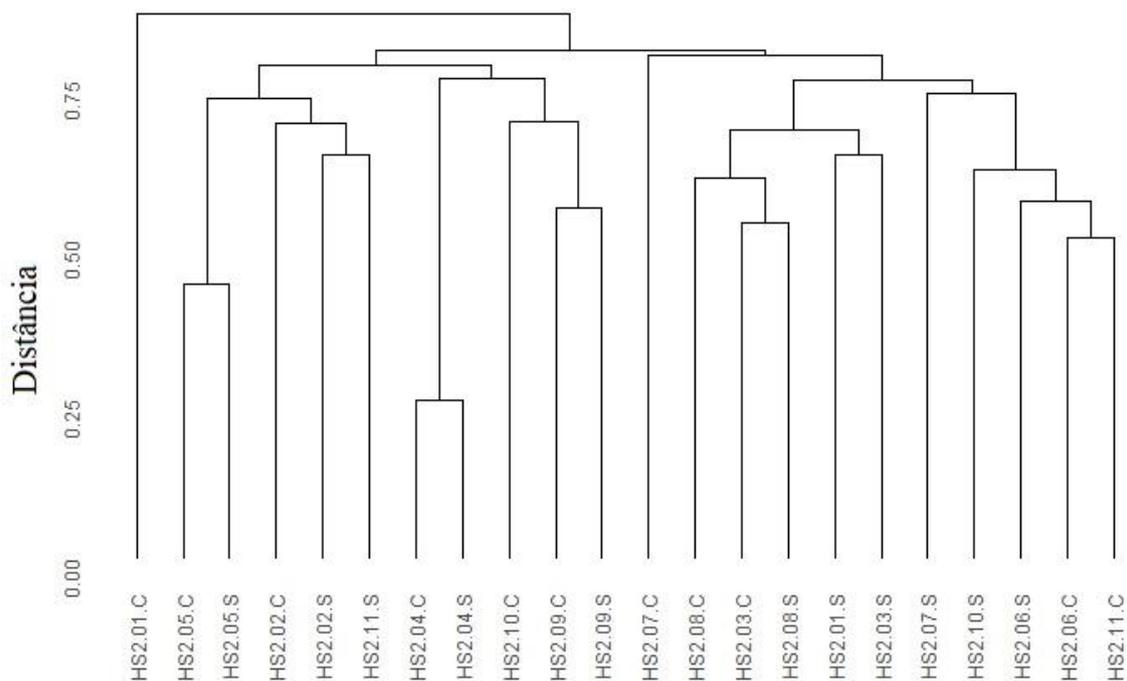
estudadas (Ferreira, 2005; Souza-Silva et al., 2011a). Cavernas pequenas tendem a ser negligenciadas em estudos deste âmbito, no entanto elas podem revelar uma fauna cavernícola peculiar (Souza-Silva; Ferreira, 2016; Cardoso, 2017).

Bento et. al. (2016) ao realizar eventos amostrais em duas estações climáticas (período seco e chuvoso) revelaram uma diferença significativa na estrutura das comunidades em 24 cavernas localizadas na caatinga do Rio Grande do Norte, o que difere do encontrado no presente estudo. Além da caatinga apresentar estações secas muito mais rigorosas (podendo durar até nove meses) (Sampaio, 1995) do que na região sudeste brasileira, nenhuma das cavernas amostradas na fazenda Bela Vista possui fluxos hidrológicos significativos durante o ano. Estes fatos explicar em partes a pequena variação encontrada entre os eventos amostrais. Eventos de inundação em cavernas com fluxos hidrológicos são responsáveis por causar grandes alterações nas comunidades de invertebrados cavernícolas, seja por importação ou lixiviação de recursos ou mesmo da fauna (Souza Silva et al., 2011a; Simões et al., 2015). Analisando uma caverna com fluxo hidrológico e de grande extensão, Souza Silva et al. (2017), também não encontrou diferença encontrou diferenças significativas na estrutura da fauna de invertebrados entre os períodos de coleta.

Pode se destacar a caverna HS2-05 em relação a riqueza e abundância de sua comunidade. Diversos estudos observaram em cavernas maiores uma maior diversidade de invertebrados se comparado a cavernas menores. A caverna HS2-05 apresentou em ambas amostragens, uma grande quantidade de guano produzido por uma comunidade de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*). Neste caso além do seu maior desenvolvimento espeleométrico, a grande quantidade de recursos orgânicos pode explicar sua alta riqueza e abundância de espécies observados em ambos eventos podendo servir como um dos principais recursos disponíveis ao longo do ano (Ferreira et al., 2010; Pellegrini; Ferreira, 2013). Para a maioria das espécies de morcegos, durante a estação chuvosa, encontram uma maior disponibilidade de alimento, aumentando sua abundância, influenciando assim as comunidades de invertebrados cavernícolas (Bernard, 2002; Pereira, 2018). No entanto, para para populações de *D. rotundos* essa situação pode ser diferente, por serem hmatófagos, podem se alimentar do gado presente nas pastagens durante todo o ano.



**Figura 3:** Média da riqueza, abundância e diversidade de invertebrados subterrâneos períodos seco e chuvoso nas onze cavernas amostradas na Fazenda Bela Vista, Sete Lagoas, MG.



**Figura 4:** Dendrograma de similaridade da fauna de invertebrados das onze cavernas amostradas na Fazenda Bela Vista, Sete Lagoas, MG (S-período seco; C- período chuvoso).

De todas as cavernas estudadas, apenas duas cavidades apresentaram uma porção de zona afótica, sendo que a caverna HS2-11 apresentou uma ínfima área com esta característica. Já a caverna HS2-05 apresentou uma grande área com total ausência de

luz. Espécies restritas ao ambiente subterrâneo, devido sua maior sensibilidade, têm preferência por habitarem zonas com temperatura e umidade mais estáveis, características mais comuns na regiões afóticas (Barr; Kuhne, 1971; Howarth, 1980; Tobin

et al., 2013). Por isso, apesar de não ter sido observada nenhuma espécie troglomórfica nas cavernas do presente estudo, a caverna HS2-05 deve ser melhor estudada. Devido a heterogeneidade de microhabitats nas cavidades, como presença de fissuras, blocos abatidos e corpos de água, algumas espécies acabam não sendo acessadas pelos métodos de coleta visual, por isso mais eventos de amostragem podem revelar a presença de novas espécies amostrado uma maior proporção da fauna subterrânea (Oliveira, 2014; Ferreira et al., 2016).

Apesar das pequenas variações encontradas quanto a Riqueza, Abundância e Diversidade nas cavernas estudadas, a composição da fauna revelou-se bastante heterogênea. Em apenas duas cavernas houve pequena alteração das espécies observadas entre os dois eventos amostrais, enquanto o restante das cavernas apresentou baixa similaridade da fauna observada entre as amostragens na mesma caverna e também entre elas. Este resultado tem se repetido em cavernas de todo o mundo, mesmo em cavernas geograficamente vizinhas (Culver; Sket, 2000; Ferreira, 2005; Souza-Silva et al.; 2011b; Souza-Silva et al., 2011c; Prous et al., 2015; Simões et al., 2015). Além das condições ambientais peculiares de cada cavidade que podem interferir na composição dos invertebrados, as variações temporais parecem ter um papel significativo nestas comunidades. Este

fato pode estar relacionado a pequena extensão linear das cavernas estudadas, que estão mais susceptíveis a flutuações das comunidades externas. Com a ausência de zona afótica na maior parte das cavernas estudadas, propicia a colonização destas zonas de entrada por um grande número de espécies de invertebrados que habitam o meio epígeo, mais heterogêneo, e pode levar a uma composição de espécies temporalmente mais variável. (Prous et al., 2015).

## 6. CONCLUSÕES

Tendo em vista os poucos de estudos e o ainda deficitário conhecimento sobre a fauna cavernícola brasileira e sua distribuição temporal ainda são necessários estudos a médio e longo prazo, pois poucas amostragens podem não ser suficientes para detectar possíveis flutuações cíclicas sazonais.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a fazenda Bela Vista pelo apoio logístico, ao Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS/UFLA) pela ajuda na identificação da fauna e a Maria Gabriela e Débora Lara pelo levantamento do meio físico.

## REFERÊNCIAS

- AULER, A.S.; RUBIOLLI, E.; BRANDI, R. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001, 227p.
- BARR, T.C.; KUEHNE, R.A., **Ecological studies in the Mammoth Cave system of Kentucky II: the ecosystem**. *Annales de Spéléologie*, v. 26, p. 47–96, 1971.
- BENTO, D.D.M.; FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; SOUZA-SILVA, M.; BELLINI, B.C.; VASCONCELLOS, A. **Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil**. *Journal of Cave and Karst Studies*, v.78, n.2, p.61, 2016.
- BERNARD, E. **Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil**. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 19, no. 1, p. 173–188. 2002.
- CARDOSO, R.C. **Ecologia e conservação de cavernas na região cárstica de Iuiú – BA**. 2017, 117p. Dissertação de Mestrado, UFSJ, São João del Rei.
- CANIE/CECAV. **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecv/canie>. Acesso em 12 Mar.2019.
- CORDEIRO, L.M.; BORGHEZAN, R.; TRAJANO, E. **Subterranean biodiversity in the Serra da Bodoquena karst area, Paraguay river basin, Mato Grosso do Sul, Southwestern Brazil**. *Biota Neotropica*, v.14, p. 1-28, 2014.

- CULVER, D.C.; PIPAN, T. **The biology of caves and other subterranean habitats**. Oxford University Press, London, 2009, 276 p.
- CULVER, D.C.; WHITE, W.B. **Encyclopedia of Caves**. Amsterdam, Academic/Elsevier Press, 2005, 654 p.
- CULVER, D.C.; SKET, B. **Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells**. Journal of Cave and Karst Studies, v.62, p. 11–17, 2000.
- BRASIL. **Decreto nº 6.640, 07 novembro de 2008, dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional**. 2008.
- BRASIL. **Instrução Normativa/MMA nº 2, de 30/08/2017 -- Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008 e revoga a IN/MMA nº 2/2009)**. 2017
- FERREIRA R. L. **A vida subterrânea nos campos ferruginosos**. O Carste, v.3, n.17, p.106- 115, 2005.
- FERREIRA, R. L.; CARDOSO, R. C.; SOUZA-SILVA, M. **Composição, riqueza e diversidade de invertebrados em cavernas de Dianópolis (TO)**. Revista Brasileira de Espeleologia, v. 2, n. 7, p. 01-18, 2016.
- FERREIRA R. L.; PROUS, X.; BERNARDI, L.F.O.; SOUZA-SILVA, M. **Fauna subterrânea do estado do rio grande do norte: caracterização e impactos**. Revista Brasileira de Espeleologia, v.1, p. 26-51, 2010.
- FERREIRA, R.L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 161p. Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte.
- PELLEGRINI, T.G.; FERREIRA, R.L. **Structure and interactions in a cave guano-soil continuum Community**. European Journal of Soil Biology, v. 57, p. 19–26, 2013.
- GILBERT, J.; DANIELPOL, D.L.; ATANFORD, J. **Groundwater Ecology**. New York: Academic Press, 1994, 571 p.
- HOWARTH, F.G. **The zoogeography of specialized cave animals: a bioclimatic model**. Evolution, v. 34, p. 394–406, 1980.
- HOWARTH, F.G., **Ecology of cave arthropods**. Annual Review of Entomology, v. 28, p. 365–389, 1983.
- MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Black- well Science, Malden, 2004, 253p.
- OLIVEIRA, M.P.A. **Os métodos de coleta utilizados em cavernas são eficientes para a amostragem da fauna subterrânea?** 2014, 190p. Dissertação UFLA, Lavras-MG.
- PEREIRA, J.S.B. **Ecologia e conservação de morcegos (Chiroptera) em cavernas no sudeste do Tocantins, Brasil**. Dissertação de Mestrado, 2018, 77 p.
- PROUS, X.; FERREIRA R.L.; JACOBI C.M. **The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave**. International Journal of Speleology, v.44, p.177-189, 2015.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. **Seasonally Dry Tropical Forests**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995, p. 35–58.

- SCHNEIDER, K.; CHRISTMAN, M.C.; FAGAN, W.F. **The influence of resource subsidies on cave invertebrates: results from an ecosystem level manipulation experimente.** Ecology, v. 92, no. 3, p. 765–776, 2011.
- SIMÕES, M.H.; SOUZA-SILVA, M. FERREIRA, R.L. **Cave invertebrates in northwestern Minas Gerais state, Brazil: endemism, threats and conservation priorities.** Acta carsologica, v. 43, n. 1, p. 159-174, 2014.
- SIMÕES, M. H.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA R. L. **Cave physical attributes influencing the structure of terrestrial invertebrate communities in Neotropics.** Subterranean Biology, v.16, p.103-121, 2015.
- SOUZA-SILVA, M.; RATTON, P.; ZAMPAULO, R.; FERREIRA, R.L. **Is an outstanding environment always preserved? When the most diverse cave in subterranean species becomes one of the most endangered in a landscape.** Revista Brasileira de Espeleologia, v. 2, p. 26-48, 2017
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. **Cave invertebrates in Espírito Santo state, Brazil: a primary analysis of endemism, threats and conservation priorities.** Subterranean Biology, v.16, n.1, p. 79-102, 2015.
- SOUZA-SILVA M.; MARTINS R.P.; FERREIRA, R.L. **Trophic Dynamics in a Neotropical Limestone Cave.** Subterranean Biology, v.9, p. 127-138, 2011a.
- SOUZA-SILVA, M, MARTINS R. P., R. L. FERREIRA. **Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest.** Biodiversity and Conservation, v.8, n.20, 1713-1729, 2011b.
- SOUZA-SILVA, M.; NICOLAU, J.C.; FERREIRA, R.L. **Comunidades de invertebrados terrestres de três cavernas quartzíticas no Vale do Mandembe, Luminárias, MG.** Espeleo-Tema, v. 22, p. 79-91, 2011c. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema\\_v22\\_n1\\_155-167.pdf](http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v22_n1_155-167.pdf)>.
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS R. P.; FERREIRA, R. L. **Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest.** Environmental Management, v. 55, p. 279-295, 2015.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. **The first two hotspots of subterranean biodiversity in South America.** Subterranean Biology, v. 19, n. 1, p. 1-21, 2016.
- TOBIN, B.W.; HUTCHINS, B.T.; SCHWARTZ, B.F. **Spatial and temporal changes in invertebrate assemblage structure from the entrance to deep-cave zone of a temperate marble cave.** International Journal of Speleology, v. 42, no. 3, p. 203–214, 2013.