

Caracterização ecológica de algumas cavernas do Parque Nacional de Ubajara (Ceará) com considerações sobre o turismo nestas cavidades.

Marconi Souza Silva¹ & Rodrigo Lopes Ferreira²

RESUMO

A estrutura das comunidades de invertebrados e os recursos alimentares presentes foram avaliados em três cavernas inseridas no Parque Nacional de Ubajara, em Ubajara, Ceará, Brasil. Foram observadas 115 morfoespécies de invertebrados sendo 68 na gruta de Ubajara, 53 na gruta do Morcego Branco e 21 na gruta dos Mocós. Os táxons observados foram: Araneae (21 spp.), Coleoptera (17 spp.), Diptera (12 spp.), Acari (11 spp.), Lepidoptera (11 spp.), Hymenoptera (8 spp.), Psocoptera (6 spp.), Homoptera (4 spp.), Pseudoscorpiones (3 spp.), Collembola (3 spp.), Isopoda (2 spp.), Opiliones (2 spp.), Amblypygi (2 spp.), Diplopoda (2 spp.), Ensifera (2 spp.), Heteroptera (2 spp.), Neuroptera (2 spp.), Gastropoda (2 spp.), Zygentoma (1 sp.), Annelida (1 sp.) e Schizomida (1 sp.). Na gruta de Ubajara foi coletada uma espécie de Opiliones uma espécie de Pseudoscorpiones e uma espécie de Isopoda com características troglomórficas, além de uma nova espécie do gênero *Rowlandius* (Schizomida: Hubardiidae). O uso turístico da gruta de Ubajara deve ser definido a partir da manutenção de uma rota de caminamento única, evitando locais úmidos e próximos a depósitos orgânicos (e.g. guano). As cavernas da PARNA de Ubajara são relevantes pelo fato de estarem inseridas em um sistema cárstico com vegetação de Mata Atlântica “ilhada” pela caatinga, oferecendo condições para a ocorrência e manutenção de relictos da fauna de invertebrados e também a oportunidade única de conhecermos como a fauna subterrânea é estruturada a partir desta condição.

Palavras-chave: Parque Nacional de Ubajara, cavernas, invertebrados, turismo.

ABSTRACT

The invertebrate community structure and the organic resources in three caves located in the National Park of Ubajara (Ubajara, Ceará, Brazil) were analysed. A total of 115 invertebrate species were observed, being 68 in Ubajara cave, 53 in Morcego Branco cave and 21 in Mocós cave. The observed taxa were: Araneae (21 spp.), Coleoptera (17 spp.), Diptera (12 spp.), Acari (11 spp.), Lepidoptera (11 spp.), Hymenoptera (8 spp.), Psocoptera (6 spp.), Homoptera (4 spp.), Pseudoscorpiones (3 spp.), Collembola (3 spp.), Isopoda (2 spp.), Opiliones (2 spp.), Amblypygi (2 spp.), Diplopoda (2 spp.), Ensifera (2 spp.), Heteroptera (2 spp.), Neuroptera (2 spp.), Gastropoda (2 spp.), Zygentoma (1 sp.), Annelida (1 sp.) and Schizomida (1 sp.). In Ubajara cave, three species had shown troglomorphic traits (from the orders Opiliones, Pseudoscorpiones and Isopoda). Furthermore, a new species of *Rowlandius* (Schizomida: Hubardiidae) was discovered. The tourists visiting Ubajara cave must stay in a defined route that must avoid areas with high moisture and organic content, since those areas are usually attracting species. The caves located in the National Park of Ubajara are unique, since are located in a fragment of Atlantic Forest surrounded by semi-arid vegetation (Caatinga).

Key-words: National Park of Ubajara, caves, invertebrates, tourism

1 INTRODUÇÃO

As cavernas são componentes subterrâneos de relevos rochosos em constante modificação pela ação da água (Gilbert *et al* 1997). As cavernas podem ser encontradas em vários tipos de rochas, sendo mais freqüentes naquelas carbonáticas, as mais susceptíveis à dissolução. O ambiente das cavernas é caracterizado por uma elevada umidade, temperatura constante e pela ausência permanente de luz (Poulson & White 1969, Barr & Kuehne 1971). Esta última condição impede a presença de produtores primários, com exceção de poucas bactérias quimioautotróficas que utilizam certos elementos como doadores de elétrons (Sarbu *et al.* 1996). Os recursos alimentares penetram nas cavernas carreados por agentes físicos ou biológicos. A matéria orgânica particulada é carreada através da água de rios e enxurradas ou por aberturas verticais no teto e paredes das cavernas. A matéria orgânica dissolvida, por sua vez, penetra em águas de percolação. Finalmente, fezes ou cadáveres de animais que transitam nas cavernas com certa regularidade são também importantes fontes de matéria orgânica, principalmente em cavernas secas (Simon *et al* 2007).

Os organismos cavernícolas podem ser classificados em três categorias (Holsinger & Culver 1988): 1. Os troglóxenos são encontrados no ambiente subterrâneo, mas saem regularmente do mesmo para se alimentar. Frequentemente ocorrem nas proximidades das entradas das cavernas, mas eventualmente grandes populações podem ocorrer em locais mais distantes das entradas. Desta forma, muitos destes organismos atuam como importadores de energia proveniente do meio epígeo, sendo muitas vezes os principais responsáveis pelo fluxo energético em sistemas subterrâneos como cavernas permanentemente secas. 2. Os troglófilos são capazes de completar seu ciclo de vida no meio hipógeo e/ou epígeo. Neste último, os troglóxenos e troglófilos geralmente ocorrem em ambientes úmidos e sombreados. Certas espécies podem, ainda, serem troglóxenas sob certas circunstâncias e troglófilas em outras (e.g. cavernas com grande disponibilidade de alimento). 3. Os troglóbios são restritos ao ambiente cavernícola. Por isso, podem apresentar diversos tipos de

especializações (morfológicas – e.g. redução das estruturas oculares e a da pigmentação - fisiológicas ou comportamentais) que provavelmente evoluíram em resposta às pressões seletivas presentes em cavernas e/ou à ausência de pressões seletivas típicas do meio epígeo.

A fauna cavernícola brasileira começou a ser relativamente bem estudada a partir da década de 80 (Dessen *et al.* 1980). Poucas cavernas, entretanto, foram estudadas de forma a avaliar a estrutura das comunidades de forma mais ampla (Trajano 1987; Ferreira & Pompeu 1997; Bichuette & Santos 1988; Ferreira & Martins, 1998). Além disso, grande parte do conhecimento da fauna cavernícola brasileira advém de estudos em cavernas calcárias.

O planejamento de ações conservacionistas sugere como um dos passos primordiais para a implantação de planos de conservação, a compilação da diversidade, entendendo seus padrões de distribuição, abundância das espécies e ameaças, no intuito de definir áreas biologicamente representativas e temporalmente persistentes (Margules & Pressey 2000). Cavernas, do ponto de vista turístico, são interessantes paisagens a serem visitadas. Atualmente, tem ocorrido um aumento significativo da procura desta modalidade de ecoturismo, o chamado espeleoturismo (Figueiredo 1998). A experiência de visitar uma caverna é descrita por Marra (2001) como uma atividade que desperta a curiosidade e a sensação de exploração em cada um que se lança neste propósito. A aventura reflete em benefício direto na sociedade, onde em cada paisagem, em cada volta, desfruta-se de uma nova visão e a cada passo há uma diferente e nova perspectiva (Marra 2001).

O presente estudo tem como objetivos avaliar a estrutura das comunidades (composição, riqueza, abundância, diversidade e similaridade), características tróficas e o uso antrópico de três cavernas calcárias no Parque Nacional de Ubajara, com a finalidade de sugerir ações de uso futuro das cavernas.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A PARNA de Ubajara situa-se no município de Ubajara, localizado na região noroeste do Estado do Ceará (na porção norte da Chapada da Ibiapaba) ($40^{\circ}52'40''$ W e $3^{\circ}48'30''$ S), estando inserido no domínio morfoclimático da Caatinga (Guedes *et al* 2000). Entretanto, a unidade de conservação abriga uma paisagem escarpada com vegetação característica de ambientes úmidos da Mata Atlântica Brasileira (Trajano 1987, MMA 2000). A Chapada de Ibiapaba é caracterizada como área de importância biológica extrema para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica Brasileira (MMA 2000). O Parque Nacional apresenta 11 cavernas calcárias, a saber: a gruta de Ubajara (1.120m), gruta do Morcego Branco (274m), gruta do Urso Fóssil (195m), gruta das Araras (182m), gruta do Pendurado (154m), gruta dos Mocós (116m), gruta de Cima (108m), gruta do Macaco Fóssil (50m), furna das Pipocas (30m), furna do Acaso (30m) e a furna da Múmia (20m).

Os estudos bioespeleológicos foram desenvolvidos na gruta de Ubajara, gruta do Morcego Branco e gruta dos Mocós. A Gruta de Ubajara é a única caverna turística do parque, sendo que os locais abertos à visitação apresentam iluminação elétrica. A galeria de entrada possui piso areno-argiloso, compactado devido ao constante pisoteamento. Tal galeria dá origem a um conduto descendente a partir da entrada, que leva a um conjunto de blocos onde a passagem se abre em um amplo salão. Junto aos blocos, à esquerda de quem entra, situa-se o local de recepção dos turistas. Até este ponto as paredes e teto estão destituídos de espeleotemas. Neste salão, nota-se uma grande quantidade de blocos abatidos de variada dimensão (de 1 a 6 metros). No teto observam-se alguns espeleotemas como escorrimentos de calcita e estalactites inativas. As paredes laterais são predominantemente formadas por superfícies onduladas. Ao final do trecho iluminado, seguindo entre o conjunto de blocos abatidos, chega-se numa galeria de seção elipsoidal horizontal de paredes lisas e solo argilo-arenoso, com marcas de passagem de água corrente, pois durante chuvas intensas este trecho é invadido

por águas do riacho Mucuripe. Setenta e cinco metros adiante este riacho, que vem do fundo da caverna, se infiltra na rocha, por meio de um sumidouro. No final da caverna há uma queda d'água de 8 metros, que forma um pequeno lago raso. Esta água infiltra-se por baixo de travertinos para ressurgir no riacho Mucuripe (Plano de Manejo da PARNA de Ubajara encarte 5.2-2, ano de 2001).

A gruta dos Mocós localiza-se no Morro do Índio. Possui uma entrada voltada para a Gruta de Ubajara, localizada, no entanto, em um nível mais elevado. Possui um conduto único que se ramifica em duas pequenas passagens, na porção final da caverna. Possui o piso formado por material arenoso, que se apresenta bastante ressecado (Plano de Manejo da PARNA de Ubajara encarte 5.2-2, ano de 2001).

A gruta do Morcego Branco se localiza a aproximadamente 300 metros da gruta de Ubajara, no afloramento calcário oposto à entrada desta última. Desenvolve-se em uma trama de galerias estreitas e de pouca altura que apresentam seções transversais elípticas, tipicamente formadas em regime de sifão dinâmico. Atualmente, não existem cursos d'água na caverna, devendo a mesma, no entanto, servir de "atalho" para as águas de chuva que contornam o afloramento rochoso em que se encontra. A gruta não apresenta vocação para o uso turístico.

2.2 Procedimentos de coleta

As coletas foram realizadas entre os dias 30 de dezembro de 2006 e 02 de janeiro de 2007, através de captura de invertebrados com o auxílio de pinças, pincéis e redes entomológicas em todos os biótopos potenciais. Cada um dos espécimes coletados foi plotado em um mapa de cada caverna, fornecendo, assim, dados da riqueza, abundância e distribuição das diferentes espécies presentes, conforme metodologia proposta por Ferreira (2004). Todos os organismos foram identificados até o nível taxonômico possível e agrupados em morfoespécies (Oliver & Baettie 1996).

Durante as coletas foram observadas, ainda, interações entre os invertebrados e destes com os recursos orgânicos visíveis. Os recursos tróficos presentes nas cavernas foram apenas qualificados. A temperatura e umidade nas

cavernas foram medidas por meio de um termohigrômetro. Usos e alterações ambientais nas cavernas foram avaliados com base em observações de campo. Estas indicaram o estado físico do interior e exterior da cavidade.

2.3 Análise de dados

A riqueza de espécies nas cavernas foi determinada pelo estimador Jack-Knife 1. A similaridade qualitativa da fauna foi obtida pelo índice de Soresen e a diversidade foi determinada pelo índice de Shannon-Weaver (Magurran 2004).

3 RESULTADOS

Foi coletado um total de 115 morfoespécies de invertebrados nas três cavernas avaliadas (tabela 1). Tais organismos distribuíram-se pelas seguintes ordens: Araneae (21 spp.), Coleoptera (17 spp.) Diptera (12 spp.), Acari (11 spp.), Lepidoptera (11 spp.), Hymenoptera (8 spp.), Psocoptera (6 spp.), Homoptera (4 spp.), Pseudoscorpiones (3 spp.), Collembola (3 spp.), Isopoda (2 spp.), Opiliones (2 spp.), Amblypygi (2 spp.), Diplopoda (2 spp.), Ensifera (2 spp.), Heteroptera (2 spp.), Neuroptera (2 spp.), Gastropoda (2 spp.),

Annelida (1 sp.), Schizomida (1 sp.) e Zygentoma (1 sp.). Os vertebrados observados foram *Rhinella* sp (Amphibia: Anura), *Phyllostomus* sp. e *Diphylla ecaudata*. (Chiroptera: Phyllostomidae). Na gruta de Ubajara foi coletada uma espécie de Opiliones (Gonyleptidae), uma espécie de Isopoda (Platyarthridae) e uma espécie de Pseudoscorpiones (Bochicidae) com características troglomórficas, além de uma nova espécie do gênero *Rowlandius* (Schizomida: Hubardiidae), que se encontra em descrição (tabela 1). Outros gêneros conspícuos de invertebrados observados compreendem *Charinus* sp. (Amblypygi, Charinidae), *Heterophrynus* sp. (Amblypygi, Phrynidae) e *Loxosceles* sp (Araneae, Sicariidae), todos predadores. Esta última foi encontrada somente na gruta Morcego Branco (figura 1).

A gruta de Ubajara foi a mais rica, com 68 espécies de invertebrados, seguida pela gruta do Morcego Branco (53 espécies) e gruta dos Mocós (21 espécies).

Nas cavernas inventariadas, os invertebrados ocorrem preferencialmente em áreas úmidas e com maior quantidade de recursos orgânicos macroscópicos.

Tabela 1. Composição e riqueza de invertebrados em três cavernas do Parque Nacional de Ubajara, Ubajara, CE. (* troglomórfico). Gruta de Ubajara (UB), gruta do Morcego Branco (MB) e gruta dos Mocós (M)

Taxa	Taxa	Morfoespécies	Riqueza	UB	MB	M	
Annelida	Oligochaeta	NI	1	1			
Crustacea	Isopoda	NI	1	1			
		Platyarthridae*	1		1*		
Arachnida	Opiliones	Gonyleptidae*	2	1*	1		
		Acari	Acaridae	1	1		
	Argasidae (<i>Ornithodoros</i> sp.)		4	1	2	1	
	Laelapidae		1	1			
	Trombiculidae		1	1			
	Trombidiidae		2	2			
	Uropodidae		2	2			
	Amblypygi		Charinidae (<i>Charinus</i> sp.)	1	1	1	1
			Phrynidae (<i>Heterophrynus longicornis</i>)	1	1	1	1
	Araneae		NI	1			1
			Araneidae	1		1	
		Nemesidae	1		1		
		Segestridae	1	1			
		Ochiroceratidae	2	1	1	1	
		Oecobidae (<i>Oecobius</i> sp.)	1			1	
		Pholcidae (<i>Mesabolivar</i> sp.)	5	3	2	2	
		Sicariidae (<i>Loxosceles</i> sp.)	1		1		
		Scytodidae	1	1	1	1	

		Theridiidae	4	1	3	
		Theridiosomatidae (<i>Plato</i> sp.)	3	2	1	
	Pseudoscorpiones	Bochicidae*	1	1*		
		Chernetidae	1		1	
		Lecythiidae	1	2		
	Schizomida	Schizomida (<i>Rowlandius</i> sp.n)	1	1		
Myriapoda	Diplopoda	Cryptodesmidae	1	1		
		Pseudonannolenidae (<i>Pseudonannolene</i> sp.)	1	1	1	
Insecta	Coleoptera	Adulto NI	2		1	1
		Larva NI	4	2	2	1
		Carabidae	1		1	
		Dermestidae (larva)	1	1		
		Elmidae (adultos e larvas)	4	4		
		Histeridae	1	1		
		Staphylinidae	2		1	1
		Tenebrionidae	1	1		
		Tenebrionidae (larva)	1	1	1	
	Collembola	NI	3	2	1	
	Diptera	Brachycera (larva)	1			1
		Agromyzidae	3	2	1	1
		Drosophilidae	1	1	1	
		Lauxanidae	1		1	
		Phoridae (<i>Conicera</i> sp.)	1	2		
		Psychodidae (<i>Lutzomyia</i> sp.)	1			1
		Sarcophagidae	1	1		
		Streblidae	2	2	1	1
	Ensifera	NI	1		1	
		Phalangopsidae (<i>Endecous</i> sp.)	1	1	1	
	Homoptera	Cixiidae	3		3	
		Cydnidae	1	1	1	
	Heteroptera	Ploiariidae	1	1	1	
		Vellidae	1	1		
	Hymenoptera	NI	1	1		
		Larva NI	1			1
		Formicidae	6	5	5	
	Lepidoptera	Larva NI	2	1	2	
		Hesperiidae	2		2	
		Noctuidae	1		1	
		Tineidae	5	2	1	3
		Tineidae (larva)	1	1	1	
	Neuroptera	Chrysopidae	1		1	
		Myrmeleontidae	1	1	1	
	Psocoptera	Psyllipsoscidae	6	4	1	1
	Zygentoma	Lepidotrichidae	1	1		
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	2	1	1	
		TOTAL	115	68	53	21

A similaridade da fauna foi maior (35%) entre as cavernas Ubajara e Morcego Branco (figura 1). No entanto, os valores observados entre as cavernas foram notoriamente baixos. A curva acumulativa de espécies mostrou um padrão crescente no número de espécies coletadas em função do número de cavernas amostradas (figura 2). O número de espécies

amostradas foi menor do que o número potencial de espécies esperado para as três cavernas (figura 2). A diversidade foi de 1,15 na gruta Ubajara, 1,36 na gruta do Morcego Branco e de 0,85 na gruta dos Mocós. Qualitativamente, as três cavernas apresentaram características distintas em relação à disponibilidade dos recursos alimentares para os invertebrados.

Na gruta Ubajara os recursos alimentares constituem-se principalmente de guano de morcegos hematófagos e insetívoros, além de pouquíssimas carcaças de morcegos. Os depósitos de guano são dispersos e apresentam-se em estágios bastante distintos de sucessão. Existem desde depósitos frescos, ainda em deposição, até depósitos antigos, de aspecto ressecado ou pulverulento.

A presença do riacho em alguns condutos da caverna promove uma elevada umidade e formação de pequenas poças. Marcas de erosão no solo dos condutos anteriores e adjacentes ao salão das Maravilhas indicam que existe aumento no fluxo de água no período chuvoso. Nas poças foram observadas larvas de coleópteros e heterópteros aquáticos (Elmidae e Veliidae, respectivamente). Nas partes terrestres úmidas dos condutos próximos ao rio havia Schizomida, Ensifera, Araneae, Annelida, Isopoda, Diptera, Diplopoda e Amblypygi, dentre outros.

No salão próximo à entrada da caverna existe uma grande colônia de morcegos insetívoros e, abaixo desta, um grande depósito de guano. Neste depósito foi observada uma rica e abundante fauna de invertebrados que se alimentavam diretamente do guano, de fungos ou predavam outros invertebrados.

Na gruta Ubajara, a distribuição dos invertebrados mostrou-se claramente determinada pela distribuição espacial dos recursos alimentares presentes e também pela umidade. Tal distribuição mostrou-se heterogênea, de modo que existem áreas onde se concentram muitas espécies de invertebrados (salões com guano e perto das entradas e condutos do rio) e outras áreas pobres em

organismos (salão das Maravilhas e condutos adjacentes). Merece menção o fato de que nenhuma metodologia específica (como extratores de Berlese-Tullgren) foi utilizada para amostragem da fauna presente no grande depósito de guano. Assim, acredita-se que este substrato tenha ficado sub-amostrado. Finalmente, a temperatura média observada correspondeu a 23,5°C e a umidade correspondeu a 99% nas porções mais interiores da gruta Ubajara.

Na gruta dos Mocós os recursos alimentares visíveis constituem-se somente de três pequenos depósitos de guano de morcegos hematófagos. Além disto, os depósitos são velhos, de aspecto ressecado e pulverulento. A morfologia e a localização da entrada, na metade superior do afloramento calcário, parece dificultar a entrada de recursos alimentares pela ação de vento, água ou gravidade. A caverna apresentou a temperatura média correspondente a 27,9°C e a umidade correspondente a 69%.

Na caverna do Morcego Branco os recursos alimentares constituem-se principalmente de fezes de mocós em pequena quantidade. Os condutos próximos às entradas apresentam-se pobres em recursos alimentares e ressecados. Os condutos ao final da caverna são mais úmidos (99%) e apresentam fezes, raízes e carcaças de insetos (*Endecous* sp.) com fungos. A temperatura média nesta caverna correspondeu a 25°C.

Alterações antrópicas mais significativas foram registradas somente na gruta Ubajara. Dentre estas, destacam-se a iluminação elétrica (holofotes), solo compactado, pichações, construções e o turismo. Estas alterações se restringem às áreas onde a visitação é permitida.

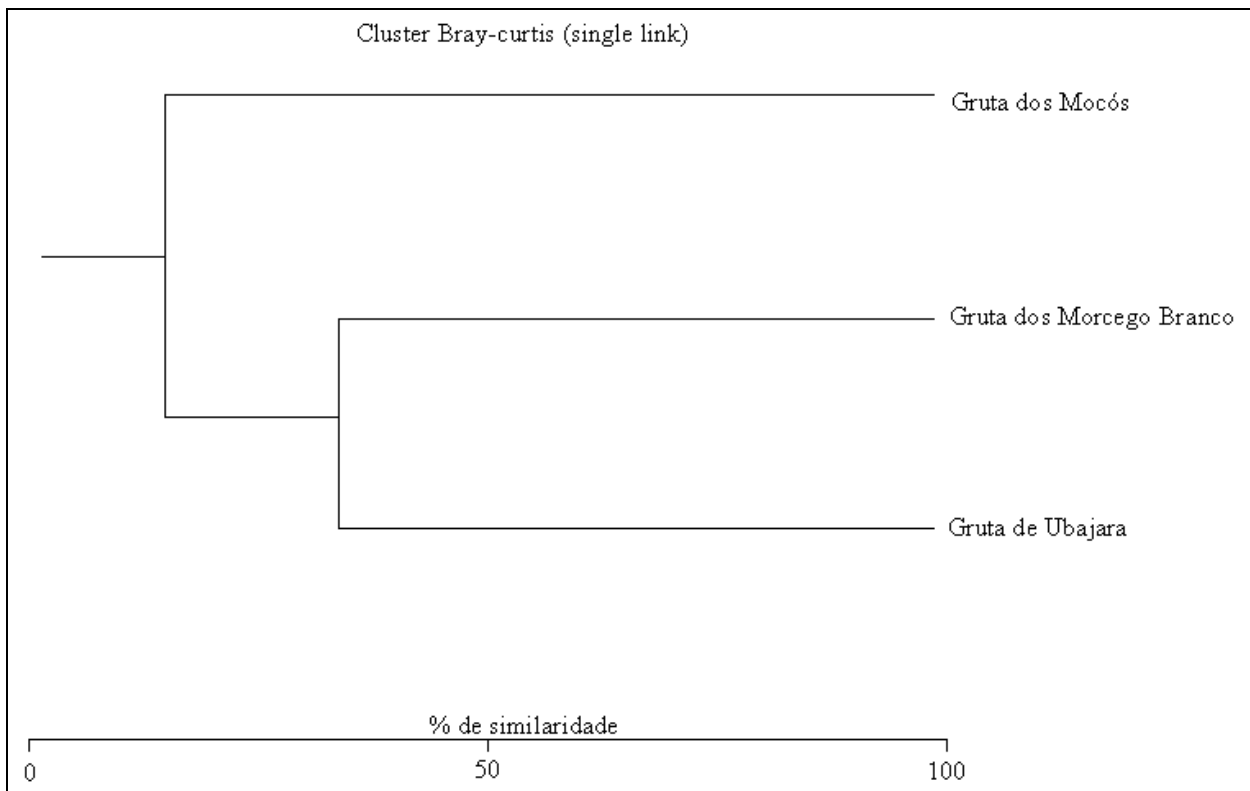


Figura 1. Similaridade qualitativa da fauna de invertebrados em três cavernas da PARNA de Ubajara, Ubajara, CE.

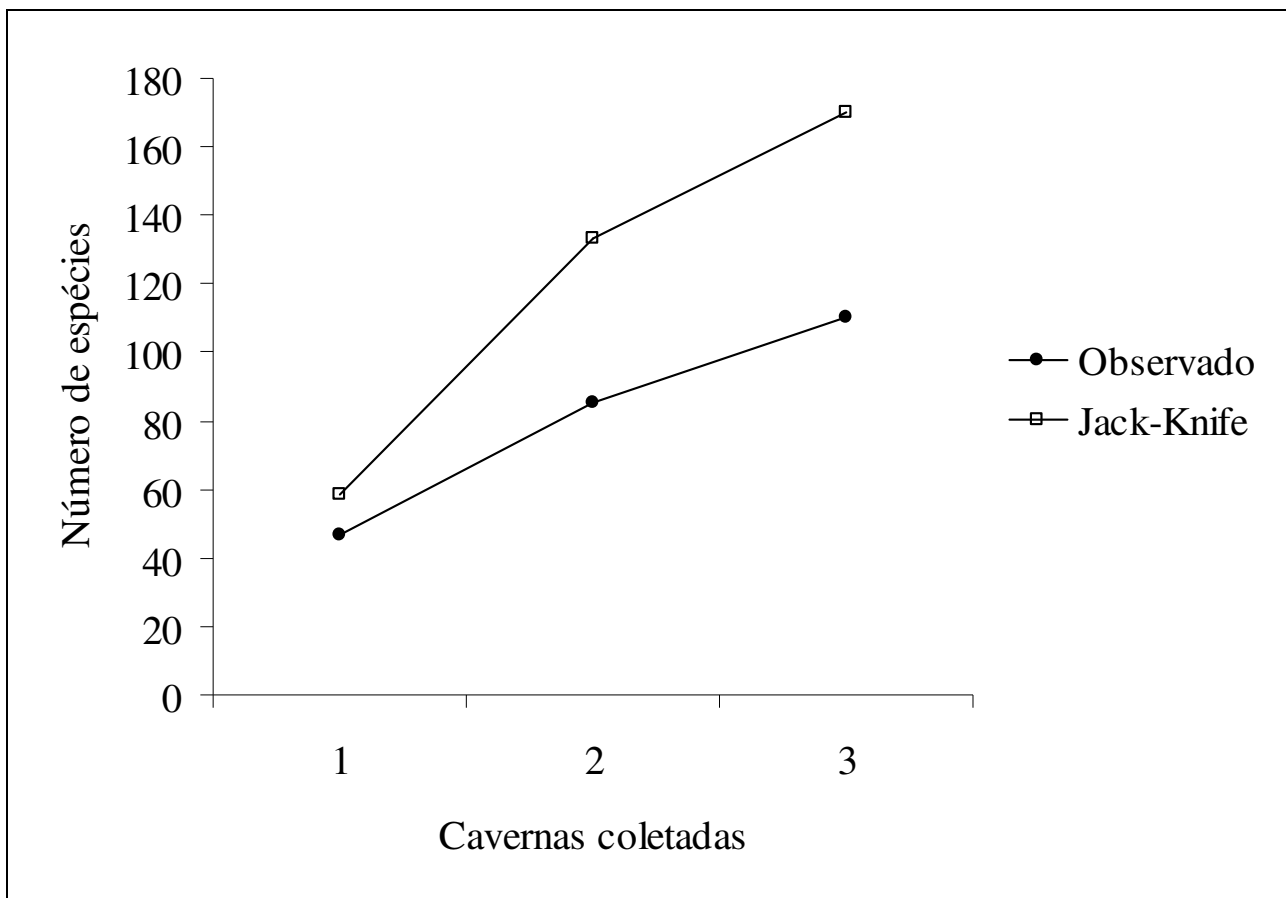


Figura 2. Curva acumulativa de espécies em função da quantidade de cavernas amostradas na PARNA de Ubajara (observado) e o número de espécies que se esperava encontrar (Jack-Knife).

4 DISCUSSÃO

4.1 Estrutura das comunidades de invertebrados nas cavernas

Estudos relativos à biologia de cavernas no Brasil ainda são incipientes. Além disso, trabalhos sobre a ecologia de sistemas subterrâneos da região nordeste do país são ainda escassos. Assim, a comparação das comunidades de invertebrados deste trabalho será feita com a fauna amostrada por Trajano (1987) que publicou dados da fauna de invertebrados de quatro cavernas na província espeleológica da Chapada da Ibiapaba (gruta de Ubajara, gruta do Morcego Branco e gruta Lagoa dos Morcegos) e com a fauna levantada em outras cavernas brasileiras que apresentam fisionomia vegetacional externa (floresta úmida) semelhante à presente no PARNA de Ubajara (Mata Atlântica) (Pinto-da-Rocha 1995, Trajano 2000, Ferreira 2004, Ferreira 2005, Souza-Silva 2008).

A listagem de invertebrados foi apresentada por Trajano (1987) principalmente em nível de ordem, sendo, deste modo, pouco precisa. O número máximo de espécies de invertebrados apresentado por esta autora foi de 12 morfoespécies para a gruta Ubajara. Tais dados, entretanto, foram extraídos de um relatório apresentado por Falzoni e colaboradores (1978, apud Trajano 1987). O número de espécies observado pela equipe acima mencionada representa uma sub-estimativa quando comparado aos dados do presente estudo, no qual foram observadas, em uma única coleta, 65 espécies na gruta Ubajara.

Estudos distintos produziram, historicamente, valores de riqueza consideravelmente diferentes em cavernas associadas à Mata Atlântica. Estas diferenças podem dever-se aos diferentes locais onde as cavernas se inserem, às suas litologias, suas condições tróficas e esforços amostrais empregados por diferentes pesquisadores (Ferreira 2005, Souza-Silva 2008).

A composição da fauna de invertebrados das cavernas avaliadas neste estudo é bastante similar à registrada em muitas outras cavernas da Mata Atlântica Brasileira, principalmente em relação às ordens e muitas das famílias de

invertebrados encontradas (Pinto da Rocha 1995).

São relatados no encarte 5 do Plano de manejo do PARNA e por Trajano (1987) a presença de vários exemplares de escorpiões da espécie *Tytilus cf. stigmurus* e de aranhas do gênero *Ctenus* sp. na gruta Ubajara. Tais espécies, no entanto, não foram encontradas neste estudo. Nos estudos realizados durante o plano de manejo do PARNA foram observados, ainda, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus* e *Furripteris horrens*.

A diversidade encontrada para a gruta dos Mocós, gruta do Morcego Branco e gruta Ubajara podem ser consideradas baixas. Souza-Silva (2008) apresentou maiores valores de diversidade para cavernas de extensões semelhantes na Mata Atlântica Brasileira. Em seis cavernas com extensões entre 110m a 120m (comparáveis à gruta dos Mocós) a média da diversidade foi de 2,37. Em quatro cavernas com extensões entre 200m a 300m (comparáveis à gruta do Morcego Branco) a média da diversidade foi de 2,87. Em quatro cavernas com extensões entre 625m a 1000m (comparáveis à gruta de Ubajara) a média da diversidade foi de 2,45 (Souza-Silva 2008).

Ferreira (2004) também apresenta maiores valores de diversidade para cavernas de extensões semelhantes, no sudeste do Brasil. Em doze cavernas com extensões entre 110m a 120m a média da diversidade foi de 2,21. Em cinco cavernas com extensões entre 200m a 300m a média da diversidade foi de 1,91. Em quatro cavernas com extensões entre 625m a 1000m a média da diversidade foi de 2,45 (Ferreira 2004).

Caso seja feita uma média entre os valores médios de diversidade apresentados por Souza-Silva (2008) e Ferreira (2004), seriam obtidos os seguintes valores: cavernas de 110 a 120 metros: diversidade de 2,29; cavernas de 200 a 300 metros: diversidade de 2,39; cavernas de 625 a 1000 metros: diversidade de 2,45; Em todos os casos, os valores são representativamente superiores aos encontrados para as cavernas do presente trabalho.

A menor diversidade encontrada nas cavernas da PARNA pode dever-se ao fato da Mata Atlântica onde as cavernas se inserem comportar-se como uma “ilha” rodeada por uma matriz com características climáticas e

fisionômicas típicas da Caatinga. Desta forma, este fragmento “ilhado” de floresta Atlântica pode possuir uma menor quantidade de espécies potencialmente colonizadoras de ambientes subterrâneos quando comparadas a áreas contínuas de Mata Atlântica ou Cerrado, como ocorre no sudeste do País.

A baixa similaridade da fauna de invertebrados observada pode dever-se à presença de condições físicas, tróficas e hídricas muito distintas entre as cavernas. A não estabilização da curva de espécies observada para as três cavernas revela um número potencial de espécies de invertebrados superior ao amostrado neste estudo. Deste modo, existe a clara necessidade de novas coletas na região para que se possa acessar a real biodiversidade cavernícola na PARNA de Ubajara.

4.2 Proposta de uso turístico na gruta Ubajara

No Brasil existem cavernas adaptadas ao turismo de massa há mais de 40 anos, sendo que muitas alterações como iluminação, construções e compactação do solo são observadas nestas cavernas (Lino 2001). Aquelas cavernas turísticas localizadas próximas a centros urbanos ou unidades de conservação (geralmente com fácil acesso) recebem milhares de visitantes e intensos impactos durante ano (Lobo 2005, Souza-Silva 2008). Entretanto, no Brasil e no mundo existem poucos trabalhos acerca dos prováveis impactos causados pelo turismo em ambientes de cavernas (Cigna & Burri 2000, Lobo 2005, Van Beynen & Townsend 2005, Lobo 2008).

Impactos naturais ou antrópicos que alteram as condições naturais dos ambientes de cavernas podem ser bem mais prejudiciais a organismos hipógeos do que os ocorridos em sistemas externos (Ferreira & Martins 2001).

Assim, para a manutenção da fauna nas cavernas é fundamental conhecer e monitorar a estrutura das comunidades bem como as características de cada espécie. Além disso, é de fundamental importância compreender processos ecologicamente importantes que ali ocorrem, como taxas de decomposição e mecanismos de importação de recursos alimentares (Ferreira & Martins 2001).

O plano proposto para a gruta Ubajara não consiste de um manejo efetivo da fauna da cavidade, já que a proposta foi baseada em um único inventário. A proposta é, desta forma, susceptível a modificações que por ventura se façam necessárias em decorrência de novas descobertas ao longo de monitoramentos e do próprio uso da cavidade. Apresenta-se aqui, um plano de uso, que define áreas a serem preservadas e condutas que visem minimizar os efeitos da visitação turística sobre a fauna da gruta Ubajara. Infelizmente a determinação das modificações ocorridas na gruta Ubajara (e em sua fauna) ao longo do tempo transcorrido desde a implantação do uso turístico é inviável, tendo em vista a inexistência de registros históricos acerca das comunidades da caverna antes do turismo. Assim, o uso de variáveis ambientais, tróficas e zoológicas são usadas aqui somente para a determinação do grau de conservação atual da gruta. Entretanto, o uso destas variáveis em conjunto é também uma ótima ferramenta para o monitoramento das condições ambientais e das comunidades no futuro.

O plano de uso da gruta Ubajara consiste basicamente na manutenção da rota atual de caminhamento. Entretanto, a passagem próxima à colônia de morcegos deve ser evitada ou ser feita de forma rápida e silenciosa, para evitar afugentar os mesmos e pisotear o guano. Sugere-se que nenhuma nova infra-estrutura seja instalada ou retirada do interior da caverna sem a consulta a especialistas que possam avaliar as possibilidades frente à distribuição da fauna. As áreas onde foram observados adensamentos populacionais de invertebrados ou mesmo as áreas mais ricas em espécies da cavidade devem ser vetadas à visitação turística (*e.g.* condutos do rio).

Segundo Ferreira (2009), no momento, os principais desafios para a gestão da gruta Ubajara referem-se à determinação da capacidade de carga, à substituição das estruturas turísticas existentes e à capacitação dos guias. Aqui, recomenda-se também a elaboração e execução de planos de educação ambiental para os visitantes e de capacitação para os guias.

Por enquanto, não existe necessidade de modificação da atual rota turística. Entretanto, é crucial e emergencial a informação dos guias sobre a biologia e conservação da gruta Ubajara.

Tal proposta objetiva minimizar impactos diminuindo os efeitos do pisoteio sobre as áreas mais ricas em espécies, reduzindo efeitos diretos e indiretos sobre a fauna e ambiente físico (fig. 3).

A permanência prolongada de grupos de turistas deve ser evitada uma vez que pode vir a estimular a migração de muitas populações de invertebrados presentes nestas áreas para outras regiões da caverna, o que pode levar a uma desestruturação de toda a comunidade presente. Deve-se evitar a construção de quaisquer estruturas na zona de entrada em função da presença de comunidades de invertebrados parápticas.

A Gruta de Ubajara é turística desde o século XIX e apresenta inúmeras intervenções. Até recentemente recebia um número considerável de turistas, especialmente durante os feriados, quando o número de visitantes por grupo chegava a superar 30 pessoas. Atualmente, em virtude dos trabalhos do CECAV no parque, o número máximo de visitantes por grupo foi reduzido para 12, numa medida preliminar de controle até que os dados mais precisos dos estudos em elaboração permitam um número tecnicamente adequado (Ferreira 2009).

Entretanto, as diversas metodologias de determinação de capacidade de carga em ambientes de cavernas são basicamente descritivas e nenhuma delas leva em consideração a importância da estrutura e distribuição da fauna nos modelos de avaliação. É comum, nestas metodologias de análise de capacidade de carga, o uso de variáveis ambientais voltadas para o bem estar e segurança do turista (Marra 2001, Lobo 2008). Tais métodos desconsideram, no entanto, os riscos da visita às comunidades biológicas presentes nas cavernas.

Os riscos de não incorporar aspectos da biologia em propostas de capacidade de carga relaciona-se não somente à ocorrência de espécies endêmicas e/ou vulneráveis a atividades turísticas, mas também à ocorrência e desequilíbrio na abundância e distribuição de espécies de importância médica (e.g. Aranhas: Sicariidae: *Loxosceles* sp., mosquitos: Phlebotomiinae: *Lutzomyia* sp. etc.).

Entretanto, a obtenção desta capacidade de carga real, incorporando parâmetros biológicos,

só é possível através de monitoramento e experimentação.

Estabelecer uma definição teórica para o que seria um espeleoturismo que buscasse um compromisso maior com a conservação do ambiente, da cultura e com os devidos benefícios sociais não é tarefa fácil, sobretudo, por que mesmo em locais onde a visitação é controlada, os diversos impactos decorrentes do turismo continuam a existir (Lobo 2006). O espeleoturismo como um segmento turístico deve buscar atingir de forma equilibrada a conservação das cavidades naturais, a conscientização e satisfação de todos os envolvidos no processo turístico e o desenvolvimento econômico local. Utiliza-se, para tanto, o patrimônio espeleológico, aproveitando as particularidades do ambiente por meio de propostas de diferenciação mercadológica (Lobo 2006). O patrimônio espeleológico pode ser um elemento essencial para o desenvolvimento turístico de um local ou região. Contudo, ele é extremamente frágil, sendo que algumas explorações intensivas o alteram de forma irreversível. Mesmo assim, é preciso considerar sua utilização turística indispensável para o desenvolvimento sócio-econômico de certas áreas, cuidando para que este não seja consumido inutilmente. Sua conservação depende de uma política de turismo eficaz que deve considerar, entre outros fatores, a condição racional da ocupação territorial pelas instalações turísticas e pelos equipamentos de lazer e o controle do seu crescimento desordenado, visando salvaguardar os recursos para as gerações futuras (Lobo 2006).

Apesar de apresentarem uma menor riqueza de invertebrados em relação a outras cavernas da Mata Atlântica, as cavernas do PARNA de Ubajara são relevantes pelo fato de estarem inseridas em um sistema cárstico com vegetação de Mata Atlântica “ilhada” pela caatinga, oferecendo condições para a ocorrência e manutenção de relictos da fauna de invertebrados e também a oportunidade única de conhecermos como a fauna subterrânea é estruturada a partir desta condição.

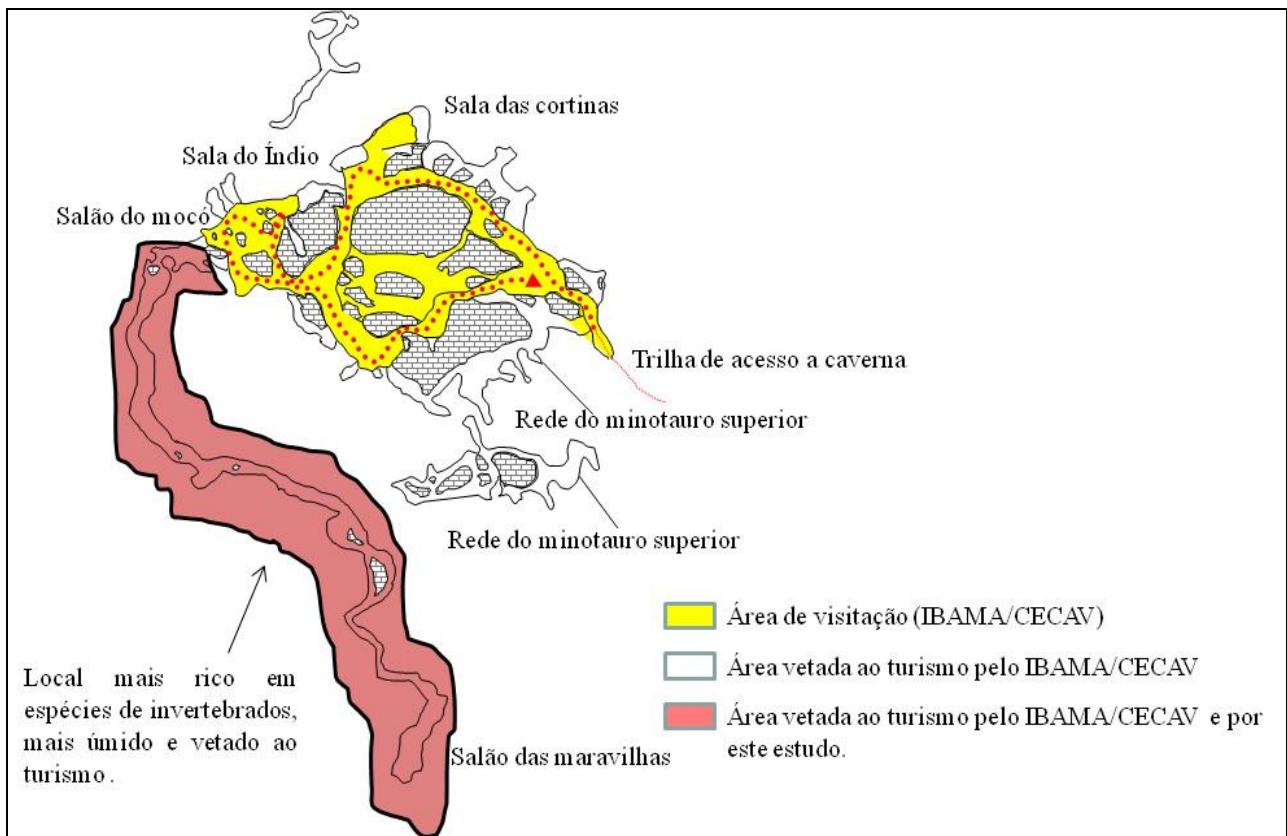


Figura 3. Croqui da gruta Ubajara indicando áreas de visitação e área mais rica em espécies de invertebrados e que devem continuar vetadas à visitação turística, corroborando com sugestão do plano de manejo 2001 do IBAMA/CECAV. Croqui modificado a partir do plano de manejo do IABAMA CECAV.

AGRADECIMENTOS

Leopoldo Ferreira O. Bernardi, Xavier Prous, Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF), Conservação Internacional (CI), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Lavras, CNPq, IBAMA-CECAV e funcionários do PARNA de Ubajara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARR, T. C., & KUEHNE, R. A. Ecological studies in the Mammoth Cave ecosystems of Kentucky. II. The ecosystem. *Annales de Spéléologie* 26: 47-96. 1971.

BICHUETTE, M. E. & SANTOS, F. H. S. Levantamento e dados ecológicos da fauna de invertebrados da gruta dos Paiva, Iporanga, SP. *O Carste*, 10(1): 14-19. 1998.

CIGNA, A. A. & BURRI, E. 2000. Development, Management and Economy of

Show Caves. *International Journal of Speleology* 29 (01): 01-27. 2000.

CULVER D. C. & POULSON T. L. Community boundaries: Faunal diversity around a cave entrance. *Annales Spéléologie* 25, 853-60. 1970.

CULVER, D. C. *Cave Life. Evolution and Ecology*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England. 189 pp. 1982.

DESSEN, E. M B., ESTON V. R., SILVA M. S., M. TEMPERINI-BECK T. & TRAJANO, E. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura*. 32 (6):714-725. 1980.

FERREIRA R. L. *A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos*. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da

- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 158pp. 2004.
- FERREIRA R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. *O Carste*. 3(17):106-115. 2005.
- FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. Diversity and distribution of spiders associated with bat guano piles in Morrinho cave (Bahia State, Brazil). *Diversity and Distributions*, 4:235-241. 1998.
- FERREIRA, R.L. & POMPEU, P.S. Riqueza e diversidade da fauna associada a depósitos de guano na gruta Taboa, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. *O Carste*, 9(2): 30-33. 1997.
- FERREIRA, C. F. *Levantamento espeleológico e considerações relativas ao manejo do patrimônio espeleológico em unidades de conservação Federais*. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, Montes Claros MG, 09-12 de julho de 2009 - Sociedade Brasileira de Espeleologia.
- FIGUEIREDO, L. A. V. *cavernas Brasileiras e seu potencial ecoturístico. Um panorama entre a escuridão e as luzes*. In: Turismo e Meio Ambiente. Editora, Funece. Fortaleza, 1998.
- GIBERT J. *The importance of ecotones in karstland*. In: *Conservation and Protection of the Biota of Karst* (eds D. Sasowsky, D. W. Fong & E. L. White) pp. 17-19. Karst Water Institute, University of Akron, Akron, OH. 1997.
- GILBERT, J., DANIELPOL, D. L. & STANFORD, J. A. *Groundwater Ecology*. Academic Press Limited, San Diego, California. 571 pp. 1994.
- GUEDES, P., G., SILVA, S. S. P., CAMARDELLA, A. R., ABREU, M. F. G., BORGES-NOJOSA, D. M., SILVA. J. A. G. & A. A. SILVA. Diversidade de mamíferos do Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil), *J. Neotrop. Mammal*. 7(2):95-100. 2000.
- HOLSINGER, R. & CULVER, D. C. The Invertebrate Cave Fauna of Virginia and a Part of Eastern Tennessee: Zoogeography and Ecology. *Brimleyana*, 14. 1-162. 1988.
- LINO, C. F. *Cavernas; O fascinante Brasil subterrâneo*. 288pp. Editora Gaia LTDA. São Paulo. 2001.
- LOBO, H. A. S. Capacidade de carga real (CCR) da caverna de Santana, Parque Estadual Turístico Do Alto Ribeira (PETAR)-SP e indicações para seu Manejo turístico. *Geociências* 3(27): 369-385. 2008.
- LOBO, H. A. S. Ecoturismo e percepção de impactos socioambientais sob a ótica dos turistas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, 1(1):67- 75. 2008.
- LOBO, H. A. S. *O lado escuro do paraíso: espeleoturismo na Serra da Bodoquena, MS*. Aquidauana, UFMG/CEUA, 2006. Dissertação de mestrado.
- LOBO, H. A. S. Considerações preliminares para a reestruturação turística da caverna de Santana - Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR. *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 77-87, 2005.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Cromm Helm, London, 179 pp. 2004.
- MARGULES C. R & R. L. PRESSEY. Systematic conservation planning, *Nature* 405:243-253. 2000.
- MARRA, R. J. C. *Espeleoturismo: planejamento e manejo de cavernas*, Editora W. D. Ambiental, 224 pp. 2001 .
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da mata atlântica e campos sulinos*. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG. Brasília: MMA/ SBF, 2000. 40p. 2000.

OLIVER I & A. J. BEATTIE. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*. 1(10): 99-109. 1996.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907 - 1994). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 39(6), 61-163. 1995.

POUSON, T. L. & WHITE, W. B. The cave environment. *Science* 165: 971-981. 1969.

PRATES, I & L. DRUMOND. Diversidade de invertebrados, capítulo 3, em *Sistema Areias. 100 anos de estudos*. Org. Eleonora Trajano, 1. ed. São Paulo, Redespeleo Brasil, (1):126 pp. 2007.

SARBU, S.M; KANE, T.C. & KINKLE, B.K. A chemoautotrophically based cave ecosystem. *Science* (272):1953-1955. 1996.

SIMON, K.S., T. PIPAN, & D.C. CULVER . A conceptual model of the flow and distribution of organic carbon in caves. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 69, no. 2, p. 279–284. 2007.

SOUZA-SILVA, M. *Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira*. Tese de Doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, ICB- UFMG 226 pp. 2008.

TRAJANO E. Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: composition, ecology and conservation. *Biotropica* 32: 882-893. 2000.

TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(8): 533-561. 1987.

VAN BEYNEN, P. & K. TOWNSEND: A disturbance index for karst environments.- *Environmental Management*, 36 (1), 101-116. 2005.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 2rd edition. Prentice Hall, New Jersey, 718 pp. 198.

1 - Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS)

marconisouza@unilavras.edu.br

2 - Departamento de Biologia/Setor de Zoologia –
Universidade Federal de Lavras, CP. 3037, 37200-000
Lavras, MG, Brasil. drops@ufla.br