

Diversidade de invertebrados cavernícolas na Toca da Raposa (Simão Dias - Sergipe): o papel do recurso alimentar e métodos de amostragem

M. E. V. Santana¹, L. S. Souto¹, M. A. T. Dantas²

¹Centro da Terra - Grupo Espeleológico de Sergipe, ²Núcleo de Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

(Recebido em 08 de junho de 2010; aceito em 01 de dezembro de 2010)

Cavernas são ecossistemas caracterizados por uma elevada estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz. Estas características fazem das cavernas locais ideais para a pesquisa ecológica, uma vez que as interações que governam a diversidade de espécies e a estrutura das comunidades em seu interior diferem marcantemente daquelas observadas em outros ecossistemas. Devido à ausência de organismos fotossintetizantes, um dos principais recursos alimentares em cavernas são os depósitos de fezes de morcegos, conhecidos como guano. Apesar da existência de 29 registros de cavernas, a fauna de invertebrados cavernícolas no Estado de Sergipe permanece praticamente desconhecida. Este trabalho teve por objetivo testar se a diversidade de invertebrados em áreas com guano difere das áreas sem a sua influência, utilizando doze armadilhas do tipo "Pitfall" e coletas manuais na Toca da Raposa, localizada no município de Simão Dias, estado de Sergipe. A diversidade de táxons variou entre os métodos de coleta, mas não diferiu entre os dois tratamentos. Entre os táxons amostrados, destaca-se o predomínio de morfoespécies de aranhas, pseudoescorpiões e milípedes, coletados exclusivamente pelo método manual e de formigas, collembolas e ácaros, pelo método de pitfall. Tais resultados sugerem que a associação desses dois métodos é de suma importância para uma amostragem representativa dos locais de caverna. O presente estudo representa o primeiro levantamento de invertebrados cavernícolas no Estado de Sergipe. Palavras-chave: Carste, bioespeleologia, comunidades, estrutura trófica.

Caves are ecosystems characterized by high environmental stability and permanently lightless. These characteristics make the caves ideal sites for ecological research since the interactions that govern species diversity and community structure within these habitats differ markedly from those observed in other ecosystems. Owing to absence of photosynthetic organisms, a major food resources in caves are deposits of bat droppings, known as guano. Despite the existence of 29 records of caves in Sergipe State, their invertebrate fauna remains largely unknown. This study aimed to survey and test whether the diversity of invertebrates in areas with guano differs from areas without its influence, using twelve "Pitfall" traps and manual collection in the largest cave of Sergipe, located at the municipality of Simão Dias. The diversity of taxa varied between sampling methods, but did not differ between treatments. We found a predominance of morphospecies of spiders, millipedes and diplopods collected exclusively by manual sampling and ants, collembolas and mites, by pitfall method. These results suggest that the association between these two sampling methods is crucial to make a representative sampling of the cave. This study represents the first qualitative survey of invertebrates in a cave from the state of Sergipe. Key words: Carst, bioespeleology, communities, trofic web.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém um dos mais valiosos e diversificados patrimônios espeleológicos do mundo [1]. Em Sergipe verificam-se 29 indicações sobre a existência de cavernas, destas 21 catalogadas junto a Sociedade Brasileira de Espeleologia, entre as mais de 4.153 cavidades já catalogadas no país [2], sendo estas caracterizadas por um menor porte quando comparadas com as potencialidades cársticas brasileiras. Apesar da sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas, a fauna cavernícola do país começou a ser alvo de estudos mais detalhados somente a partir da década de 80 [3] e em Sergipe, tais estudos permanecem incipientes.

A característica mais marcante do ambiente de cavernas é a ausência permanente da incidência de luz e uma elevada estabilidade ambiental, inviabilizando a ocorrência de organismos fotossintetizantes e pouca alteração dos fatores microclimáticos, como temperatura

e umidade [4, 5]. A distribuição dos organismos nesses ambientes pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a disponibilidade de recursos alimentares [6].

Muitos organismos colonizam a zona de entrada das cavernas, em virtude da maior incidência de luz, de forma que a distância da entrada até seu interior também pode ser um importante fator na distribuição de alguns grupos [7].

De maneira geral, organismos cavernícolas podem ser classificados em três categorias [9]: (1) Troglóxenos que são regularmente encontrados no ambiente subterrâneo (também chamado hipógeo), mas precisam sair da caverna para completar o ciclo vital (e.g. morcegos); (2) Troglófilos, podem completar seu ciclo de vida no meio epígeo e/ou hipógeo (e.g. aranhas); (3) Troglóbios que se restringem ao ambiente cavernícola e podem apresentar adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais, que provavelmente evoluíram em resposta às pressões seletivas presentes em cavernas. Nestes organismos há freqüentemente redução de estruturas oculares, despigmentação e o alongamento de apêndices sensoriais [8].

Em cavernas permanentemente secas, o guano (acúmulo de fezes) depositado pelos morcegos no interior das cavernas é a principal fonte de matéria orgânica, influenciando a estrutura da comunidade, como a riqueza, abundância e a complexidade da cadeia alimentar [4, 10]. Os tipos de guano variam de acordo com dieta dos morcegos (frutos, sangue ou insetos) permitindo o desenvolvimento de diferentes comunidades de invertebrados [10].

Com a ausência de produtores primários, prevalecem as comunidades de organismos detritívoros/onívoros e predadores de topo [10]. Por esse motivo, a predação torna-se a interação biológica mais importante e o principal fator de regulação populacional, ao contrário de outros ecossistemas terrestres, onde a competição intra e interespecífica prevalecem na regulação da estrutura das comunidades [11].

Estudos sobre a diversidade de espécies cavernícolas são, em sua maioria, baseados em coletas ativas manuais [10, 12, 13]. Entretanto, apenas a coleta manual pode subestimar a amostragem de espécies raras ou de tamanho corporal reduzido, ou aquelas que apresentem atividade por curtos períodos de tempo [4]. Nesse caso, a utilização de outros métodos de coleta pode aumentar a eficiência do levantamento faunístico do local.

O presente estudo objetivou testar a influência do guano na diversidade e abundância de invertebrados na caverna Toca da Raposa, município de Simão Dias, Sergipe, utilizando-se dois métodos de coleta. Considerando a escassez de trabalhos sobre a diversidade de invertebrados cavernícolas no Estado de Sergipe, o levantamento da fauna poderá contribuir para o conhecimento da composição e da estrutura destas comunidades, assim como ressaltar a importância de sua conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Toca da Raposa está localizada na fazenda Manoel Roque (10°44'18"S e 37°48'40"W), no domínio da Caatinga, em uma área de cultivo de palma forrageira, no município de Simão Dias, Sergipe (Figura 1 A). A cavidade estudada apresenta três compartimentos, sendo uma das maiores cavernas localizadas no Estado, apresentando cerca de 130 metros de extensão e 5 m de largura. A entrada da cavidade é estreita e de difícil acesso (Fig. 1B), o assoalho é pedregoso em toda a sua extensão, com diversos depósitos de guano de morcegos. A zona fótica é limitada pela área da entrada, não se estendendo por mais de 15 m pelo conduto principal. Os depósitos de guano estavam localizados a partir de 5 m da entrada, sendo oriundos de morcegos hematófagos, frugívoros e insetívoros. Entretanto, apenas as manchas de guano de morcegos hematófagos foram utilizadas, uma vez que essas manchas representam mais de 90% do total. Na Toca da Raposa, áreas com guano são bem visíveis e concentradas em pontos específicos da gruta, essencialmente nos pontos de pouso e descanso das colônias de morcegos. Nesses locais, a mancha de guano atinge de 0,3 a 1 m², sendo a sua parte central mais fresca e as bordas correspondendo o material mais antigo. Nas áreas onde os morcegos não ocorrem, a falta de deposição da matéria orgânica, cria um mosaico de manchas de solo nu, com área de até 5 m², localizadas principalmente nas bordas da caverna.

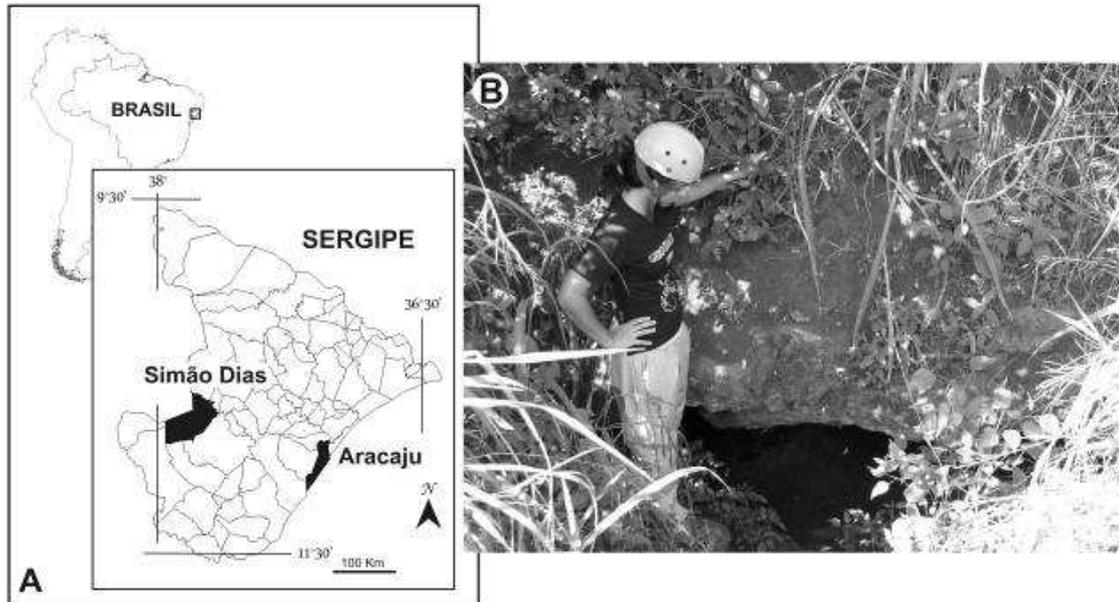


Figura 1. (A) Localização do município de Simão Dias, Sergipe, Brasil; (B) Entrada da Toca da Raposa (Foto: Centro da Terra – Grupo Espeleológico de Sergipe, 2007).

As amostragens foram feitas por todo o conduto da caverna, por meio de duas coletas manuais e por armadilhas de solo tipo “Pitfall”, no mês de abril de 2009. Foram instaladas 12 armadilhas, em locais com e sem guano. Para se isolar o efeito da coleta sobre áreas de guano ou controle, foram selecionadas doze manchas de guano de no máximo $0,5 \text{ m}^2$ distantes, no mínimo, 2m de outras manchas próximas. Adicionalmente, foram selecionadas as maiores manchas de solo controle dentro da caverna, sendo que cada uma foi demarcada de forma que as armadilhas ficassem localizadas exatamente no centro dessas manchas e com distância mínima de 2 m das manchas de guano. Caso o guano fosse o fator determinante para a distribuição de invertebrados na caverna, esperava-se que armadilhas provenientes das pequenas manchas isoladas teriam maior riqueza e abundância do que as armadilhas das manchas controle. As armadilhas consistiam de recipientes de 200 ml com cerca de 50 ml de solução de álcool 70% e detergente, os quais foram etiquetados e enterrados ao nível do solo, no substrato da caverna, permanecendo por sete dias no local, tempo suficiente para neutralizar qualquer estresse provocado durante a montagem do experimento. Após esse período, o conteúdo das armadilhas foi armazenado em álcool 70%.

As coletas manuais efetivaram em todos os salões e espaços acessíveis com o auxílio de pinças e pincéis, nos locais próximos a cada armadilha. A primeira coleta foi realizada uma hora antes da instalação das armadilhas e a segunda foi feita no sétimo dia, uma hora após a retirada das mesmas. Em cada ponto amostral, dois coletores permaneceram por quinze minutos. O material coletado foi posteriormente triado e identificado em nível de morfoespécies. A identificação das morfoespécies foi realizada por meio de chaves taxonômicas dos diferentes grupos até o nível específico, quando possível.

Para testar o efeito do guano sobre o número de táxons encontrados foi feita análise de variância (ANOVA), seguida de análise de contraste *a posteriori*, sendo o número de táxons por armadilha a variável resposta e o tratamento (guano ou controle) a variável explicativa. O mesmo procedimento foi aplicado para comparar os dois métodos de coleta. A diversidade de espécies e a similaridade dos táxons entre os tratamentos e métodos de coleta foram calculados pelo índice de Shannon-Wiener (H') e Jaccard (J) [14]. A partir da matriz de similaridade obtida foi feita uma análise de agrupamento (“cluster analysis”) a fim de se verificar como os tratamentos e os métodos de coleta se agrupavam em função das morfoespécies encontradas [12].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados um total de 112 indivíduos, distribuídos em 15 morfoespécies. Os grupos com maior riqueza de morfoespécies, respectivamente, foram: Formicidae (44%), Dictyoptera (Blattellidae e Blattidae) (15%), Lepidoptera (Tineidae) (14%), Araneae (Sicariidae, Lycosidae e Pholcidae) (11%), Isopoda (*Oniscus* sp.) (7%), Coleoptera (Tenebrionidae) (3%), Millipede (2%), Collembola, Acari, Pseudoscorpionida e Diplopoda (1%) (Tabela 1).

Tabela 1. Fauna de invertebrados encontrada na Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe, Brasil, em áreas de amostragem sob o guano ou em áreas sem a influência de guano. Ab = Abundância; Riq. = Riqueza; (L) = larva.

Taxa	Morfoespécies	Guano				Não-Guano			
		Pitfall		Manual		Pitfall		Manual	
		Ab	Riq	Ab	Riq	Ab	Riq	Ab	Riq
Coleoptera	Tenebrionidae	1	1	1	1	-	-	-	-
	Tenebrionidae (L)	-	-	-	-	-	-	1	1
Pseudoscorpionida	Garypidae	-	-	1	1	-	-	-	-
Diplopoda	Spirostreptida	-	-	1	1	-	-	-	-
Dictyoptera	Blattellidae	4	2	3	2	-	-	4	1
	Blattidae	-	-	3	1	-	-	3	1
Araneae	Sicariidae	-	-	9	2	-	-	1	1
	Lycosidae	-	-	1	1	-	-	-	-
	Pholcidae	-	-	1	1	-	-	-	-
Millipede	<i>Scutigera</i> sp.	-	-	2	1	-	-	-	-
Collembola	Collembola	-	-	-	-	1	1	-	-
Formicidae	<i>Labidus</i> sp.	22	1	-	-	12	1	-	-
	<i>Solenopsis</i> sp.	3	1	-	-	12	1	-	-
Acari	Metastigmata	-	-	-	-	1	1	-	-
Isopoda	<i>Oniscus</i> sp.	1	1	3	1	2	1	2	1
Lepidoptera	Tineidae	12	1	1	1	2	1	-	-
	Tineidae (L)	2	1	-	-	-	-	-	-
Total		45	8	26	13	30	6	11	5

Em relação à preferência de hábitat, 13 morfoespécies foram amostradas nos depósitos de guano, tanto nos pitfalls como manualmente, sendo 5 morfoespécies (30%) coletadas exclusivamente nesse substrato. Por outro lado, 10 morfoespécies foram amostradas nas áreas controle, sendo Collembola e Acari grupos exclusivos desses locais (Tabela 1). Considerando apenas a presença ou não de guano, o índice de diversidade de Shannon-Wiener nas áreas com guano foi maior do que nas áreas controle ($H' = 2,05$ e $H' = 1,87$, respectivamente). Entretanto, a análise de similaridade indicou que as comunidades foram mais associadas ao método de coleta do que ao tratamento (Figura 2).

Considerando apenas os pitfalls, o guano não afetou significativamente o número de táxons amostrados ($F = 0.21$, $df = 10$, $p = 0.65$) (Figura 3), bem como não houve diferença significativa entre os pontos de coleta para os táxons ($F = 0.22$, $df = 10$, $p = 0.64$), nem para a abundância de indivíduos das morfoespécies ($F = 0.91$, $df = 10$, $p = 0.36$). A coleta manual, por sua vez, foi significativamente mais eficiente no guano do que na área controle ($F = 18.22$, $df = 10$, $p < 0.01$) (Figura 3). Entretanto, essa diferença pode ter sido um artefato amostral, uma vez que na caverna Toca da Raposa áreas livres da influência de guano representam apenas uma pequena fração da área total da caverna nos últimos 15 metros do salão.

Os grupos amostrados no presente trabalho se assemelham ao de outros estudos realizados em cavernas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, como o Estado de Minas Gerais [8, 10, 15] e Goiás [16], indicando que a fauna de invertebrados da caverna Toca da Raposa possui similaridade com outras cavernas do Brasil. Outro aspecto a ser destacado é a menor abundância e diversidade encontrada no presente estudo, quando comparada com os trabalhos acima citados.

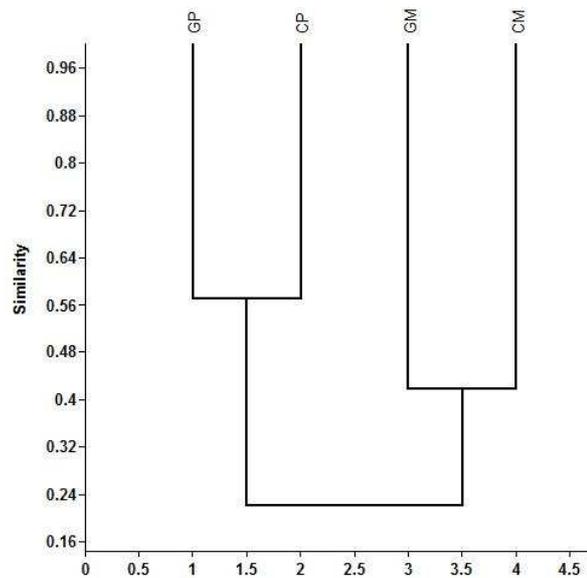


Figura 2. Agrupamento da similaridade (Jaccard) da comunidade de invertebrados cavernícolas amostrada. GP = Coleta em Guano com Pitfall; CP = Controle com Pitfall; GM = Coleta manual em Guano; CM = Coleta manual em área controle.

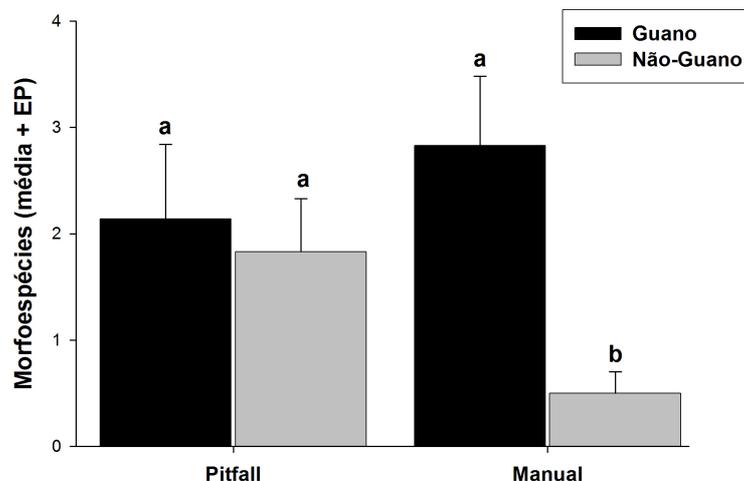


Figura 3. Número médio de morfoespécies amostradas por tratamento e por método de coleta. Letras diferentes indicam que os tratamentos são significativamente diferentes ($\alpha < 0,05$).

Em um desses estudos [8], por exemplo, foram amostrados 2.799 indivíduos, distribuídos em 27 morfoespécies e coletadas exclusivamente pelo método manual, em uma única coleta. Em outro trabalho foram amostrados 1746 indivíduos, distribuídos em 25 morfoespécies na Gruta dos Ecos (GO), coletados com pitfalls de solo instalados por três dias [16]. A explicação para essas diferenças em riqueza e abundância reside no maior esforço amostral (número de armadilhas ou transectos lineares), maior espaço interno das cavernas e a utilização de iscas nas armadilhas de solo. No presente estudo, a utilização de iscas foi evitada, tendo em vista que a reduzida área interna da Toca da Raposa quando comparada à Gruta dos Ecos, acarreta na pequena distância entre os depósitos de guano e os locais sem a sua influência. A isca, dessa forma, poderia mascarar o efeito do guano nas armadilhas. Amostragens de apenas um dia são comuns em cavernas em virtude da pouca influência da sazonalidade climática nesses ambientes [4].

Entre os táxons amostrados, destaca-se o predomínio de morfoespécies de formigas pelo método de pitfall e de aranhas, pseudoescorpiões e milípedes, coletados exclusivamente pelo método manual. A maior similaridade entre métodos de coleta, independente do local amostrado, sugere que a associação desses dois métodos é de suma importância para se fazer uma amostragem representativa dos locais de caverna.

Em relação à estrutura da comunidade amostrada, algumas diferenças em relação a outros ecossistemas cavernícolas podem ser notadas. A ocorrência de apenas uma espécie de Acari na Toca da Raposa não concorda com os resultados encontrados por outros autores, que apontam Acari como a ordem mais diversificada e abundante em guano [7, 17]. Tal situação pode ser explicada pelo fato de que Acari é um grupo muito encontrado em depósitos mais antigos. Grande parte dos depósitos na área de estudo é recente ou de acumulação constante, o que pode dificultar a colonização por espécies de sucessão tardia, como Acari.

De maneira geral, nos ecossistemas terrestres a diversidade e abundância dos organismos estão diretamente relacionadas à disponibilidade de recursos [11]. Entretanto, em ambientes cavernícolas a taxa de depósito de guano muitas vezes supera a taxa de consumo. Nestes casos, flutuações numéricas nas populações presentes em guano podem estar mais ligadas à “qualidade” do que à quantidade deste recurso [18]. Nesse caso, guanos de diferentes origens (hematófagos, frugívoros ou insetívoros) podem apresentar diversidade diferenciada e a qualidade do guano pode influenciar a riqueza e diversidade locais [13]. No presente estudo apenas o guano de morcegos hematófagos foi amostrado, diminuindo possíveis influências da qualidade do recurso sobre os resultados.

Os resultados obtidos pela ANOVA nos permitem sugerir que a Caverna de Simão Dias apresenta um assoalho homogêneo, com os diferentes grupos taxonômicos tendo acesso a vários locais dos salões, não se restringindo aos locais de depósito de guano. Além disso, a alta densidade de morcegos nos últimos 15 metros da cavidade faz com que os locais sem a deposição de guano sejam restritos às áreas laterais, fato comprovado durante o estabelecimento dos locais controle. O excesso de guano no assoalho é, possivelmente, uma característica marcante em cavernas de Sergipe, tendo em vista que grandes depósitos de guano também foram relatados na Caverna do Urubu, localizada no município de Riachuelo, Centro-Leste do Estado [19].

Em relação à estrutura trófica da comunidade cavernícola encontrada, observou-se uma predominância de grupos detritívoros/onívoros como Tenebrionidae, Blattellidae, Blattidae e *Oniscus* sp., além de grupos essencialmente predadores, como *Scutigera* sp., *Solenopsis* sp., *Labidus* sp. e as diferentes morfoespécies de Araneae. Também foi observada alta concentração de lepidópteros (Teneidae) na parte final do salão, sendo encontradas algumas pupas e larvas no substrato de guano. Nesse local, além das mariposas adultas, foi observada uma alta concentração de aranhas nas paredes. Possivelmente, teneídeos sejam a principal fonte de alimento para a fauna de aranhas da caverna. Por outro lado, a presença de larvas e pupas de lepidópteros e coleópteros no substrato indica uma importante fonte de recurso para outros predadores, como *Solenopsis* sp. e as formigas de correição (*Labidus* sp.). Em ambientes cavernícolas as formigas são consideradas organismos troglóxenos [4] e sua ocorrência comumente se restringe às áreas claras, próximas às entradas. As duas espécies amostradas, *Labidus* sp. e *Solenopsis* sp., são predadoras generalistas e sua ocorrência em ambientes cavernícolas é ocasional [20], explicando sua ausência na coleta manual. Ao contrário da distribuição das aranhas, amostradas mais ao fundo da caverna, todas as formigas foram coletadas em armadilhas localizadas a, no máximo, 15 metros da entrada da caverna, indicando que estas espécies utilizam o primeiro salão como sítio de forrageamento. Futuros estudos poderão esclarecer quais espécies efetivamente são predadas por este grupo e a importância dessas interações sobre a estrutura das comunidades de invertebrados cavernícolas.

4. CONCLUSÕES

Tratando-se de um levantamento preliminar de uma caverna pouco explorada, as definições devem ser tomadas com muita cautela. Apesar da riqueza e abundância de morfoespécies não

ter diferido entre os tratamentos (guano ou sem guano) com pitfall, houve em alguns grupos uma evidente preferência por habitat, pois um terço da fauna cavernícola está associada aos depósitos de guano. A localização dos pontos também não afetou o número de táxons amostrados, indicando que a distância da abertura da caverna seja um fraco indicador de alta diversidade para a gruta da Toca da Raposa, ao contrário do que ocorre em outras cavernas da Região Sudeste [10]. A pouca área sem guano nas partes mais fundas do salão da caverna, pode ter sido um artefato amostral para as coletas manuais, além disso, a baixa luminosidade em grande parte do salão pode ter contribuído para os resultados encontrados, pois organismos que preferem áreas de penumbra ou mais iluminadas ficam restritos aos primeiros 15 metros da caverna.

Futuros estudos que associem a luminosidade e qualidade do recurso (tipo de guano) sobre a diversidade da fauna cavernícola são necessários para uma caracterização mais precisa dos fatores que governam a estrutura dessas comunidades. Apesar de diversos estudos comprovarem que fatores ambientais externos como a sazonalidade climática não afetam o ambiente cavernícola, faz-se necessário estudos futuros testando o efeito da sazonalidade climática sobre a fauna da caverna Toca da Raposa.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as alunas Christiane R. Donato e Débora M. Oliveira, pelo auxílio nas coletas de campo e triagem do material em laboratório. À FAPITEC, pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora e aos revisores anônimos pelas críticas e sugestões à versão preliminar.

-
1. SANTOS, D.B.; OLIVEIRA, D.A. de; MENEZES, H.J.S. Registros preliminares de cavidades naturais em Sergipe. In: WORKSHOP ARQUEOLÓGICO DE XINGÓ, 2, Canindé do São Francisco, SE. *Anais...* p. 117-122. (2002).
 2. DANTAS, M.A.T.; DONATO, C.R.; ALMEIDA, E.A.B. de; BARRETO, E.A. de S.; SILVA, E.J. da; SOARES, R.S.; BARROS NETO, H.M.C. de; FERREIRA, A.S.; SOUZA, S.S. de; SANTANA, M.E.V.; OLIVEIRA, D.M. de. Inventário Espeleológico de Sergipe: as cavernas do município de Laranjeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 30, Montes Claros, MG. *Boletim de Resumos*. (2009).
 3. TRAJANO, E. & MOREIRA, J.R.A. Estudo da Fauna de Cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba, Pará. *Revista Brasileira de Biologia.*, 51(1):13-29 (1991).
 4. CULVER, D.C. *Cave Life*. Massachusetts and London, England., Harvard University Press. Cambridge, 189 pp. (1982).
 5. HOWARTH, F.G. Ecology of Cave Arthropods. *Annual Review of Entomology.*, 28:365-389 (1983).
 6. FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. Diversity and Distribution of Spider Associated with Bat Guano Piles in Morrinho Cave (Bahia State, Brazil). *Diversity and distributions.*, 4(2):235-241 (1988).
 7. FERREIRA, R.L. & P.S. POMPEU. Fatores que influenciam a riqueza e a diversidade da fauna associada a depósitos de guano na Gruta Taboa, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. *O Carste.*, 2(9):30-33 (1997).
 8. SILVA, M.S.; BERNARD, L.F.O.; FERREIRA, R.L. Caracterização Sistêmica da Gruta da Lavoura (Matozinhos, MG): Aspectos Topoclimáticos, Trófico Biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 10, Campinas, SP. *Boletim de Resumos*. (2005).
 9. HOLSINGER, J.R. & CULVER, D.C. The Invertebrate Cave Fauna of Virginia and Part of Eastern Tennessee: Zoogeography and Ecology. *Brimleyana Raleigh.*, 14(1):1-162 (1988).
 10. FERREIRA, R.L. & R.P. MARTINS. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology.*, 12(2):231-252 (1999).
 11. KREBS, C.J. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6th ed. San Francisco, Benjamin Cummings, 655 pp. (2008).
 12. GOMES, F.T.M.C.; FERREIRA, R.L.; JACOBI, C.M. Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. *Revista Brasileira de Zoociências.*, 2(1):77-96 (2000).

13. BAHIA, G.R.; FERREIRA, R.L. Influência das características físicoquímicas e da matéria orgânica de depósitos recentes de guano de morcego na riqueza e diversidade de invertebrados de uma caverna calcária. *Revista Brasileira de Zoociências.*, 7(1):165-180 (2005).
14. RODRIGUES, W.C. DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>>. (2007).
15. FERREIRA, R.L. & HORTA, L.C.S. Natural and Human Impacts on Invertebrate Communities in Brazilian Caves. *Revista Brasileira de Biologia.*, 61(1):7-17 (2001).
16. JORDÃO, F. S. Levantamento da fauna de invertebrados da Gruta dos Ecos (GO) durante a estação chuvosa: dados preliminares para elaboração do plano de manejo espeleológico (PME). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, Januária, MG. *Boletim de Resumos.* 2003.
17. GNASPINI-NETTO, P. Análise comparativa da fauna associada a depósitos de guano de morcegos cavernícolas no Brasil. Primeira aproximação. *Revista Brasileira de Entomologia.*, 33(2):183-192 (1989).
18. DECU, V. Some considerations on the bat guano synusia. *Travail du Institut de Spéologie "Emile Racovitza"*, 25(1):41-51 (1986).
19. LEÃO, T.C.C.; LOBO, D.; DA SILVA, E.J. Conservação, Geologia e levantamento da fauna de invertebrados associados ao guano da Caverna do Urubu (SE-10), Riachuelo, Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, Januária, MG. *Boletim de Resumos.* (2003).
20. HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. *The ants.* Berlin, Springer, 732pp. (1990).