



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

SOARES, A. S.; *et al.*. Análise ecológica da fauna de artrópodes e avaliação do estado de conservação da caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.1-8. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_001-008.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram
Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.

Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

ANÁLISE ECOLÓGICA DA FAUNA DE ARTRÓPODES E AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA CAVERNA TOCA DA RAPOSA, SIMÃO DIAS, SERGIPE

ECOLOGICAL ANALYSIS OF THE ARTHROPOD FAUNA AND EVALUATION OF THE CONSERVATION STATUS OF THE TOCA DA RAPOSA CAVE, SIMÃO DIAS, SERGIPE

Aline Silva SOARES (1); Amanda Brito COSTA (1); Angelina Aquino ALVES (1); Bernardo MIRABAL (1); Breno Ribeiro dos Santos SILVA (1); Douglas Campos PEREIRA (1); Filipe Barros MORAES (1); Hanna Izadora Laís Novaes COELHO (1); Hivison Nogueira da SILVA (1); Jaqueline Santos dos ANJOS (1); Lanna Jéssica Gomes da SILVA (1); Luana Santos PEREIRA (1); Mirian da Silva SANTOS (1); Romulo Romeu Andrade MACEDO (1); Thalia da Silva OLIVEIRA (1); Vinícius Queiroz OLIVEIRA (1); Yuri Rodrigues da SILVA (1); Mário André Trindade DANTAS (1); Christiane Ramos DONATO (2); Jéssica Alecsandra de Jesus SILVA (3)

(1) Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia, campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista BA.

(2) Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão SE.

(3) Centro da Terra - Grupo Espeleológico de Sergipe, Aracaju SE.

Contatos: line_nina@outlook.com; matdantas@yahoo.com.br.

Resumo

O presente estudo teve como objetivos analisar, a partir de índices ecológicos, a fauna de artrópodes presentes nos diferentes tipos de substratos e avaliar o estado de conservação da caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. Foram encontrados organismos pertencentes ao subfilo Hexapoda, Blattodea, Coleoptera, Hymenoptera, Aranae, Lepidoptera e Diptera. Através do Protocolo de Avaliação Rápida de impacto ambiental sugere-se que a Toca da Raposa está Relativamente Estável. Há atividade agrícola, visitas turísticas e vandalismo o que explica uma possível baixa diversidade e riqueza observada. Faz-se necessários um esforço amostral maior para podermos comprovar se existe ou não diferença significativa de riqueza de indivíduos entre os substratos comparados.

Palavras-Chave: caverna; ecologia de artrópodes; impactos ambientais.

Abstract

The objective of the present study was to analyze the arthropod fauna present in the different types of substrates and to evaluate the conservation status of the Toca da Raposa cave, Simão Dias, Sergipe, Brazil. Organisms belonging to the subfamily Hexapoda, Blattodea, Coleoptera, Hymenoptera, Aranae, Lepidoptera and Diptera were found. Through the Rapid Environmental Impact Assessment Protocol, it is suggested that Fox's Burrow is relatively stable. There is agricultural activity, tourist visits and vandalism which explains a possible low diversity and observed wealth. A larger sample effort is required to be able to verify whether or not there is a significant difference in the richness of individuals among the substrates compared.

Key-words: cave; arthropod ecology; environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

O ecossistema cavernícola é caracterizado (PINTO-DA-ROCHA, 1993; DAVID, 2002) como um ambiente peculiar com uma grande estabilidade climática, com alta umidade relativa e total ausência de luz, principalmente na zona mais profunda. Devido a essas características se torna um ambiente oligotrófico, ou seja, apresenta um baixo nível de nutrientes, visto que os organismos

fotossintetizantes não conseguem se desenvolver. Os nutrientes que alimentam a cadeia trófica desse ecossistema são em sua maioria importados para dentro das cavernas através da água de rios e chuva ou através da fauna troglóxena, como os morcegos.

A fauna cavernícola é categorizada em três grupos de acordo com a especialização desses à vida subterrânea. Os trogló Xenos são animais que utilizam esses ambientes apenas para reprodução ou

A coleta foi realizada em agosto de 2016 no período diurno, e fez parte das atividades práticas do componente curricular Ecologia de Comunidades, ministrado junto à graduação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia (IMS/CAT-UFBA). A coleta do material foi autorizada através da licença nº 51438-1 fornecida pelo Sistema de autorização e informação em Biodiversidade (SISBIO) fornecida ao autor "M.A.T.D.". Dessa forma, a pesquisa serviu como aprendizado prático para trabalhar os conceitos ecológicos utilizando como exemplo o ambiente cavernícola.

Foram utilizados 10 quadrantes de 1m² para a delimitação da área de estudo, com espaçamento de 5 m entre eles, em que foi feita a coleta de forma ativa por 1 minuto em cada quadrante. As amostras foram recolhidas com auxílio de pinças e a eutanásia cometida com imersão em álcool 70%. Todo o material coletado foi armazenado em recipientes plásticos contendo álcool 70%, que, posteriormente, foi triado e identificado em laboratório com a utilização de bibliografia especializada (e.g. RAFAEL, 2012). Foi realizado fotomicrografia dos exemplares para a elaboração de prancha, as mesmas foram fotografadas com auxílio de lupa estereoscópica acoplada a uma câmera Canon Rebel T3EF-S 18-55 III.

Utilizando o software SigmaPlot 12, foram realizados testes para comparar se existe diferença significativa da macrofauna entre os diferentes substratos e entre os quadrantes. Os dados tiveram sua normalidade testada a partir do teste Shapiro-Wilk, como os dados apresentaram distribuição não paramétrica, o teste de comparação utilizado foi o Kruskal-Wallis. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$. Os índices ecológicos, riqueza, equitabilidade e Berger-Parker foram calculados utilizando o software Past 3.0. Para os testes de diversidade, foram utilizados os índices de Margalef (DMg), Simpson (D) e Shannon-Wiener (H').

Para a avaliação do estado de conservação das cavernas, utilizou-se os protocolos de avaliação rápida presentes no artigo de Donato et al. (2014): análise de pressão e impacto ambiental, a partir do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em cavernas (PAR-iac); análise de vulnerabilidade da caverna, a partir do protocolo de avaliação rápida de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração ($PAR-cr = \{[(MB_i + MB_e) \times 3] + [(Mab_i + Mab_e) \times 2] + [(MAN_i + MAN_e) \times 1] / 60\} \times 100$); e confronto dos resultados obtidos pelo Índice de Conservação de Cavernas ($ICC = PAR-iac - PAR-cr$). Os protocolos de avaliação rápida

(Tabelas 1 e 2) foram preenchidos com dados secundários e pelo observado na visita de campo. Os resultados obtidos em percentagem foram confrontados na última etapa em que o valor final foi classificado em uma categoria pré-estabelecida (Tabela 3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 34 indivíduos, distribuídos em 6 táxons pertencentes ao subfilo Hexapoda (Figura 2), sendo que a ordem Aranae apresentou a maior abundância com 8 organismos coletados em diversos substratos, seguida da Ordem Hymenoptera com 6 indivíduos amostrados no tipo de substrato guano seco. A ordem Blattodea também foi o grupo mais abundante, levando em consideração as observações feitas no local. As Ordens Coleoptera (5), Lepidoptera (4) e Diptera (1) apresentaram a menor abundância.

Em relação aos índices ecológicos, o guano seco (Gs) apresentou os maiores valores nos índices de riqueza e diversidade (H) de espécies, Margalef e equitabilidade (J). O índice de Berger-Parker mostra que não houve uma dominância marcante de algum táxon no guano seco, contradizendo os valores obtidos no índice de Simpson, em que há uma grande probabilidade de que os indivíduos coletados nesse substrato façam parte do mesmo grupo. As baixas riqueza e abundância nas rochas (Ro) preconiza que é o ambiente mais inóspito de todos os amostrados.

A contradição entre os índices de Berger-Parker e Simpson pode estar relacionada com o baixo esforço amostral obtido, por ter ocorrido somente uma coleta, com um pequeno número de espécimes. Todavia, um grande número de espécies raras pode ter sua riqueza subestimada, pois tais espécies têm menor chance de serem amostradas, segundo Thompson et al. (2003). Além disso, não há ocorrência desse acontecimento em outros estudos na literatura utilizada como base para a construção deste trabalho.

Salgado (2011) sugere que a quantidade de depósito de guano, aliado à geologia da caverna e vegetação externa preservada, contribuem para um número maior de espécies cavernícolas. O que difere da caverna observada neste trabalho, pois há atividade agrícola, de visitas turísticas e vandalismo, o que poderia contribuir para uma possível baixa diversidade e riqueza observada.

Tabela 1: Protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental relacionado à caverna, segundo Donato et al. (2014).

Atividade(s) causadora(s) do(s) impacto(s): () Mineração () Agropecuária () Turismo/visitação desordenados () Represamento () Urbanização () Obra de engenharia		
Pontuação refere-se à magnitude de impacto, a qual indica a gravidade do impacto no meio ambiente. A magnitude pode ser de quatro tipos: 1 - quando a utilização dos recursos naturais é desprezível quanto ao seu esgotamento e à degradação do meio ambiente e da comunidade, sendo reversível em curto prazo (até 1 ano), adicionar 2 pontos. 2 - quando a utilização de recursos naturais é considerada, sem que haja possibilidade de esgotamento das reservas naturais, sendo a degradação do meio ambiente e da comunidade reversível a médio prazo (de 1 a 10 anos), a partir de ações imediatas, adicionar 4 pontos. 3 - quando a utilização de recursos naturais é considerada, havendo possibilidade de esgotamento das reservas naturais, sendo a degradação do meio ambiente e da comunidade reversível a longo prazo (de 10 a 50 anos), a partir de ações imediatas, adicionar 6 pontos. 4 - quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade, não tendo muitas possibilidades de reversibilidade, adicionar 10 pontos.		
Tipo de impacto	Pontuação estimada	Pontuação alcançada
Supressão total da caverna (neste caso não há necessidade de ver os outros tipos de impacto caso haja esse tipo de impacto – pontuação encerrada aqui)	0 / 100	10
Supressão parcial da caverna	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Mudanças na dinâmica hídrica: rebaixamento do aquífero; alagamento parcial ou total; ressecamento de lagos e/ou lagoas cársticas; destruição de áreas de carga; entupimentos de condutos e consequentes alagamentos ou secamentos	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Alterações estruturais: rachaduras, deslocamentos, quebra de espeleotemas, abatimentos de blocos, colapso de estruturas cársticas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	4
Alterações do solo: erosão, impermeabilização, soterramento, entulhamento, pisoteio de formações delicadas, compactação de pavimento	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Poluição sonora: sobreposição acústica e/ou vibração	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Poluição da água subterrânea: eutrofização, diminuição de recursos orgânicos, disseminação de poluentes, contaminação das águas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Supressão da vegetação natural: desmatamento, queimada, diminuição de recursos orgânicos, aumento de espécies exóticas, disseminação de poluentes, acidificação do solo	0 / 2 / 4 / 6 / 10	6
Obras de alvenaria: iluminação, passarela, alterações microclimáticas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	4
Visitação desordenada/vandalismo: Lixo, pichação, alterações microclimáticas e outros tipos de vandalismo	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Alcance do impacto, levando em consideração a ação mais impactante: Se não há impacto - adicionar 0 pontos. Se o impacto é local - adicionar mais 5 pontos. Se o impacto for regional - adicionar mais 10 pontos Obs.: Local: quando o efeito se restringe ao próprio local da ação; Regional: quando o efeito se dissemina por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação.	0 / 5 / 10	5
Pontuação total		41

Tabela 2: Protocolo de avaliação rápida de estado de cavernas, segundo Donato et al. (2014).

Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada
Interno	Meio Biótico (MB_i)		
	Ocorrência de animais com troglomorfismo (como despigmentação, ausência de olhos, apêndices alongados etc.), possível troglóbio - animais restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos	Sim	1
		Não	0
	Grupo de animais encontrados nas cavernas (caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto)	Invertebrados ou vertebrados	1
		Invertebrados e vertebrados	2
	Riqueza de fauna interna de invertebrados (quanto maior a riqueza melhor – tende-se a aumentar o índice de diversidade). A pontuação deve ser dada a partir quantidade das morfoespécies encontradas. Caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto	1 a 35 espécies	1
		36 a 70 espécies	2
		≥ 71 espécies	3
	Riqueza de grupos de morcegos (observar guano existente dentro da caverna e se possível identificar as espécies). A pontuação deve ser dada pelo grupo encontrado com maior valor. Caso não haja morcegos não marcar= 0 ponto	Hematófago	1
		Carnívoro	2
		Insetívoro	3
		Nectarívoro / Frugívoro	4
	Sítio paleontológico: presença de fósseis (inteiros ou fragmentos de animais ou vegetais) e/ou icnofósseis (vestígios de atividade vital de antigos organismos, como pegadas e perfurações)	Sim	1
		Não	0
	Meio antrópico (MA_n_i)		
	Descaracterização visível do ambiente (agentes como: grades, lixo, pichação, iluminação artificial, dedetização, escadas, coleta predatória de componentes biológicos...)	Sim	0
		Não	1
	Sítio arqueológico - local com vestígios de atividades (pinturas, fogueiras, sepulturas, ferramentas de pedra lascada, etc.) de seres humanos que viveram antes do início de nossa civilização	Sim	1
		Não	0
	Beleza cênica (qualidade estética de uma paisagem aos olhos da população que a frequenta.)	Baixa	0
		Média	1
		Alta	2
	Patrimônio cultural (é o conjunto de todos os bens, materiais ou imateriais, que, pelo seu valor próprio, deve ser considerado de interesse relevante para a permanência e a identidade da cultura de um povo)	Sim	1
		Não	0
	Meio abiótico (MA_b_i)		
	Espeleotemas: em relação à quantidade de exemplares de tipos diferentes bem conservados	0	0
		1-2	1
3-4		2	
≥ 5		3	
Presença de corpo d'água permanente (rios, lagos, lagoas subterrâneos e/ou superficiais internos)	Sim	1	
	Não	0	

Tabela 2 (continuação).

Externo	Meio Biótico (MB_e)		
	Tipo de ocupação no entorno da caverna (principal atividade)	Vegetação natural (bioma característico da região)	2
		Pastagem, Agricultura, Monocultura, Reflorestamento	1
		Residencial, Comercial, Industrial	0
	Meio Abiótico (MA_b)		
	Heterogeneidade ambiental do Carste (presença de outras paisagens cársticas no entorno das cavernas – como lapiás, dolinas, uvalas, e poliés)	Sim	1
		Não	0
	Meio Antrópico (MA_n)		
	Localização em Unidade de Conservação	Proteção integral	2
		De uso sustentável	1
		Fora de UC	0
	Alteração antrópica de origem doméstica urbana ou industrial visível no ambiente (lixo, esgoto, fábricas, siderurgias, queimadas, plantas exóticas, coleta predatória de componentes biológicos)	Sim	0
		Não	1
	Presença de construções ou grandes modificações ambientais (como: estrada, núcleo urbano, mineração, agropecuária,...) medida por distância em m a partir da entrada da caverna	< 1000	0
1000 - 1500		1	
1500 - 2000		2	
> 2000		3	

Tabela 3: Classificação da caverna a partir do Índice de Conservação de Cavernas (ICC) indicando prioridade para ações de conservação e/ou restauração da caverna, segundo Donato et al. (2014).

Índice de Conservação	Classe da caverna
81-100%	Intensa
61-80%	Alta
41-60%	Média
21-40%	Moderada
0-20%	Baixa



Figura 2: Fotografias dos indivíduos coletados na caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. 1 e 2 - Ordem Blattodea; 3 - Ordem Araneae; 4 - Ordem Lepidoptera (lagarta); 5 - Ordem Hymenoptera; 6 - Ordem Coleoptera.

Tabela 4: Abundância absoluta dos taxa amostrados em diferentes substratos.

Taxa	Substrato				
	Rochas (Ro)	Guano seco (Gs)	Guano mole (Gm)	Serrapilheira (S)	Guano NI* (G)
Ordem Blattodea	2	2	3	-	-
Ordem Hymenoptera	-	6	-	1	-
Ordem Araneae	2	-	-	6	-
Ordem Lepidoptera	2	1	-	-	3
Ordem Diptera	-	1	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	5	-	-

*Ni - Não identificado

A Tabela 4 indica a presença dos taxa em cinco substratos diferentes e suas respectivas abundâncias. Não houve diferença significativa da macrofauna da caverna Toca da Raposa entre os diferentes substratos (K-W; H= 9,733; p= 0,119) e entre os quadrantes (K-W; H= 9, 273; p= 0,260).

As observações feitas na caverna nos possibilitaram caracterizá-la em seus pontos positivos e negativos. Na caverna observamos formações de espeleotemas, como estalagmites, estalactites e escorrimentos; ocorrência de quatro espécies de morcegos (*Desmodus rotundus* Geoffroy, 1810; *Lonchorhina aurita* Tomes, 1863; *Natalus macrourus* Gervais, 1856; e *Phyllostomus hastatus* Pallas, 1767), várias espécies de artrópodes (Tabela 4) e anfíbios (*Leptodactylus vastus* Lutz, 1930). Vestígios de ações antrópicas como pichações, instalação de corrimão para facilitar o acesso, presença de lixo, restos de madeira, rachaduras, desabamento de blocos em seu interior, danos nas estruturas espeleológicas e compactação do solo foram observados.

O resultado obtido por meio do Protocolo de Avaliação Rápida de Impacto Ambiental relacionado à caverna foi de 41%, colocando a caverna na categoria Vulnerável (VU), que apresenta alterações de origem antrópica perceptíveis podendo causar declínios locais nas populações naturais. Entretanto ocorre manutenção da integridade da paisagem com processos ecológicos não defasados. Com o Protocolo de

Avaliação Rápida de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração obteve-se média vulnerabilidade para priorização de conservação/restauração. E a partir dessas avaliações, foi obtido um Índice de Conservação de Cavernas (ICC) de 14%, apresentado baixa prioridade de conservação/restauração (Mo), segundo critérios presentes em DONATO et al. (2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostra que o substrato caracterizado como guano seco apresentou os maiores valores nos índices de riqueza e diversidade de espécies, Margalef e equitabilidade. Acreditamos que as contradições entre os índices Berger-Parker que mostra que não houve uma dominância marcante de algum táxon no guano seco, e os valores obtidos no índice de Simpson, que mostra uma grande probabilidade de que os indivíduos coletados nesse substrato façam parte do mesmo grupo esteja relacionada com o baixo esforço amostral, por ter ocorrido somente uma coleta, com um pequeno número de espécimes.

A partir do Protocolo Rápido de Impacto Ambiental, a Toca da Raposa foi enquadrada na categoria relativamente estável com manutenção da integridade da paisagem e processos ecológicos. Entretanto, o Índice de Conservação de Cavernas (CCI) considerado moderado (Mo).

REFERÊNCIAS

- DAVID LH. Ecosistemas Cavernícolas. [monografia]. Brasília: 2002. **UniCEUB**. 26 p.
- DONATO CR et al. A conservation status index, as an auxiliary tool for the management of cave environments. **International Journal of Speleology**. 2014. 43(3), 315-322.
- DONATO CR et al. Análise preliminar da classificação ecológica dos representantes faunísticos da caverna de Pedra Branca, Laranjeiras, Sergipe. In: **Congresso internacional sobre manejo de fauna silvestre na Amazônia e América Latina**. 2006a.
- DONATO CR et al. Ocorrência de *Cardisoma guanhumí* (Decapoda, Gecarcinidae) na caverna de Pedra Branca, Laranjeiras, Sergipe. In: **Congresso internacional sobre manejo de fauna silvestre na Amazônia e América Latina**. 2006b.
- DONATO CR, RIBEIRO AS. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos de Geografia**. 2011 Dec; 12(40): 243 – 255.
- DONATO, C. R. Análise de impacto sobre as cavernas e seu entorno no Município de Laranjeiras, Sergipe. [dissertação]. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 198 p., 2011.



- FERREIRA AS, DANTAS MAT, DONATO CR. Ocorrência de *Leptodactylus vastus* Lutz, 1930 (AMPHIBIA-ANURA: LEPTODACTYLIDAE) na caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. In: Proceedings of the **30 Congresso Brasileiro de Espeleologia**, Minas Gerais. 2009. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais30cbe/30cbe_057-062.pdf.
- PINTO-DA-ROCHA R. Invertebrados cavernícolas da porção meridional da província espeleológica do Vale do Ribeira, sul do Brasil. **Revta bras. Zoo.** 1993; 10(2): 229-255.
- RAFAEL JA, MELO GAR, CARVALHO CJB, CASARI SA, CONSTATINO R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Holos Editora; 2012. 810p.
- SANTANA MEV, SOUTO LS, DANTAS MAT. Diversidade de invertebrados cavernícolas na Toca da Raposa (Simão Dias-Sergipe): o papel do recurso alimentar e métodos de amostragem. **Scientia Plena.** 2010. 6(12):1-8.
- THOMPSON, GG. et al. Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit- trapping in Western Australia. **Austral Ecology**, v. 28, n. 4, p. 361-383, 2003.