

REB Volume 6 (1): 48-68, 2013

ISSN 1983-7682

Revista Eletrônica de Biologia

Fauna de invertebrados em cavernas de calcário na região de Córrego Fundo, Minas Gerais, Brasil

Invertebrate fauna in limestone caves in the region of Córrego Fundo, Minas Gerais, Brasil

Luiz Gustavo Souto Soares ¹, Antonia Figueira Van de Koken ¹, Mariana Barbosa Timo ², Rubens Pereira da Silva ³

¹Mestre em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, MG; ²Mestranda do Curso de Pós Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, MG; ³Historiador pela Universidade Federal de Ouro Preto, MG.

E-mail contato: gustavobiocave@gmail.com.

Resumo

A fauna cavernícola brasileira começou a ser mais estudada a partir da década de 80, e desde então tem crescido o número de publicações sobre as comunidades cavernícolas do país. No presente estudo avaliamos a riqueza, abundância, diversidade e alguns fatores físicos e abióticos que afetam estas comunidades de invertebrados em 28 cavernas calcárias situadas no município de Córrego Fundo, Minas Gerais. Foram observados 9.911 indivíduos, distribuídos em 113 morfo-espécies. Foram encontrados 2 indivíduos de Opiliones (Tricommatinae) com características troglomórficas (despigmentação e anoftalmia). A Caverna da Clarabóia apresentou a maior riqueza (41 spp.). Houve uma correlação positiva entre a abundância e riqueza de espécies com tamanho da caverna, evidenciando uma relação entre espécie-área. A riqueza e abundância responderam às condições abióticas dentro das cavernas. A diversidade de Shannon média obtida para as 28 cavernas estudadas foi de 1,83. As cavernas do Tamanduá ($H' = 3,099$) e Clarabóia ($H' = 3,092$) apresentaram os maiores índices de diversidade. A Caverna CN18 apresentou a maior equitabilidade ($J = 0,8986$). A caverna da Presa apresentou a maior dominância ($D = 0,8829$). A curva cumulativa de espécies não estabilizou, indicando

que a comunidade de invertebrados das 28 cavernas estudadas em Córrego Fundo provavelmente seja maior.

Palavras-Chave: Riqueza, Abundância, Diversidade, Invertebrados, Cavernas,

Abstract

The Brazilian cave fauna began to be more studied from the 1980s, and has since grown the number of publications on the cave communities in the country. In this study we evaluate the richness, abundance, diversity and some physical and abiotic factors that affect these invertebrate communities in 28 limestone caves located in Córrego Fundo, Minas Gerais. About 9.911 individuals were observed, distributed in 113 morpho-species. Two Opiliones (Tricommatinae) presented troglomorphic traits (depigmentation and lack of the eyes). Cave Clarabóia presented the largest richness (41 spp.). There was a positive correlation between abundance and species richness with size of the cave, evidence of a species-area relationship. The richness and abundance answered abiotic conditions inside the caves. The “Shannon” diversity average score for the 28 caves studied was 1.83. The caves of Tamanduá ($H' = 3.099$) and Clarabóia ($H' = 3.092$) presented the largest diversity indices. Cave CN18 presented the largest equitability ($J = 0.8986$). Cave Presa presented the largest dominance ($D = 0.8929$). The cumulative curve of species not stabilized, indicating that the invertebrate community from 28 caves studied in Córrego Fundo is likely greater.

Key-words: Richness, Abundance, Diversity, Invertebrates, Caves.

1. Introdução

O ambiente cavernícola pode ser caracterizado por apresentar uma tendência à estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz em alguns pontos (BARR, 1967; POULSON, T.L & WHITE, 1969; HOWARTH, 1983). Como a luminosidade é um fator limitante no interior da caverna, esse ambiente pode ser dividido em três categorias: (1) zona eufótica ou de entrada: região caracterizada pela incidência direta de luz próxima à entrada da caverna; (2) zona disfótica ou de penumbra: região que recebe luz indiretamente; e (3) zona afótica: região com completa ausência de luz (VANDEL, 1964; BARR, 1968; POULSON, T.L & WHITE, 1969). Organismos que possuem maior tolerância à luz podem ser mais encontrados nas zonas próximas à entrada, já organismos com maior sensibilidade à luz podem ser encontrados em locais mais profundos (CULVER, D.C. & PIPAN, 2010).

Além da luminosidade, a distribuição dos organismos no interior das cavernas pode ser influenciada por outros fatores, dentre os principais, recursos alimentares, umidade e temperatura (POULSON, T.L & WHITE, 1969). O tipo e a qualidade do recurso e a forma de disseminação no sistema são determinantes importantes da composição e abundância da fauna cavernícola (FERREIRA, 2004). Além disso, os recursos alimentares provenientes do meio externo mantêm populações de organismos de todos os níveis tróficos presentes nas cavernas (FERREIRA, R.L.; MARTINS, 1999; TRAJANO, 2000).

Por não apresentar organismos fotossintetizantes por conta da ausência de luz dentro das cavernas (GOMES, F.T.M.C.; FERREIRA, R.L. & JACOBINI, 2000), a fonte de recursos na maioria dos sistemas cavernícolas é quase exclusivamente importada do meio epígeo (MOHR, C.E. & POULSON, 1966; BARR, 1968). Os principais recursos são provenientes das chuvas, que levam através de enxurradas restos tanto animal quanto vegetal; através do vento; e carregado por animais, na forma de fezes e/ou cadáveres (CULVER, 1982).

Assim, uma ampla variedade de organismos pode ser encontrada em ambientes subterrâneos por diversas razões, inclusive por acaso ou por acidente. Existem os organismos que utilizam esse ambiente temporariamente, considerados visitantes temporários, e os que utilizam permanentemente, considerados residentes (CULVER, D.C. & PIPAN, 2010). Um dos principais interesses no estudo da fauna cavernícola é verificar se existem espécies que dependem exclusivamente e completam seu ciclo de vida somente neste ambiente e possuam características como ausência e/ou redução dos olhos, despigmentação e apêndices alongados que indiquem essa especialização, chamados troglóbios. Além dos troglóbios, existem os troglófilos, que podem completar seu ciclo de vida tanto no meio subterrâneo quanto no meio epígeo; os trogló Xenos, que podem ser encontrados no meio subterrâneo, mas dependem do meio epígeo para completar seu ciclo de vida (CULVER, D.C. & PIPAN, 2010).

Os primeiros relatos de estudos bioespeleológicos no Brasil foram entre o final do século 19 e início do século 20, pelo topógrafo alemão Krone, notável por realizar as primeiras explorações sistemáticas de cavernas do Alto do Ribeira (TRAJANO, E & BICHUETTE, 2006). Dessa época até a década de 1980, os estudos foram limitados principalmente a levantamentos faunísticos e às descrições de táxons isolados como, por exemplo, os de Mello-Leitão (1937), Costa-Lima (1940), Schubart (1946, 1957), entre outros. Entre as décadas de 1980 e 1990 o conhecimento dessa fauna teve maior divulgação através dos estudos de Dessen *et al.* (1980), Chaimowicz (1984), Godoy (1986), Trajano & Gnaspini (1986), Trajano (1987), Trajano & Moreira (1991), e Pinto-da-Rocha (1995).

Apesar de hoje em dia a fauna brasileira ser mais estudada, ainda existe uma escassez de estudos sobre a diversidade, interações que as comunidades cavernícolas desempenham e as respostas destas a fatores físicos, químicos e biológicos. Assim, o presente estudo teve como objetivo estudar a comunidade de invertebrados cavernícolas em 28 cavernas calcárias, na região de Córrego Fundo, Minas Gerais e testar as seguintes hipóteses: (1) a riqueza e abundância de invertebrados cavernícolas respondem ao tamanho da caverna; e (2) a riqueza e abundância de invertebrados cavernícolas são afetadas pelas condições ambientais dentro das cavernas.

2. Materiais e Métodos

2.a. Área de estudo

Esse estudo foi realizado entre janeiro e julho de 2010 em 28 cavidades subterrâneas no município de Córrego Fundo, Minas Gerais (Tabela 1). Trata-se de uma região de relevo cárstico com um número expressivo de cavernas formadas em rochas calcárias.

Tabela 1. Descrição das cavernas onde foi realizado o estudo

Código	Cavidade	Coordenadas (UTM)		Desenvolvimento linear (m)
		X	Y	
1	Caverna do Sumidouro	437791	7735731	75
2	Caverna da Clarabóia	437849	7735854	20
3	Caverna do Sedimento	437844	7735858	20
4	Caverna do Desnível	437844	7775858	16
5	Caverna da Diáclase	437837	7735784	112
6	Caverna da Dolina	437798	7735782	107
7	Caverna da Casca Fina	438190	7735916	137
8	Caverna da Coluna	438491	7736413	72
9	Caverna do Teto Baixo	438496	7736447	43
10	Caverna da Ubaldina	437761	7736348	17
11	Caverna da Presa	438071	7736406	157
12	Caverna do Tamanduá	439077	7737244	59
13	Caverna da Cobra	439067	7737205	53
14	Caverna do Teto Alto	438229	7736830	75
15	Caverna CN12	437997	7736743	36
16	Caverna CN13	437736	7736937	31
17	Caverna CN15	437609	7736756	18
18	Caverna CN10	437513	7736681	30
19	Caverna CN6	437090	7736140	33
20	Caverna CN5	437065	7736145	17
21	Caverna CN9	437202	7736274	80
22	Caverna CN8	437201	7736173	44
23	Caverna CN14	437159	7736293	31
24	Caverna do Baú	437182	7736388	100
25	Caverna CN17	437336	7736550	13
26	Caverna CN16	437362	7736557	6
27	Caverna CN18	437338	7736546	9
28	Caverna CN19	437417	7736676	19

2.b. Coleta de dados

Foram realizadas duas campanhas de coleta, uma na estação chuvosa (janeiro de 2010) e outra na estação seca (julho de 2010). O número da licença

fornecida pelo Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) foi: 754/2009 NUFAS/MG.

Para o levantamento dos invertebrados foi utilizado o método de coleta manual (FERREIRA, 2004). A coleta manual envolve a busca na maior diversidade possível de ambientes encontrados no interior da gruta (por exemplo, substrato rochoso, banco de sedimento, depósitos de guano, detritos vegetais, raízes) nos quais os organismos foram capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças.

Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 70% para fixação e conservação. O material foi encaminhado a especialistas para confirmação ou refinamento das identificações, bem como para análise de possíveis endemismos. O material foi identificado até o menor nível taxonômico possível e morfotipado, com auxílio de artigos taxonômicos, chaves taxonômicas e livros, de acordo com cada grupo de invertebrados.

2.c. Análise dos dados

Para verificar se a riqueza e abundância de invertebrados cavernícolas respondem à estrutura física (tamanho da caverna) e às condições ambientais (temperatura e umidade), foram ajustados modelos lineares generalizados (GLMs) (CRAWLEY, 2007), com distribuição de erros Quasipoisson utilizando a riqueza e abundância de invertebrados cavernícolas como variáveis resposta. Como variáveis explicativas foram utilizados o desenvolvimento linear da caverna, a temperatura e umidade. Os modelos foram submetidos à análise de resíduo para verificar a adequação e as distribuições utilizadas. As análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (CRAWLEY, 2007; TEAM, 2013).

Os valores de diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade (J) e Dominância de Berger-Parker (D) para a fauna cavernícola das 28 cavernas estudadas foram obtidos através do programa estatístico PAST versão 2.02 (HAMMER, O., HARPER, D.A.T., 2001). Todos os gráficos foram gerados no programa PAST.

A curva do coletor foi obtida utilizando a rarefação, através do programa estatístico PAST versão 2.02, com a finalidade de ver a suficiência amostral para a área do presente estudo.

3. Resultados e Discussão

Foi observado um total de 9.911 indivíduos e 113 morfoespécies (Tabela 2 e 3), distribuídos em: *Classe Arachnida*: Acari (2 morfoespécies), Araneae (28 morfoespécies), Opiliones (6 morfoespécies), Pseudoscorpiones (1 morfoespécie), Scorpiones (1 morfoespécie); *Classe Chilopoda*: (1 morfoespécie); *Classe Diplopoda* (8 morfoespécies); *Classe Hexapoda (Insecta)*: Blattodea (2 morfoespécies), Coleoptera (11 morfoespécies); Diptera (11 morfoespécies), Hemiptera (8 morfoespécies), Hymenoptera (14 morfoespécies), Lepidoptera (5 morfoespécies), Mantodea (1 morfoespécie), Neuroptera (2 morfoespécies), Orthoptera (5 morfoespécies), Psocoptera (3 morfoespécies). Além de Arthropoda, também foi registrado Gastropoda (1 morfoespécie).

Tabela 2. Dados coletados em cada cavidade do presente estudo. T= Temperatura medida em graus Celsius (°C); U= Umidade relativa do ar medida em porcentagem (%); DL= Desenvolvimento linear em metros

Cód.go	Cav.	Riq.za	Ab.a	Shannon	Equit.	Dom.	DL	T	U
1	Sumidouro	35	2108	0,8835	0,2485	0,778	75	19.8	93
2	Clarabóia	41	162	3,092	0,8327	0,1111	20	21.4	82
3	Sedimento	24	119	2,383	0,75	0,3361	20	20.1	80
4	Desnível	13	125	0,9423	0,3674	0,8	16	19.2	92
5	Diaclase	25	215	2,36	0,7333	0,2651	112	19.8	97
6	Dolina	20	357	1,624	0,5422	0,5602	107	19.1	99
7	Casca Fina	29	449	1,677	0,498	0,4833	137	21.4	91
8	Coluna	23	207	2,3	0,7336	0,3382	72	21.7	82
9	Teto Baixo	20	255	1,857	0,6198	0,4314	43	20.8	91
10	Ualdina	7	50	1,251	0,643	0,6	17	23.5	75
11	Presa	26	1178	0,6818	0,2093	0,8829	157	20.7	94
12	Tamanduá	37	148	3,099	0,8582	0,1284	59	19.2	100
13	Cobra	22	125	2,266	0,733	0,4	53	19.7	97
14	Teto Alto	12	72	1,767	0,7112	0,4167	75	19.8	81
15	CN12	20	80	2,513	0,8387	0,1875	36	20.3	92
16	CN13	11	78	1,6	0,6672	0,5128	31	21	85
17	CN15	9	17	1,773	0,807	0,4706	18	22.6	83

Tabela 3. continuação

18	CN10	10	50	1,417	0,6156	0,62	30	20.6	76
19	CN6	16	33	2,465	0,889	0,2424	33	19.2	75
20	CN5	9	39	1,565	0,7121	0,5128	17	21.6	86
21	CN9	25	233	2,526	0,7848	0,3004	80	19.5	78
22	CN8	14	79	1,823	0,6909	0,481	44	19.5	79
23	CN14	20	102	1,492	0,648	0,5588	31	19.4	78
24	Baú	20	3471	1,501	0,501	0,5762	100	19.5	95
25	CN17	9	32	1,775	0,8078	0,4375	13	21	82
26	CN16	6	22	1,406	0,7847	0,4545	6	23	82
27	CN18	7	32	1,749	0,8986	0,3438	9	21.1	84
28	CN19	9	73	1,56	0,7098	0,4521	19	21	82

Legenda: Cód (Código); Cav (Cavidade); Riq. (Riqueza); Ab.(Abundância); Equit. (Equitabilidade); Dom. (Dominância)

A Caverna da Clarabóia apresentou a maior riqueza de invertebrados (41spp.), com a Ordem Araneae sendo mais rica (12 spp.). A maior abundância foi encontrada na Caverna do Baú (3.471 ind.).

As famílias que representaram os Taxa foram: Araneae (Araneidae, Ctenidae, Deinopidae, Nephilidae, Pholcidae, Salticidae, Sicariidae, Theraphosidae, Theridiidae, Theridiosomatidae, Trechaleidae, Uloboridae), Blattodea (Blattidae), Coleoptera (Anobiidae, Buprestidae, Elateridae, Lyctidae, Salpingidae, Scarabaeidae, Staphilinidae, Tenebrionidae), Diptera (Calliphoridae, Culicidae, Drosophilidae, Keroplatidae, Muscidae, Psychodidae, Sciaridae, Tipulidae), Hemiptera (Cicadellidae, Cixiidae, Delphacidae, Reduviidae), Hymenoptera (Eulophidae, Formicidae, Vespidae, Cynipidae), Lepidoptera (Noctuidae), Mantodea (Mantidae), Neuroptera (Chrysopidae, Mirmeleontidae), Opiliones (Gonyleptidae), Orthoptera (Gryllidae, Phalangopsidae, Proscopidae), Polydesmida (Eurydesmidae, Xystodesmidae), Psocoptera (Ptiloneuridae), Scorpiones (Buthidae) e Spirostreptida (Pseudonannolenidae). Nas cavernas da Dolina e Baú foram observados 2 indivíduos de Opiliones da subfamília Tricommatinae considerados troglóbios, apresentando características troglomórficas como despigmetação e anoftalmia (ausência de olhos).

Tanto a riqueza ($r^2= 0,25$, $p= 0.007$) quanto a abundância ($r^2= 0,23$, $p= 0.002$) de invertebrados responderam de forma positiva ao tamanho da

caverna, estimado pelo desenvolvimento linear (Figuras 1a e 1b). Já é bem conhecido na literatura científica que áreas maiores suportam mais espécies (ARRHENIUS, 1921; PRESTON, 1962; MACARTHUR, R.H. & WILSON, 1967), e muitos estudos têm mostrado essa relação em habitats como ilhas oceânicas, topos de montanhas e fragmentos florestais (BROWN J.H., 1971; BOGGS, 1997; CARVALHO, K.S.; & VASCONCELOS, 1999; RICKLEFS, R.E., LOVETTE, 1999; CULVER, D., C. & PIPAN, 2008; LAURANCE, 2008). Em cavernas os resultados são semelhantes, como de Brunet & Meddellín 2001, em que as comunidades de morcegos eram diretamente afetadas pela área da caverna, sendo a resposta positiva ao aumento da área. Outros estudos também encontraram esta relação de espécie-área com as comunidades cavernícolas, como Souza & Silva 2008 e Ferreira 2005, e esta relação pode estar relacionada a uma maior heterogeneidade de micro habitats, que podem ampliar a quantidade, variedade de recursos alimentares e condições tróficas para as comunidades cavernícolas (FERREIRA, 2004).

A riqueza ($r^2 = 0,14$, $p = 0.03$, Fig. 1c) respondeu de forma positiva à temperatura da caverna, e na abundância não foi verificado o efeito da temperatura sobre o número de indivíduos ($r^2 = 0,05$, $p = 0.1238$, Fig. 1d). A riqueza ($r^2 = 0,20$, $p = 0.01$, Fig. 1e) e a abundância ($r^2 = 0,15$, $p = 0.004$) (Figura 1f) responderam positivamente à umidade relativa do ar dentro das cavernas.

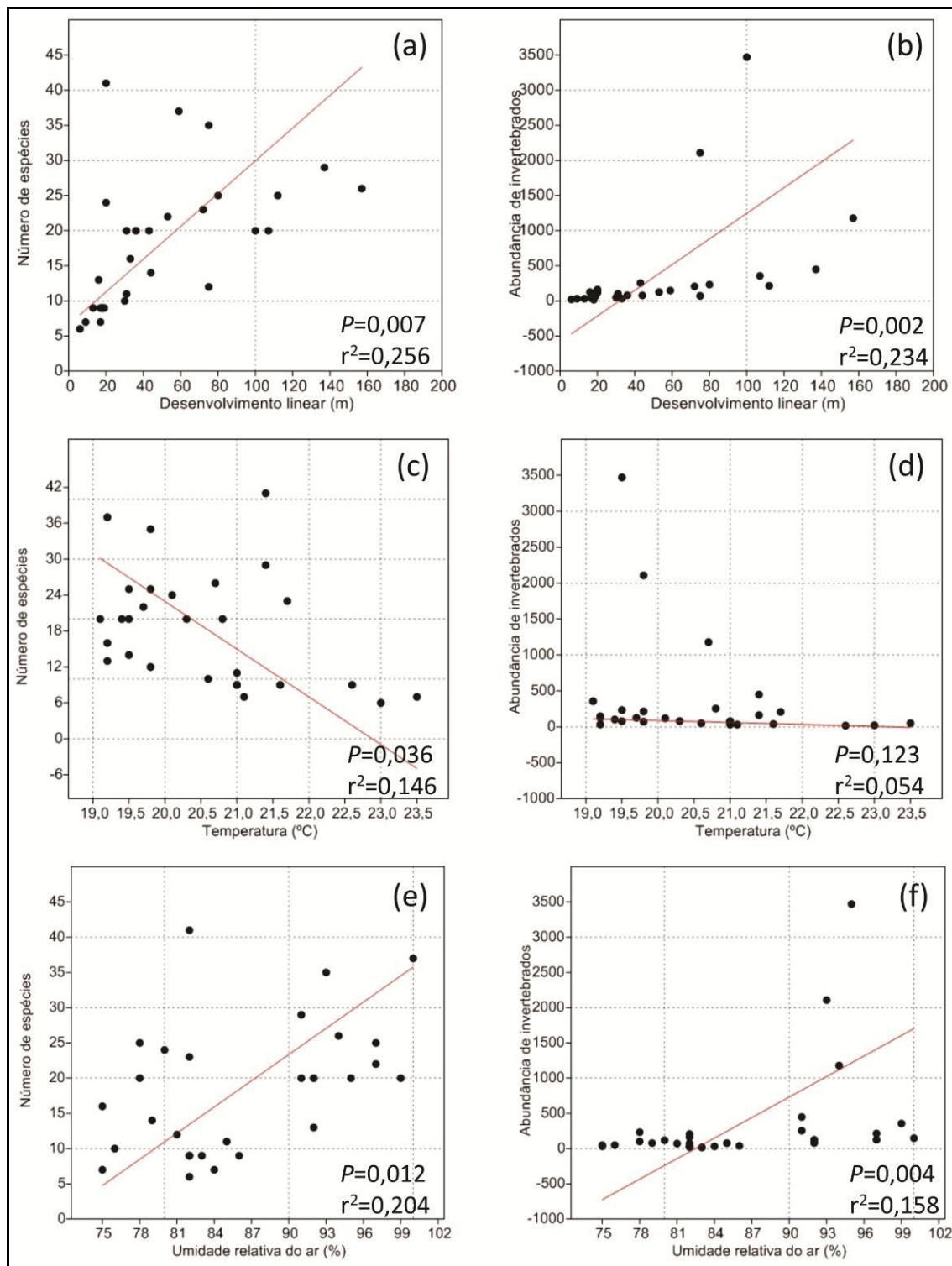


Figura 1. Correlação linear entre a riqueza e abundância de invertebrados cavernícolas e o tamanho da caverna (desenvolvimento linear em metros) e condições ambientais (temperatura e umidade)

Estudos em cavernas brasileiras mostram que as condições ambientais, como temperatura e umidade, estão intimamente relacionadas com as riquezas e abundâncias de comunidades cavernícolas. Um estudo em cavernas do Rio Grande do Norte (FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; BERNARDI, L.F.O.; SOUZA-SILVA, 2010), mostra uma baixa riqueza em determinadas cavernas e os autores associaram esta baixa riqueza à uma reduzida disponibilidade de recursos associados a baixa umidade dentro das mesmas. Assim, uma baixa umidade pode afetar de forma significativa a riqueza de espécies, visto que uma elevada umidade pode ajudar a acelerar o processo de decomposição do material orgânico no interior das cavernas, favorecendo fluxo de energia mais rápido e a manutenção de várias espécies e indivíduos (HUMPHREYS, 1991). Outros autores (BRUNET, A.K. & MEDELLÍN, 2001) em cavernas do México, encontraram uma relação positiva entre a riqueza de morcegos e a umidade das cavernas, mas nenhuma relação foi observada para a temperatura das mesmas. Souza-Silva 2008 demonstrou a importância da umidade e temperatura como reguladores da distribuição dos organismos dentro das cavernas, além destas estarem relacionadas às variações das riquezas e abundâncias.

A diversidade de Shannon média obtida para as 28 cavidades estudadas foi de 1,83. Os maiores índices de diversidade foram registrados na Caverna do Tamanduá ($H' = 3,09$) e Caverna da Clarabóia ($H' = 3,09$). A menor diversidade foi obtida na Caverna da Presa ($H' = 0,68$). Estes valores estão dentro dos padrões encontradas para cavernas da região. Zampaulo (2010), em um estudo com 296 cavernas na região de Pains, Minas Gerais, encontrou valores de diversidade máximos de 3,46. Já Ferreira (2004) em cavernas do bioma Cerrado registrou um valor máximo de 3,29. A maior equitabilidade foi encontrada na Caverna CN18 ($J = 0,89$) e a menor equitabilidade foi obtida na Caverna ($J = 0,20$). A maior dominância de Berger-Parker foi obtida na Caverna da Presa ($D = 0,88$) e a menor dominância foi obtida na Caverna da Clarabóia ($D = 0,11$). Apesar de existir certa dominância em algumas cavernas, como Sumidouro ($D = 0,77$), Desnível ($D = 0,80$) e Presa ($D = 0,88$), provavelmente por conta da mariposa *Hypena* sp. (espécie dominante), o padrão de distribuição

(equitabilidade) dos organismos encontra-se acima da média ($J=0,67$), e de acordo com Ludwig & Reynolds (1988), índices acima de 0,5 indicam uma distribuição uniforme entre as espécies.

O presente trabalho corrobora com os padrões encontrados em outras cavernas, evidenciando a grande importância de fatores físicos e abióticos na estrutura de comunidades cavernícolas. Não houve a estabilização da curva cumulativa de espécies, indicando que a comunidade de invertebrados das 28 cavernas estudadas em Córrego Fundo provavelmente seja maior que a observada neste estudo (Figura 2). A não estabilização da curva pode estar relacionada com a heterogeneidade dos habitats. Áreas acessadas pelo homem é apenas uma pequena parcela do ambiente subterrâneo, e que, micro-habitats como presença de canaliculos, fissuras, blocos abatidos e corpos de água, que não são acessados, permitem que algumas espécies não sejam coletadas pelo método de coleta manual (SOUZA-SILVA, M. & FERREIRA, 2009).

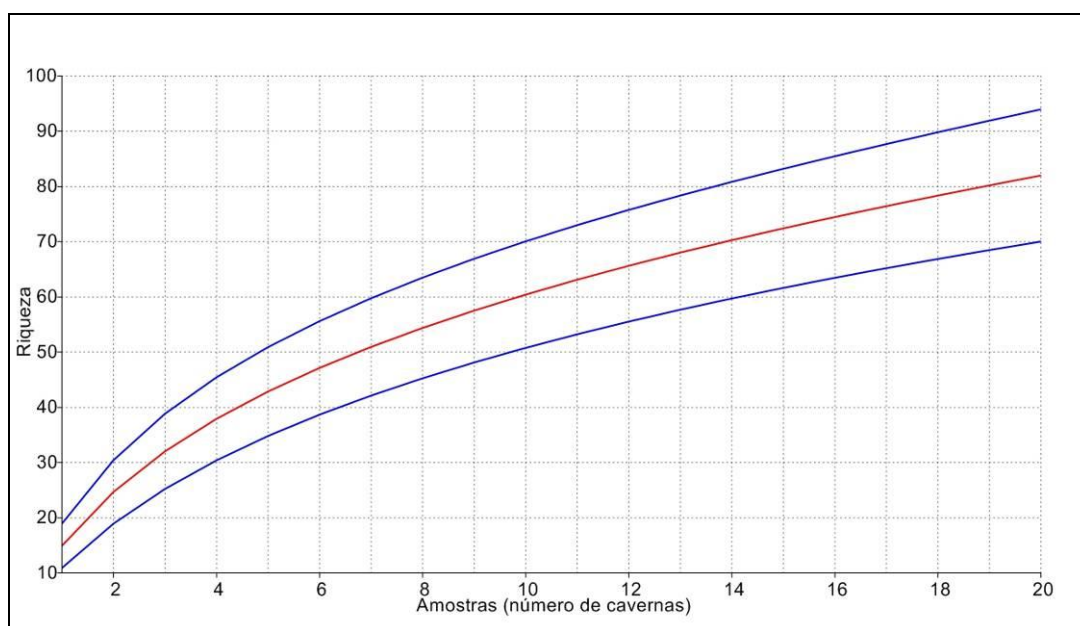


Figura 2. Curva cumulativa de espécies de invertebrados amostrados nas cavernas do presente estudo.

Tabela 4. Taxa e suas respectivas abundâncias encontradas nas cavernas estudadas. Asteriscos representam espécies troglomórficas (***)).

Taxa		Caverna																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acari	Acari sp.1	1																											
Acari	Acari sp.2		1																										
Araneae	<i>Alpaida</i> sp.		1	2				1	1		1	3									1					1			
Araneae	<i>Araneus</i> sp.	1																											
Araneae	<i>Enoploctenus</i>	11	8	14	3	15	30		3		11	1	5	3	3					1	1	6	7		1	1	3		
Araneae	<i>Isoctenus</i> sp.	3			1	1	6	2	5	3		3	3	2	1					1	2	2			1				
Araneae	Ctenidae sp.1	1	10				1		1			1													1				
Araneae	Ctenidae sp.2		1																										
Araneae	Ctenidae sp.3																					2							
Araneae	<i>Deinops</i> sp.							2			1																		
Araneae	<i>Nephila clavipes</i>							1																					
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.1	5		2		12	7	6	1	2	3	30	13		1	15		2		2	2	21		10		4			
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.2		3	2	1			1		1		6		8					2				3					2	1
Araneae	<i>Metaqonia</i> sp.		1							1	2	2				1						4							
Araneae	Pholcidae sp.		1																										
Araneae	Salticidae sp.	1	1																										
Araneae	<i>Loxosceles anomala</i>							130																					
Araneae	Theraphosidae sp.1																		1										
Araneae	Theraphosidae sp.2		1																		1								
Araneae	Theridiidae sp.		1																										
Araneae	<i>Theridion</i> sp.1		12			12		1		1		7				1	2												
Araneae	<i>Theridion</i> sp.2		1						1			2	10	10							1	1	23				2		
Araneae	<i>Theridion</i> sp.3											2																	
Araneae	<i>Theridion</i> sp.4								1																				
Araneae	<i>Plato</i> sp.1	16			7		4	2	5	3		4	4		3								1	1	200	2			
Araneae	<i>Plato</i> sp.2				1		2		2					1							2		1	60					
Araneae	<i>Plato</i> sp.3				1								3								1		1		1				
Araneae	Theridiosomatidae sp.																					3							

Tabela 3. (Continuação)

Taxa		Caverna																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	24	2	2	2	2
Araneae	Trechaleidae sp.						1			1																		
Araneae	<i>Uloborus</i> sp.1			1	1						1	4									1							
Blattodea	Blattidae sp.1		1									1			1													
Blattodea	Blattidae sp.2						1							1	3													
Chilopod	Scolopendromorpha		1																									
Coleopte	Anobiidae sp.		1											1														
Coleopte	Buprestidae sp.													1														
Coleopte	<i>Hemirhipus</i> sp.													1	2						1							
Coleopte	Lyctidae sp.	1																										
Coleopte	Salpingidae sp.													1														
Coleopte	Melolonthinae sp.							1																				
Coleopte	Troginae sp.																				1							
Coleopte	Staphylinidae sp.1									1				1														
Coleopte	Staphylinidae sp.2		1																									
Coleopte	Tenebrionidae		1											1														
Coleopte	Coleoptera sp.							1																				
Diptera	Calliphoridae sp.	4						1			1										2			10				
Diptera	<i>Aedes</i> sp.	2	3							5					3						7	1	1	5	200	1	5	1
Diptera	<i>Drosophila</i> sp.	1								1														30			5	
Diptera	Keroplastidae imaturo				4																							4
Diptera	Muscidae imaturo																								200			
Diptera	Psychodidae																								200			
Diptera	Psychodidae sp.				1	1	1																					
Diptera	Sciaridae sp.	1	1							1																		
Diptera	Tipulidae sp.	3	1	1	1	5	7					1		1	2					5	5		2	3		3	1	6
Diptera	Diptera sp.1																								100			
Diptera	Diptera sp.2																								1			

4. Conclusão

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de concordância com outros estudos faunísticos em cavernas de calcário. As espécies aqui encontradas são comuns para este tipo de litologia, em destaca o opilião troglóbio, cuja subfamília Tricommatinae já é conhecida por apresentar espécies troglóbias.

As análises estatísticas demonstraram uma forte ligação entre a riqueza e a abundância das espécies com o tamanho da caverna, corroborando com a teoria comumente aceita de espécie-área. O mesmo se aplica em relação aos fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar), que afetam a comunidade de invertebrados, como também já encontrando anteriormente em outros trabalhos.

A curva cumulativa de espécies não estabilizou, porém é apresentada a diversidade da fauna de invertebrados encontrada em cavernas de calcário, afim de contribuir para futuros estudos de outras cavidades da região do Alto São Francisco.

Agradecimentos

Ao Silmar, Leonardo Dias, Juninho e André Gomide, pela ajuda em campo. Ao Antonio Brescovit e Ricardo Pinto-da-Rocha, pelas identificações dos aracnídeos. À Spelayon Consultoria e BioCave Consultoria Ambiental pelo apoio técnico.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARRHENIUS, O. Species and Area. **Journal of Ecology**, v. 9, p. 95–99, 1921.
- BARR, T. C. J. Cave ecology and evolution of troglobites. **Evolutionary Biology**, v. 2, p. 35–102, 1968.
- BARR, T. . Observations on the ecology of caves. **American Naturalist**, v. 101, n. 922, p. 474–489, 1967.

- BOGGS, C. L. & M. D. D. Community composition mountain ecosystems: climatic determinants of montane butterfly distributions. **Global Ecology and Letters**, v. 6, p. 39–48, 1997.
- BROWN J.H. Mammals on mountaintops: non-equilibrium insular biogeography. **The American Naturalist**, v. 105, p. 467–478, 1971.
- BRUNET, A.K. & MEDELLÍN, R. A. The species-area relationship in bat assemblages in tropical caves. **Journal of Mammalogy**, v. 82, p. 1114–1122, 2001.
- CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H. . Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**, v. 91, p. 151–157, 1999.
- COSTA-LIMA, A. Um novo grilo cavernícola de Minas Gerais (Orthoptera: Grylloidea: Phalangopsidae). **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 1, n. 7, p. 43–50, 1940.
- CRAWLEY, M. J. **Statistical computing – an introduction to data analysis using s-plus**. London: John Wiley & Sons, 2007. p. 942
- CULVER, D.C. & PIPAN, T. **The biology of caves and other subterranean habitats**. New York: Oxford University Press, 2010. p. 254
- CULVER, D. C. **Cave Life, Evolution and Ecology**. Cambridge.: Harvard University Press, 1982. p. 189.
- CULVER, D., C. & PIPAN, T. Caves and islands. In: **Encyclopedia of islands**. Berkeley CA: University of California Press, 2008.
- DESSEN, E.M.B.; ESTON, V.R.; SILVA, M.S.; TEMPERINI-BECK, M.T. & TRAJANO, E. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 6, p. 714–725, 1980.
- FERREIRA, R.L.; MARTINS, R. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. **Tropical Zoology**, v. 12, p. 231–252, 1999.
- FERREIRA, R. . **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
- FERREIRA, R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**, v. 3, n. 17, p. 106–115, 2005.
- 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, n. 25-51, 2010.

- GOMES, F.T.M.C.; FERREIRA, R.L. & JACOBINI, C. M. Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n. 1, p. 77–96, 2000.
- HAMMER, O., HARPER, D.A.T., R. P. D. P. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.
- HOWARTH, F. G. Ecology of caves arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 365–389, 1983.
- HUMPHREYS, W. F. Experimental re-establishment of pulse-driven populations in a terrestrial troglobite community. **The Journal of Animal Ecology**, v. 2, n. 60, p. 609–623, 1991.
- LAURANCE, W. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation**, v. 141, p. 971–981, 2008.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J. . **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. [s.l.] John Wiley e Sons, 1988. p. 338
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E. . **The Theory of Island Biogeography**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1967.
- MELLO-LEITÃO, C. Un Gryllide et deux Mantides nouveaux du Brésil. **Revista Entomológica**, v. 7, n. 1, p. 11–14, 1937.
- MOHR, C.E. & POULSON, T. . **The life of the cave**. New York: McGraw-Hill Book, 1966. p. 232
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). **Papeis Avulsos de Zoologia**1, v. 39, n. 6, p. 61–173, 1995.
- POULSON, T.L & WHITE, W. B. The cave environment. **Science**, v. 165, p. 971–981, 1969.
- PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity of species. **Ecology**, v. 43, p. 185–215, 1962.
- TEAM, R. D. C. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. [s.l.: s.n.].
- RICKLEFS, R.E., LOVETTE, I. J. The roles of island area per se and habitat diversity in the species–area relationships of four lesser Antillean faunal groups. **J. Anim. Ecol**, v. 68, p. 1142–1160, 1999.

- SCHUBART, O. "Primeira contribuição sobre os diplopodos cavernícolas do Brasil." In: **Livro de homenagem a R. F. d' Almeida**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1946. p. 307–314.
- SCHUBART, O. Cryptodesmidae do litoral do Estado de São Paulo (Diplopoda, Proterospermophora. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 28, n. 3, p. 373–386, 1957.
- SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira**. [s.l.] Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- SOUZA-SILVA, M. & FERREIRA, R. . Estrutura das comunidades de invertebrados em cinco cavernas insulares e intertidais na costa brasileira. **Espeleo-Tema**, v. 20, n. 1, p. 25–36, 2009.
- TRAJANO, E & BICHUETTE, M. E. **Biologia subterrânea: Introdução**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2006. p. 92
- TRAJANO, E. & MOREIRA, J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da província Espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 1, p. 13–29, 1991.
- TRAJANO, E. Cave Faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: Composition, Ecology, and Conservation. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 882–893, 2000.
- TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 533–561, 1987.
- VANDEL, A. **Bioespéologie – La Biologie des animaux cavernicoles**. Gauthier. Paris: Villars Éditeur, 1964. p. 619
- ZAMPAULO, R. . **Diversidade de invertebrados cavernícolas na Província Espeleológica de Arcos, Pains e Doresópolis (MG): subsídios para a determinação de áreas prioritárias para conservação**. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.