



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o 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^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

SANDI, B.S.; SOUZA SILVA, M.; FERREIRA, R.L. Composition and richness of the cave invertebrate fauna of the Rio Pardo Province. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.822-826. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_822-826.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA DO RIO PARDO

*SPECIES RICHNESS AND COMPOSITION OF THE CAVE INVERTABRATES AT RIO PARDO
SPELEOLOGICAL PROVINCE*

Beatriz de Souza SANDI; Marconi SOUZA SILVA; Rodrigo Lopes FERREIRA

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Setor de Biodiversidade subterrânea, Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (www.biologiasubterranea.com.br).

Contatos: drops@dbi.ufla.br.

Resumo

A composição, riqueza e distribuição de invertebrados foi avaliada em sete cavernas calcárias da província espeleológica do Rio Pardo. Foram encontradas 337 morfotipos de invertebrados sendo que Araneae (60 spp.), Coleoptera (49 spp.), Diptera (34 spp) estes foram os táxons mais ricos. Onze morfotipos de invertebrados apresentaram características troglomórficas. A similaridade da fauna entre os setores foi baixa (<30%), porém cavernas mais próximas foram mais similares em relação a cavernas mais distantes. O Modelo linear baseado em distância (DistLM) revelou que a distância entre cavernas foi a variável preditora de variações da composição da fauna ($R = 0,40$, $p = 0,008$). Os recursos tróficos presentes nas cavernas foram principalmente guano de morcegos de dieta variada (hematófago, frugívoro, insetívoro, etc). Diante da elevada riqueza da fauna associada a baixa similaridade, diversidade de condições físicas e recursos tróficos recomenda-se atenção especial em relação ao desenvolvimento de mais inventários de fauna, estudos ecológicos e medidas de proteção para as cavernas faz-se necessário, uma vez que algumas cavernas da região ainda não foram amostradas.

Palavras-chave: Mata Atlântica; biodiversidade; habitats subterrâneos; espécies troglóbias.

Abstract

The composition, richness and distribution of invertebrates was evaluated in seven limestone caves of the Pardo River speleological province. There were 337 invertebrate morphotypes with Araneae (60 spp.), Coleoptera (49 spp.), Diptera (34 spp) were the richest taxa. Inbred morphotypes showed troglomorphic characteristics. The similarity of the fauna between the sectors was low (<30%), but nearer caves were more similar in relation to more distant caves. The linear model based on distance (DistLM) revealed that the distance between caves was the variable that predicted changes in fauna composition ($R = 0.40$, $p = 0.008$). The trophic resources present in the caves were mainly guano of varied diet bats (hematophagus, frugivorous, insectivorous, etc.). In view of the high fauna richness associated with low similarity, diversity of physical conditions and trophic resources, special attention is paid to the development of more fauna inventories, ecological studies and protection measures for caves. some caves in the region have not yet been sampled.

Keywords: Atlantic forest; biodiversity; cave protection; subterranean habitats; troglóbionts pecies.

1. INTRODUÇÃO

Paisagens cársticas podem exibir uma considerável diversidade baseada somente na fauna subterrânea. No Brasil alguns estudos têm revelado uma elevada diversidade e endemismos da fauna subterrânea, entretanto os estudos são necessários em função do grande número de cavernas ainda não estudadas.

A fauna cavernícola brasileira começou a ser relativamente bem estudada a partir da década de 80 (Dessen et al 1980, Pinto da Rocha 1995).

Poucas cavernas, entretanto, foram estudadas de forma a avaliar a estrutura das comunidades de forma mais ampla (Dessen et al 1980, Pinto da Rocha 1995). Grande parte do conhecimento da fauna cavernícola brasileira vem de estudos em cavernas calcárias (Trajano 2000, Souza-Silva et al 2011, 2015). Estudos com invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica são escassos, (Trajano et al 2000, Souza-Silva et al 2011, 2015). Atualmente, pouco mais de 200 cavernas tiveram algum tipo de informação biológica publicada (Souza-Silva et al. 2011). Neste cenário, as cavernas

do extremo sul da Bahia ainda são pouco conhecidas em relação a sua fauna (Trajano 2000, Souza-Silva et al 2011, 2015).

Assim, o presente estudo buscou avaliar a composição, riqueza e a distribuição da fauna de invertebrados de sete cavernas calcárias no extremo Sul da Bahia.

2. METODOLOGIA

As sete cavernas investigadas neste estudo estão localizadas nos municípios de Pau Brasil e Santa Luzia, no Corredor Central de Biodiversidade da Mata Atlântica, extremo Sul da Bahia, uma área prioritária para conservação (Galindo e Câmara, 2005) (Figura 1 e Tabela 1). Os invertebrados presentes nas cavernas foram coletados manualmente, em todos os biótopos potenciais existentes (Ferreira 2004). Os organismos foram coletados com auxílio de pinças e pincéis priorizando micro habitats como troncos, depósitos de guano, sob rochas e locais úmidos. Todos os organismos encontrados foram identificados ao nível taxonômico acessível e agrupados em morfótipos (Ferreira 2004, Bento et al 2016).

Análise de dados

A riqueza total da fauna em cada caverna foi obtida por meio do somatório dos morfótipos e a abundância foi obtida através da soma dos espécimes registrados. A similaridade qualitativa da fauna entre cavernas foi conseguida através do índice de Bray-Curtis e visualizada através de um dendrograma. A similaridade nos valores de riqueza da fauna entre cavernas foi conseguida através da distância Euclidiana. A estabilidade ambiental de cada caverna foi determinada utilizando o Índice de Estabilidade Ambiental (IEA) proposto por Ferreira (2004) (Pellegrini et al. 2016, Bento et al. 2016), que considera o grau de isolamento entre a caverna e o meio epígeo através de um proporção matemática, calculada da seguinte forma: Para cavernas com apenas uma entrada: $IEA = \ln(AT/AE)$ e para cavernas com mais de uma entrada: $IEA = \ln((AT/\sum AE)/((NE)*(\bar{x}DEE)/AT))$: AT (tamanho total de cada caverna), AE (soma dos tamanhos das entradas da caverna), NE (número de entradas), DEE (distância média entre as entradas, retiradas de uma entrada de referência). Para avaliar variações na composição e riqueza influenciadas por variações nos parâmetros ambientais (localização das cavernas, altitude, estabilidade ambiental, extensão amostrada, tamanho e número de entradas) foi utilizada o DistLM (Modelo linear baseado em distância) com AICc como critério de seleção e

Forward como procedimento de seleção. A análise de redundância baseada em distância (dbRDA) foi realizada para determinar a força e a direção (- ou +) da relação das variáveis utilizadas no DistLM. Todas as análises foram realizadas no software Primer 7 (<http://www.primer-e.com>). A suficiência amostral foi avaliada por meio da comparação da riqueza observada com a estimada pelos modelos Jackknife 1 e 2 (Magurran 2004).

3. RESULTADOS

A tabela 1 mostra a distribuição espacial e as métricas de extensão amostrada, número e tamanho de entradas e altitude das cavernas amostradas. As cavernas Pedra do Sino e Lapão de Santa Luzia localizam-se 40km distantes das demais cavernas. Apesar da proximidade com o oceano (80km) é a altitude média das cavernas que foi de 241m (± 72). A extensão média amostrada nas cavernas foi de 216 metros (± 145). Somente a caverna Milagrosa apresentou 3 entradas e as demais uma entrada. Entretanto, o tamanho das entradas varia bastante (média 8 metros, ± 5). Somente as cavernas Lapão e Pedra do Sino apresentaram corpos de água em seu interior (Poças ou lençol freático).

Tabela 1. Localização (UTM, SAD69, zona 24), características físicas e biológicas de sete cavernas da província espeleológica do Rio Pardo, extremo Sul da Bahia. Altitude (alt), estabilidade ambiental (IEA), extensão amostrada (EA), área das entradas (AE), número de entradas (NE), riqueza de troglomórficos (RTr), riqueza total (RT). Medidas físicas realizadas em metros (Alt, EA, AE, NE). Cavernas em Pau Brasil (*), cavernas em Santa Luzia (+). Milagrosa (1), Califórnia (2), Pedra do Sino (3), Pedra Suspensa (4), Toca dos Morcegos (5), Córrego verde (6), Lapão de Santa Luzia (7).

	UTM S	UTML	Alt	IEA	EA	AE	NE	RTr	RT
1	420012	8296903	306	8,368	305	12	3	1	65
2	420375	8296355	242	4,58	195	2	1	5	63
3	466473	8293253	146	3,507	100	3	1	4	74
4	420756	8298169	186	2,936	113	6	1	3	76
5	420639	8295919	300	3,689	200	5	1	1	81
6	427602	8289938	177	2,303	100	10	1		50
7	461229	8292277	329	3,507	500	15	1	3	107

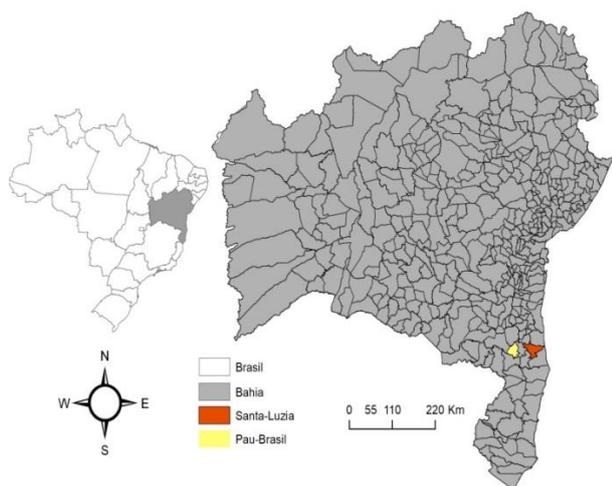


Figura 1: Localização da província carbonática Rio Pardo, no Extremo Sul da Bahia.

Os recursos tróficos presentes nas cavernas foram principalmente guano de morcegos de dieta variada (hematófago, frugívoro, insetívoro, etc.). As cavernas que apresentaram uma maior quantidade desses recursos foram a Pedra Suspensa, Toca dos morcegos e Lapão de Santa Luzia.

Composição riqueza e distribuição da fauna nas cavernas:

Ao total foram registrados 25.958 espécimes, pertencentes a 25 ordens e 337 morfótipos. Araneae (60 spp.), Coleoptera (49) e Diptera (34) foram os grupos mais ricos (Figura 2). Onze morfótipos de invertebrados apresentaram características troglomórficas (tabela 1).

Além disto, destacamos a presença de populações abundantes de *Eidmancris* cf. *septentrionalis* e *Charinus acarajé* nas cavernas Lapão e Pedra do Sino (Figura 3).

A similaridade da fauna entre os setores foi baixa (<30%). Cavernas mais próximas foram mais similares em relação a cavernas mais distantes (Figura 4), exceto aquelas onde o guano foi abundante (Pedra Suspensa, Córrego verde e Milagrosa). As cavernas com maior número de espécies foram Gruta Lapão (107 spp.), Toca dos Morcegos (81), Pedra do Sino (74), Pedra Suspensa (76), Milagrosa (65), Califórnia (63) e Gruta do córrego verde (50). A riqueza média de troglófilos foi de 74spp/caverna e a de troglomórficos foi de 2,8 spp./caverna.

Figura 2: Riqueza amostrada de espécies

Morfótipos	1	2	3	4	7
Turbellaria sp4					1
Araneae sp19			1		
Pseudoscorpiones sp5					1
Carabidae (Trechini sp2)			1		
Carabidae (Trechini sp3)				1	
Coleoptera spp1					
Pselaphidae sp5					1
Arrhophalitidae sp2					1
Hipogastruridae sp1				1	
Hipogastruridae sp2	1	1			
Nicoletiidae sp1					1



Figura 3: Invertebrados troglófilos (A e D) e troglomórficos das cavernas do Rio Pardo, extremo Sul da Bahia. *Eidmancris* cf. *septentrionalis* (A), Turbellaria (B), Ochyroceratidae (C) e *Charinus acarajé* (D).

Influência dos parâmetros ambientais na estruturação das comunidades:

Os resultados do “marginal test” da análise de DistLM mostram que somente a distância foi a variável explicativa das variações da composição da fauna ($R = 0,40$, $p = 0,008$) entre as sete cavernas amostradas. Os dois eixos do gráfico dbRDA capturaram aproximadamente 25% da variabilidade no modelo ajustado e 25% da variação total dos dados (Figura 5). A primeira sobreposição mostra como o primeiro eixo dbRDA está fortemente relacionado às distâncias leste e sul entre as cavernas.

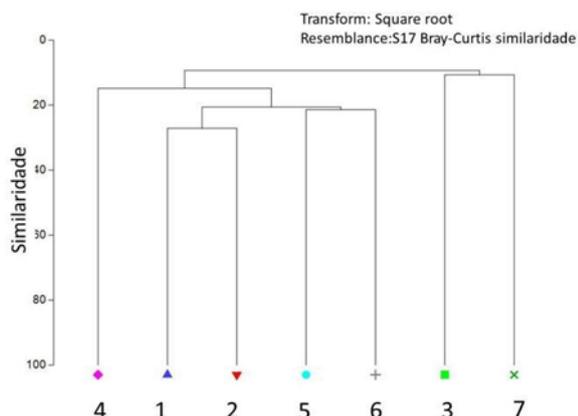


Figura 4: Dendrograma de similaridade entre a fauna de sete cavernas da província espeleológica do Rio Pardo. Milagrosa (1), Califórnia (2), Pedra do Sino (3), Pedra Suspensa (4), Toca dos Morcegos (5), Córrego verde (6), Lapão de Santa Luzia (7)

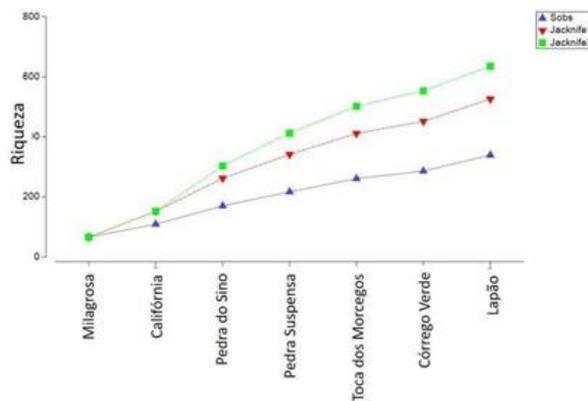


Figura 5: Riqueza observada e estimada (Jackknife 1 e 2) em sete cavernas da província espeleológica do Rio Pardo.

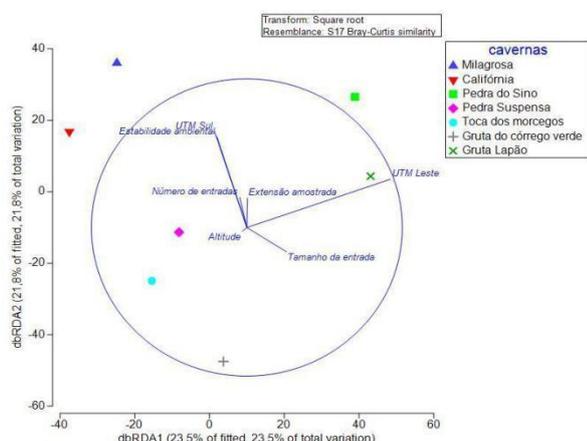


Figura 5. Redundância baseada na distância (dbRDA) mostrando as influências dos atributos físicos da caverna na composição da fauna.

Suficiência amostral:

A curva de acumulação das espécies não atingiu a assíntota indicando que a riqueza é maior do que a observada nas cavernas amostradas. O Jackknife 2 estimou uma riqueza de 635 espécies para as cavernas, entretanto, atingimos 53% desta riqueza (Figura 4). O Jackknife 1 estimou uma riqueza de 525 espécies para as cavernas e atingimos 64% desta riqueza (Figura 4).

DISCUSSÃO

Apesar da província espeleológica do Rio Pardo se encontrar em uma área prioritária para ações de conservação poucos são os estudos biológicos realizados nas cavernas da região (Trajano 2000, Souza-Silva et al 2011, 2015). As cavernas da região se destacaram em função da riqueza de espécies troglófilas e troglomórficas e presença de grande quantidade de guano em algumas cavernas. Pelo menos a nível de ordem, existe uma grande semelhança com as ordens coletadas em outras cavernas no Brasil, com predominância de Araneae, Diptera e Coleoptera (Trajano 2000, Simões et al 2015). Apesar da baixa similaridade entre cavernas ter sido explicado em função da distância geográfica, a presença de guano parece ser um fator que promove a dissimilaridade da fauna entre cavernas mais próximas. O guano de morcegos, tem sido comumente considerado um recurso que promove aumento da diversidade da fauna, principalmente em cavernas tropicais permanentemente secas (Ferreira & Martins 1999). Entretanto, a elevada riqueza da fauna nestas cavernas pode estar relacionada ao tamanho das entradas e extensão amostrada das cavernas. Cavernas maiores tendem a apresentar mais espécies de invertebrados em função de maiores áreas disponíveis para colonização e maior heterogeneidade de habitats (Souza-Silva et al. 2011). Entradas maiores permitem uma maior contribuição de comunidades para-epígeas, uma vez que funcionam como janelas de colonização das cavernas (Prous et al 2004). Alguns estudos têm demonstrado a influência de fatores relacionados ao desenvolvimento linear das cavidades, número e tamanho das entradas e presença de corpos de água, além da presença de recursos orgânicos como,

guano e detritos vegetais aumentando a riqueza de espécies (Schneider et al. 2011, Simões et al. 2015).

CONCLUSÕES

Diante da elevada riqueza da fauna associada às cavernas e a baixa similaridade de diversidade de atributos físicos e recursos tróficos,

recomenda-se atenção especial em relação ao desenvolvimento de mais inventários de fauna. Estudos ecológicos e medidas de proteção para as cavernas também é recomendado, uma vez que algumas cavernas da região ainda não foram amostradas. Além disso, atividades de agropecuária e visitação têm colocado em risco a biodiversidade subterrânea local.

REFERÊNCIAS

- BENTO, D. D. M., FERREIRA, R. L., PROUS, X., SOUZA-SILVA, M., BELLINI, B. C., & VASCONCELLOS, A. (2016) Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil. *Journal of Cave and Karst Studies*, 78(2), 61.
- DESSEN EMB, ESTON VR, SILVA MS, TEMPERINI-BECK MT, TRAJANO (1980) Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura* 32 (6): 714-725
- FERREIRA RL (2004) **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 158 pp.
- FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. (1999). Trophic Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Referenceto Brazilian Caves. *Tropical Zoology*, v. 2, n.12, p. 231-259,
- GALINDO LC, CÂMARA IG (2005) **State of the hotspots: Mata Atlântica: uma síntese**. In: Mata Atlântica; biodiversidade, ameaças e perspectivas. In: Galindo-Leal C, Câmara, IG (Eds) Belo Horizonte. Centro de Ciências Aplicadas e Biodiversidade, 471 pp.
- MAGURRAN AE (2004) **Ecological Diversity and Its Measurement**. Cromm Helm, London, 179 pp.
- PINTO-DA-ROCHA R (1995) Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907–1994). *Papéis Avulsos de Zoologia* 39: 61–173.
- PROUS X, FERREIRA RL, MARTINS RP (2004) Ecotone delimitation: epigeal-hypogean transition in cave ecosystems. *Austral Ecology* 29: 374–382.
- SCHNEIDER K, CHRISTMAN MC, FAGAN WF (2011) The influence of resource subsidies on cave invertebrates: results from an ecosystem-level manipulation experiment, *Ecology*. 92(3):765–776.
- SIMÕES M.H, SOUZA-SILVA M, FERREIRA R.L. (2015) Cave physical attributes influencing the structure of terrestrial invertebrate communities in Neotropics. *Subterranean Biology* 16: 103–121.
- SOUZA-SILVA M, MARTINS R P, FERREIRA R L (2011) Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation* 8 (20):1713-1729.
- SOUZA-SILVA M, MARTINS RP, FERREIRA RL (2015) Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest, *Environmental Management*. 55: 279–295.
- TRAJANO E (2000) Cave faunas in the Atlantic tropical rainforest: composition, ecology and conservation. *Biotropica* 32: 882–893.