

# EFEITOS DO USO TURÍSTICO SOBRE CAVIDADES SUBTERRÂNEAS ARTIFICIAIS: SUBSÍDIOS PARA O USO ANTRÓPICO DE SISTEMAS SUBTERRÂNEOS

## EFFECTS OF TOURISM ON USE OF ARTIFICIAL SUBTERRANEAN CAVITIES: SUBSIDIES FOR ANTHROPOGENIC USE OF SUBTERRANEAN SYSTEMS

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi (1), Marconi Souza-Silva (2) & Rodrigo Lopes Ferreira (3)

(1) Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Pós Graduação em Ecologia Aplicada, Bolsista Capes

(2) Centro Universitário de Lavras (Unilavras) - Núcleo de Estudo em Saúde e Biológicas

(3) Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Setor de Zoologia/Departamento de Biologia

Lavras - MG - [leopoldobernardi@yahoo.com.br](mailto:leopoldobernardi@yahoo.com.br); [souzasilvamarconi@gmail.com](mailto:souzasilvamarconi@gmail.com); [drops@dbi.ufla.br](mailto:drops@dbi.ufla.br)

### Resumo

O turismo tem se mostrado uma alternativa viável para a manutenção do patrimônio natural. Entretanto, em alguns ecossistemas, tais como os ambientes subterrâneos, ainda são necessários muitos estudos para tornar esta atividade pouco impactante. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as comunidades biológicas (riqueza, diversidade, equitabilidade, similaridade e complexidade ecológica), e as alterações que podem vir a ocorrer nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) advindas do turismo no interior de cavidades subterrâneas artificiais. A iluminação elétrica do tipo incandescente determinou alterações na temperatura e umidade relativa de minas turísticas. No entanto, as comunidades não apresentaram mudanças significativas na estrutura, uma vez que aquelas presentes em cavidades turísticas se mostram muito semelhantes àquelas presentes em minas não turísticas. Embora estes estudos ainda sejam incipientes no país, os mesmos já demonstram a urgente necessidade de criação de propostas de uso turístico que causem o menor impacto possível aos ambientes subterrâneos quando da instalação do uso turístico.

**Palavras-Chave:** Minas subterrâneas, Conservação, Turismo, Invertebrados, Cavernas.

### Abstract

*Tourism has shown to be a viable alternative for the maintenance of the natural patrimony. However, in some ecosystems such as the subterranean environments, many studies are still necessary studies to make this a low impact activity. The objective of the present work was to evaluate the biological community (richness, diversity, evenness equitabilidade, similarity and ecological complexity), and the alterations that can occur in the environmental conditions (temperature and humidity) stemming from tourism inside artificial subterranean cavities. The electric illumination of the incandescent type determined alterations in the temperature and humidity of tourist mines. However, the communities did not present significant changes in the structure, because those present in tourist cavities are shown very similar to those present in non-tourist mines. Although these studies are still incipient in the country, they already demonstrate the urgent need for the creation of models for tourist use that cause the least possible impact to the subterranean environments when given over to the installation of tourist use.*

**Key-Words:** *Subterranean mines, Conservation, Tourism, Invertebrates, Caves.*

## 1. INTRODUÇÃO

As cavidades naturais subterrâneas chamam a atenção do homem, desde tempos pretéritos, quando as regiões de entrada eram utilizadas para guardar alimentos, abrigo e/ou moradia. Ainda hoje, as cavernas compreendem ambientes nos quais são desenvolvidas diversas atividades, principalmente científicas, econômicas, de lazer e/ou cultura. Do ponto de vista turístico, estes ambientes podem ser

considerados de grande potencial econômico (BOGGIANI et al., 2007).

Apesar da importância dos ambientes subterrâneos para o uso antrópico, existem inúmeros exemplos onde seu uso inadequado, sem a elaboração prévia de planos de manejo, gerou impactos e degradações irreversíveis nas condições físicas e biológicas destes sistemas. Como exemplos podem ser citados a Gruta de Maquiné

(Cordisburgo, MG), a Caverna do Diabo (Eldorado, SP), a Gruta do Rei do Mato (Sete Lagoas, MG) e a gruta da Lapinha (Lagoa Santa, MG). Tais cavernas foram exploradas durante décadas sem o adequado manejo, conseqüentemente sofreram alterações irreversíveis, principalmente em seus componentes físicos (FERREIRA, 2004; BOGGIANI et al., 2007).

As cavernas turísticas no Brasil atingem, anualmente, números consideráveis de visitantes. As cavernas inseridas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira em São Paulo, a Gruta Lago Azul em Mato Grosso do Sul e a Gruta de Ubajara no Ceará, recebem milhares de turistas, que causam uma série de impactos a estes patrimônios naturais (VERÍSSIMO, 2005; BOGGIANI, 2007; LOBO, 2008). Entretanto, poucos estudos têm focado esta situação a fim de reverter os impactos causados e prevenir futuras ações desordenadas que possam causar danos aos sistemas subterrâneos (LINO, 2001; VERÍSSIMO, 2005; LOBO, 2006a; LOBO, 2006b; BOGGIANI, 2007; LOBO, 2008; LOBO et al., 2009; FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2009).

Em algumas situações, o aperfeiçoamento ou a elaboração de critérios básicos para o manejo de ecossistemas pode ser feito através de experimentações (FERNÁNDEZ-CORTÉS et al., 2006). Entretanto, em cavernas, algumas ações podem causar danos irreversíveis, o que torna desaconselhável a realização de experimentos visando o melhor estabelecimento do turismo. No entanto, as cavidades subterrâneas artificiais apresentam condições ambientais e biológicas muito semelhantes às encontradas em cavernas (PECK, 1988; FERREIRA, 2004). Desta forma, estes sistemas podem compreender excelentes locais para se observar os impactos em ambientes subterrâneos acarretados pelo turismo. Com o intuito de compreender os impactos causados pelo turismo nos ambientes subterrâneos, o presente estudo teve como objetivos avaliar parâmetros da estrutura das comunidades biológicas (riqueza, diversidade, equitabilidade, similaridade e complexidade ecológica), e as alterações nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) decorrentes de modificações causadas pelo turismo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de estudo

Os municípios de Ouro Preto e Mariana são alvos de exploração mineral desde o período do Brasil colônia (FAUSTO, 2003). Algumas cavidades escavadas durante este período são consideradas, atualmente, importantes pontos turísticos do estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 2009). Nestes municípios foram localizadas diversas cavidades artificiais, que apresentam uso atual, seja ligado ao turismo histórico ou a exploração do minério. Além disso, existem centenas de cavidades abandonadas, onde não ocorrem visitas de cunho turístico. Algumas destas cavidades estão sujeitas apenas a explorações esporádicas, realizadas por curiosos e moradores locais.

O presente trabalho foi realizado em 15 cavidades: doze delas não eram turísticas, sendo 11 situadas no município de Mariana e uma no município de Ouro Preto. Outras três cavidades turísticas inventariadas se localizam em Ouro Preto (Figura 1) (Tabela 1).

### 2.2. Procedimentos

Para o estudo foi realizado o inventário biológico da fauna de invertebrados. Além disso, mediu-se a temperatura e umidade relativa no interior de cada cavidade, em sua porção mediana.

Nas cavidades turísticas também foi realizado o monitoramento da temperatura e umidade relativa, após 30 minutos de influência da iluminação elétrica sobre o meio hipógeo.

#### 2.2.1. Inventário biológico

Os invertebrados terrestres foram coletados em todos os biótopos potenciais (e.g. matéria orgânica vegetal, depósitos de guano, espaços sob rochas e locais úmidos) existentes em cada uma das cavidades (SHARRATT et al., 2000; FERREIRA, 2004). Cada organismo observado teve sua posição registrada em um mapa da cavidade. Desta forma, ao final de cada coleta, foram geradas informações concernentes à riqueza de espécies, às abundâncias e à distribuição espacial de cada população presente nos sistemas (FERREIRA, 2004). As características físicas dos microhabitats onde os espécimes foram observados e capturados foram registradas em um mapa esquemático da cavidade. Todos os organismos foram identificados até o nível taxonômico possível e separados em morfo-espécies.

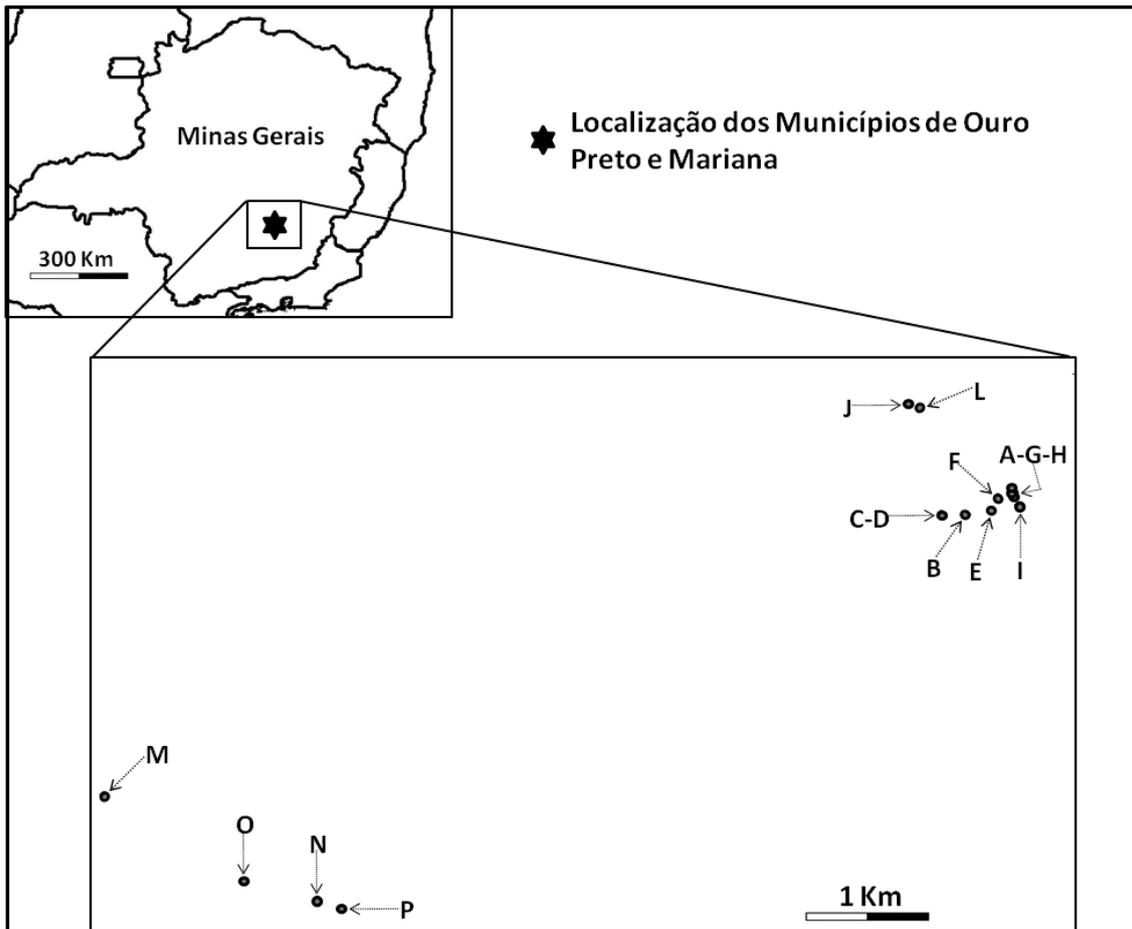


Figura 1: Localização das cavidades onde foi desenvolvido o estudo em questão. Cada cavidade foi representada por uma letra previamente apresentada na tabela 1.

**Tabela 1: Cavidades subterrâneas artificiais e suas localizações geográficas.**

Nº	Data de coleta	Cavidade	Município	Extensão Amostrada	Localização Geográfica
A	01/05/2009	Casa	Mariana	48 m	E662883 N7748789
B	02/05/2009	Cavalo	Mariana	91 m	E662516 N7748549
C	02/05/2009	Córrego Canelas III	Mariana	21 m	E662321 N7748551
D	02/05/2009	Perereca Anorexia	Mariana	60 m	E662314 N7748557
E	02/05/2009	Água	Mariana	70 m	E662726 N7748591
F	02/05/2009	Canela Branca	Mariana	68 m	E662777 N7748712
G	11/06/2009	Canela Sem Noção	Mariana	221 m	E662890 N7748749
H	11/06/2009	Conectada	Mariana	68 m	E662899 N7748731
I	11/06/2009	Poço Sem Fundo	Mariana	98 m	E662942 N7748641
J	12/06/2009	Meio do Mato	Mariana	18 m	E662039 N7749601
L	12/06/2009	Cachoeira	Mariana	30 m	E662133 N7749568
M	13/06/2009	Volta do Córrego	Ouro Preto	22 m	E655469 N7745893
N	28/11/2009	Vila Rica	Ouro Preto	96 m	E657216 N7744909
O	27/11/2009	Chico Rei	Ouro Preto	167 m	E656608 N7745079
P	29/11/2009	Velha	Ouro Preto	150 m	E657406 N7744817

Nº: cada cavidade recebeu uma letra de referência para que seja possível visualizar sua localização no mapa representativo da Figura 1.

### 2.2.2. Caracterização dos recursos presentes no meio hipógeo

A caracterização dos recursos presentes no interior das galerias artificiais foi realizada concomitantemente às coletas de invertebrados. Para isso, todos os tipos de recursos alimentares presentes nos sistemas foram qualificados.

### 2.2.3. Caracterização e monitoramento da temperatura, umidade relativa e luminosidade

A temperatura e umidade relativa foram medidas na porção mediana de cada uma das cavidades antes da realização das coletas de invertebrados e de quaisquer atividades turísticas.

A luminosidade emitida pelas lâmpadas elétricas presentes no interior das cavidades turísticas foi medida com o auxílio de um luxímetro posicionado a 1,20 metro do piso, com a célula receptora voltada para cima. Para tal, todo o trajeto iluminado de cada sistema foi percorrido, tendo sido anotados somente os máximos e mínimos valores de luminosidade encontrados em cada cavidade.

O monitoramento das variações na temperatura e umidade relativa foi realizado nas cavidades turísticas através de uma nova medida realizada 30 minutos após o início do funcionamento do sistema de iluminação elétrica. Todas as medidas de temperatura e umidade relativa foram feitas utilizando um termohigrômetro (que opera em uma faixa de -5 a 70°C e de umidade de 20 a 99%, com precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$  e  $\pm 2\%$ ) e para as medidas de luminosidade foi utilizado um luxímetro (que opera em uma faixa de 0 a 100000 *lm* com precisão de  $\pm 4\%$ ).

### 2.2.4. Caracterização das alterações antrópicas

Para a determinação de impactos foram consideradas todas aquelas alterações secundárias, feitas a fim de se adaptar os sistemas ao desenvolvimento de atividades ligadas ao turismo. Além disso, todo material recente deixado nas cavidades (como lixo) foi considerado um impacto potencial.

Foi analisada a presença de organismos fotossintetizantes em regiões originalmente afóticas das minas proporcionados pela iluminação artificial instalada nestas cavidades. Para a determinação da zona afótica de cada cavidade, o luxímetro foi posicionado a 1,20 metros do piso, com a célula receptora voltada para a entrada. Posteriormente, as luzes artificiais foram desligadas e o aparelho foi

movimentado a partir da região de entrada até a porção mais interior do sistema subterrâneo, sendo o local onde foi registrado o valor zero pelo luxímetro considerado o ponto de transição entre a região fótica e afótica. A partir deste ponto a cavidade foi vistoriada em direção ao fundo, no intuito de se encontrar organismos fotossintetizantes que só poderiam estar crescendo em virtude da presença de luz artificial proveniente da iluminação elétrica.

## 2.3. Análise dos dados

A riqueza de espécies foi obtida por meio do somatório do total de espécies encontradas.

ZAMPAULO (2009) propôs um método de determinação de espécies acidentais em cavernas. Segundo este autor, em uma dada região, espécies representadas por apenas um indivíduo encontrado em uma única cavidade podem ser definidas como acidentais (excetuando-se, obviamente, espécies troglóbias). Desta forma, todas as análises do presente estudo foram realizadas em dois “cenários”: um considerando todas as espécies encontradas e outro excluindo-se as “acidentais”. Tal comparação teve como objetivo determinar a importância relativa de espécies acidentais (ou eventualmente raras) na estrutura das minas subterrâneas na área de estudo.

Os cálculos de diversidade e equitabilidade foram feitos por meio do índice de Shannon-Wiener (MAGURRAM, 2004). A similaridade entre os sistemas foi obtida utilizando-se o índice de Jaccard, através de matriz de presença e ausência, sendo representada por meio de um dendrograma de similaridade. Finalmente, foram construídos gráficos de Escalonamento multidimensional não métrico (n-MDS) através do programa Past (versão 2.03) (HAMMER et al., 2003).

Os valores riqueza, diversidade, equitabilidade, complexidade ecológica foram comparados através de um teste de mediana (Kruskal-Wallis).

A distância geográfica e a similaridade biológica existente entre as cavidades foram correlacionadas através de uma regressão linear simples.

Para estes cálculos foram utilizados os programas Past (versão 2.03) e BioEstat (versão 5.0) (AYRES et al., 2007).

Os cálculos de complexidade ecológica foram feitos por meio do índice de Complexidade Ecológica de Cavernas elaborado por FERREIRA (2004).

**3. RESULTADOS**

Foram encontradas 90 espécies pertencentes a 21 ordens e pelo menos 45 famílias. Tais organismos compreendem os seguintes taxa: Mesostigmata, Trombidiformes, Pseudoescorpiones, Araneae, Opiliones, Polydesmida, Spirostreptida, Isopoda, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Psocoptera, Orthoptera, Isoptera, Collembola, Shymphyla, Annelida, Platyhelminthes. Nenhum organismo com

características troglomórficas foi encontrado (Anexo 1).

Do total de espécies encontradas, 79 foram observadas em cavidades não turísticas e 25 em cavidades turísticas. Quinze espécies (16,6%) foram encontradas em ambos os sistemas, e 10 foram exclusivas de cavidades turísticas. Grande parte das espécies (60% ou 54 espécies) foi encontrada em apenas uma cavidade (Figuras 2 e 3).

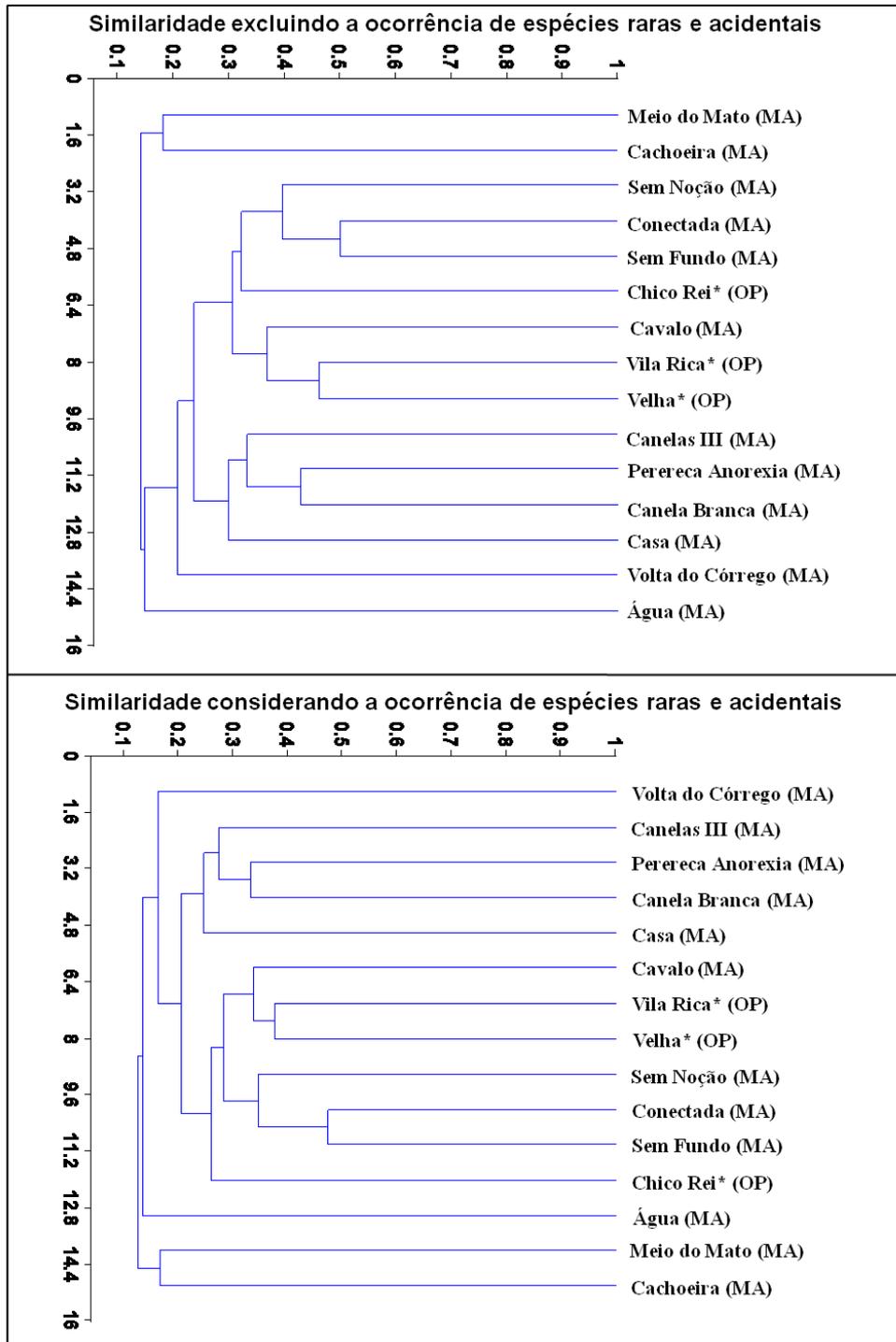


Figura 2: Dendrograma de similaridade entre a fauna das cavidades turísticas\* (Chico Rei, Mina Velha e a Vila Rica) e não turísticas presentes nos municípios de Ouro Preto (OP) e Mariana (MA).

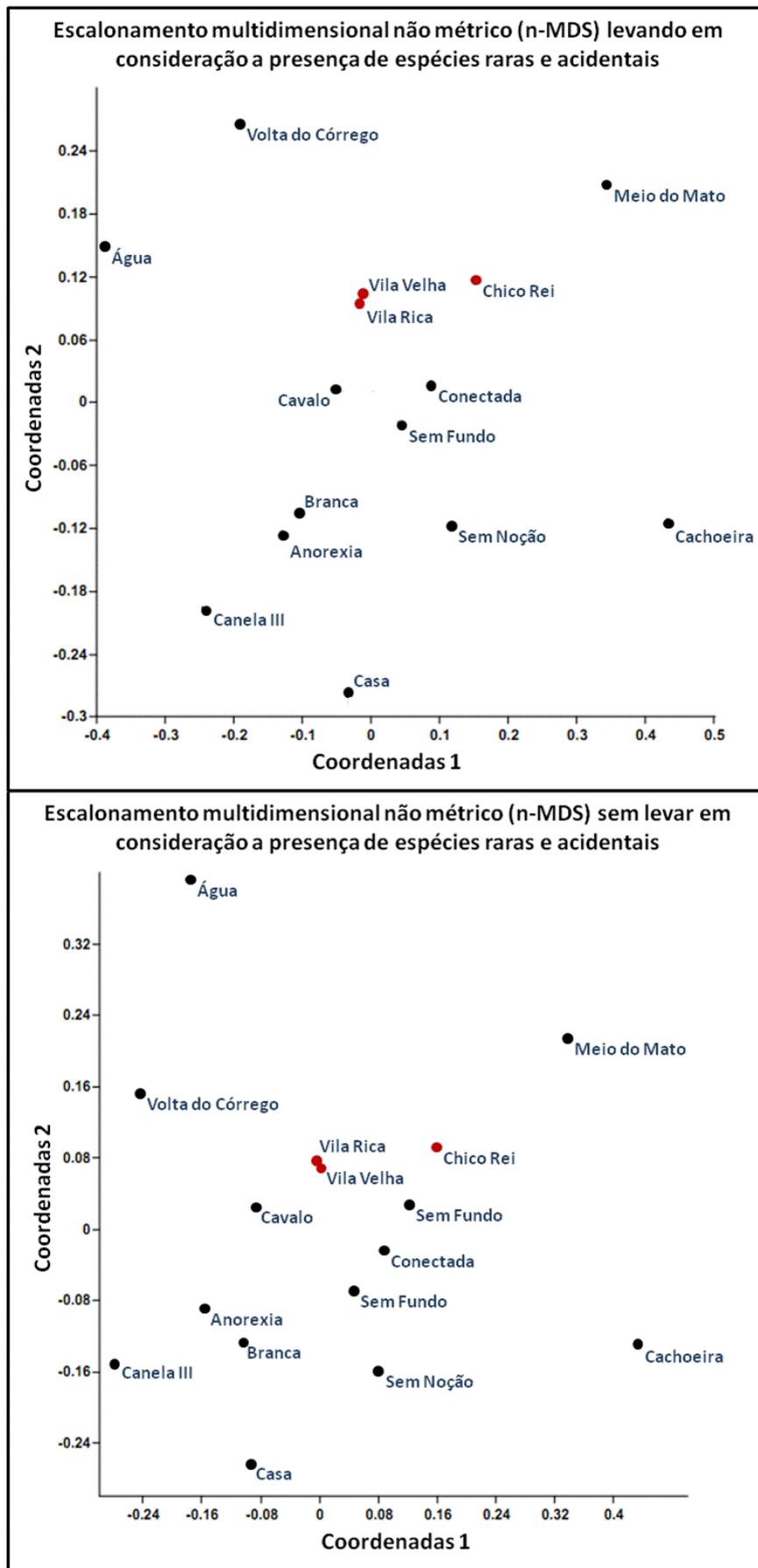


Figura 3: Escalonamento multidimensional não métrico (n-MDS) apresentando a similaridade entre as cavidades subterrâneas artificiais estudadas no município de Ouro Preto e Mariana. As cavidades que apresentam o uso turístico estão ressaltadas por um círculo vermelho.

Dentre as espécies inventariadas, 24 foram consideradas acidentais. Deste total, 19 espécies foram observadas em cavidades não turísticas e 5 em cavidades turísticas. Desta forma, metade das espécies observadas exclusivamente em cavidades turísticas foi considerada accidental.

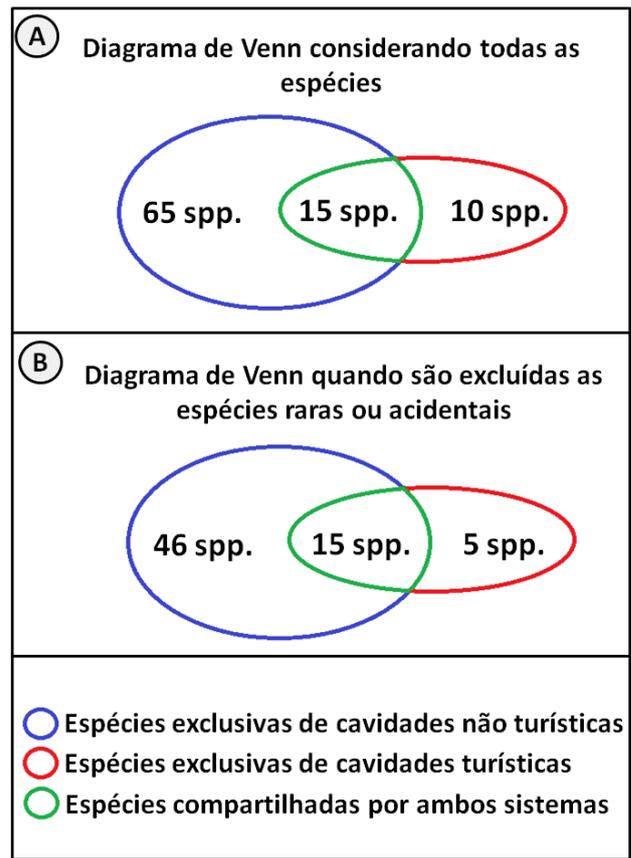
Excluindo-se os organismos acidentais, observa-se um total de 66 espécies encontradas em ambos os sistemas, elevado para 22,72% a porcentagem de espécies comuns entre as cavidades turísticas e não turísticas (Figura 4).

O dendrograma de similaridade e a análise de escalonamento multidimensional não métrica não mostraram a existência de grupos distintos referentes às minas turísticas ou não turísticas (Figuras 2 e 3). Além disso, não foi encontrada uma relação significativa entre os valores de similaridade e distância geográfica das cavidades.

Os valores de riqueza, riqueza relativa, equitabilidade, diversidade e complexidade ecológica foram bastante variáveis (considerando-se o total de espécies presentes em cada cavidade e somente as espécies não acidentais) (Tabela 2). Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de riqueza, riqueza relativa, equitabilidade, diversidade e complexidade ecológica observados para as cavidades turísticas e não turísticas.

A iluminação elétrica utilizada nas cavidades turísticas é do tipo incandescente e com lâmpadas de potências que variavam de 60 a 100 watts. Os valores de intensidade luminosa variaram de 0,30 lm a 0,53 lm na Mina do Chico Rei, 53 lm a 103 lm na

Mina de Vila Rica e 0,09 lm a 103 lm na Mina Velha (Tabela 3).



**Figura 4:** Diagrama de Venn representando o número de espécies compartilhadas e únicas em cada um dos dois tipos de sistemas. A, quando são consideradas todas as espécies; B, quando é considerado somente as espécies que não apresentem um único indivíduo em uma única cavidade.

**Tabela 2:** Parâmetros biológicos registrados nas cavidades subterrâneas artificiais estudadas: riqueza total (S), riqueza relativa (SR), diversidade (H'), equitabilidade (E), índice de complexidade ecológica (ICE). Primeiro são apresentados os valores considerando as espécies raras ou acidentais, e posteriormente excluindo estas espécies.

Cavidade	S		SR		E		H'		ICE	
Casa	27	23	0,562	0,479	0,698	0,71	2,3	2,23	0,83	0,708
Cavalo	11	11	0,12	0,121	0,717	0,72	1,72	1,72	0,39	0,398
Canelas III	9	8	0,428	0,381	0,579	0,60	1,27	1,24	0,34	0,292
Perereca Anorexia	15	11	0,25	0,183	0,564	0,70	1,52	1,67	0,23	0,304
Água	6	6	0,085	0,086	0,924	0,92	1,65	1,66	0,58	0,582
Canela Branca	9	7	0,132	0,103	0,558	0,56	1,22	1,10	0,06	0,038
Canela Sem Noção	25	21	0,113	0,095	0,649	0,67	2,09	2,03	1,32	1,070
Conectada	14	13	0,205	0,191	0,833	0,84	2,19	2,16	0,89	0,798
Poço Sem Fundo	14	14	0,142	0,143	0,845	0,85	2,23	2,23	0,6	0,604
Meio do Mato	12	11	0,666	0,611	0,85	0,86	2,11	2,06	1,36	1,184
Cachoeira	16	15	0,533	0,5	0,641	0,64	1,77	1,74	0,79	0,707
Volta do Córrego	16	12	0,727	0,545	0,807	0,83	2,23	2,05	0,54	0,341
Vila Rica	8	7	0,083	0,073	0,749	0,76	1,55	1,48	0,12	0,102
Velha	14	12	0,093	0,08	0,609	0,62	1,6	1,54	1,32	1,032
Chico Rei	15	13	0,089	0,078	0,753	0,77	2,04	1,99	1,324	1,091

**Tabela 3: Variações na umidade relativa e temperatura após os efeitos da iluminação elétrica nas cavidades subterrâneas artificiais turísticas.**

Cavidade	Umidade relativa		Temperatura		Valores máximos e mínimos de Lúmen
	Inicial	Após iluminação	Inicial	Após iluminação	
Vila Rica	86	89	19.3	20.4	53 – 104 lm
Chico Rei	86	91	17.8	18.5	0,30 – 0,53 lm
Velha	89	91	19	20.1	0,09 – 103 lm

Na Mina do Chico Rei e na Mina de Vila Rica, todas as lâmpadas estavam protegidas por uma redoma de vidro e os fios elétricos protegidos por tubos plásticos, evitando o contato direto do turista com o equipamento. Já na Mina Velha, os equipamentos elétricos estavam expostos e não havia proteção que pudesse evitar acidentes envolvendo a rede elétrica (Figura 5).

Na mina do Chico Rei e na Mina de Vila Rica foi constatada a presença de organismos fotossintetizantes em zonas que seriam naturalmente afóticas (Figuras 5B e 5E). Nestas áreas, a única fonte de luz era proveniente da iluminação artificial.



**Figura 5: Exemplos de iluminação elétrica presente no interior das cavidades turísticas Mina de Vila Rica (A e G), Mina do Chico Rei (B, C e F) e Mina Velha (G).**

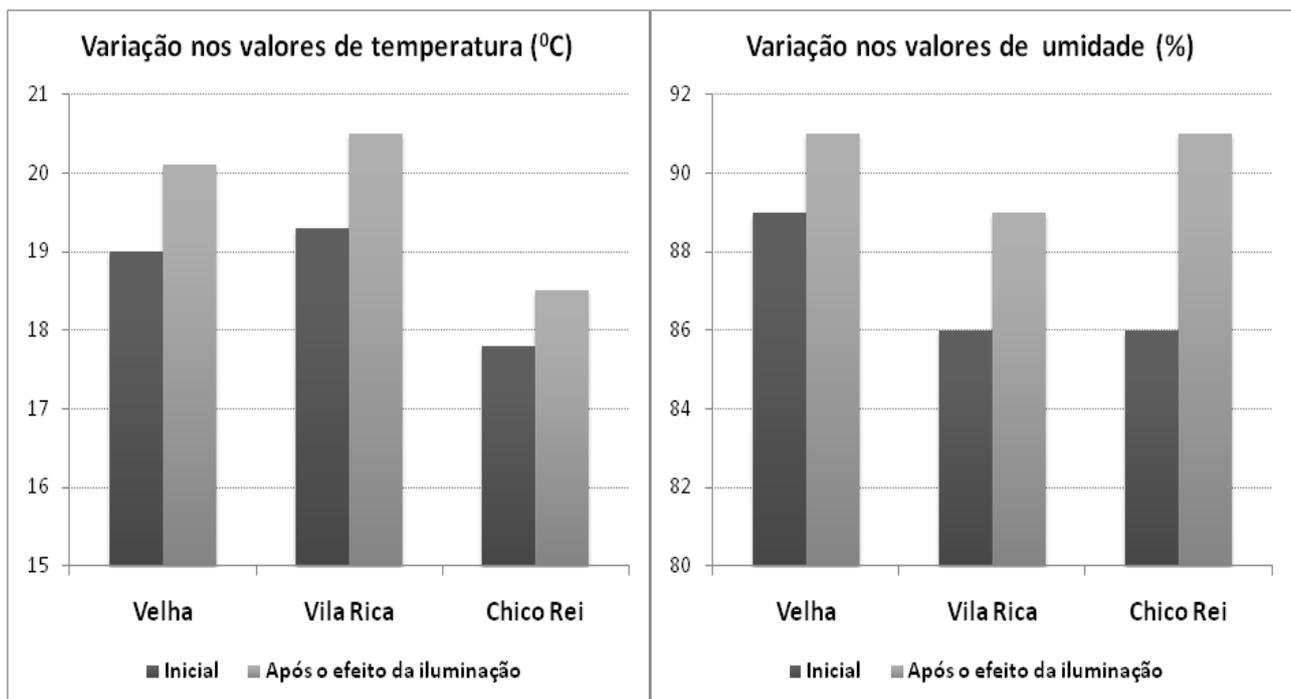
Dentre todas as 15 cavidades estudadas o maior valor de umidade relativa foi registrado na Mina Sem Noção (100% de umidade relativa) e o menor valor na Mina da Casa (79%). Para a temperatura, a variação encontrada foi de 29,1<sup>o</sup>C e 17,5<sup>o</sup>C observados na Mina da Perereca Anoréxica e na Mina da Volta do Córrego, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas nos valores de umidade relativa e temperatura entre as cavidades turísticas (antes do início das visitas) e as cavidades não turísticas.

Observou-se que houve variação na temperatura e umidade relativa após 30 minutos de funcionamento das lâmpadas elétricas nas minas turísticas (Tabela 3) (Figura 6).

Os impactos observados no interior dos sistemas turísticos foram o lixo inorgânico e orgânico em pequena quantidade e instalações elétricas (incluindo sistemas de iluminação e fiação). Também foi constatado que o piso das cavidades turísticas apresentava-se compactado quando comparado às cavidades não turísticas. Esta compactação decorre do caminhamento dos visitantes e pela retirada de pedras ou qualquer outro obstáculo encontrado no caminho que pode dificultar o percurso realizado no interior da cavidade. Além disso, foram observadas

modificações na estrutura física das minas, como colocação de portões, construções de pontes e degraus de alvenaria, homogeneização do piso através do despejo de cascalho e cimento, a presença de grades no piso, desvios e barramentos de cursos de água. No meio epígeo, foram observadas alterações na vegetação externa (substituição por pastagens ou plantas exóticas) ou até mesmo a total supressão desta, além da construção de estruturas físicas que servem como apoio ao desenvolvimento do turismo (Figuras 5 e 7).

Alterações mais marcantes foram observadas somente em duas cavidades não turísticas, a Mina das Casas e Mina da Volta do Córrego. Ambas localizam-se a menos de 20 metros de locais onde existem residências, estando a Mina da Volta do Córrego inserida na zona Urbana de Ouro Preto. Nestas cavidades, observou-se principalmente lixo orgânico e inorgânico, espalhado por toda a extensão onde foi desenvolvido o trabalho de coleta. Dentre os objetos encontrados podem-se citar embalagens de vidro e plástico, peças de vestuário, pedaços de móveis, dentre outros resíduos domiciliares. Observou-se também a obstrução parcial da entrada destas cavidades, bem como a supressão da vegetação do entorno (Figura 8).



**Figura 6: Variação nos valores de temperatura e umidade relativa após os efeitos da iluminação no interior das cavidades turísticas.**



**Figura 7:** Exemplos de impactos potenciais observados nas cavidades subterrâneas artificiais turísticas em Ouro Preto (A, B, D, E, F, G, H). Dentre eles alterações físicas e instalações elétricas, lixo inorgânico e medidas de controle químico para invertebrados. Além disso o aspecto da região do entorno de uma cavidade não turística no município de Mariana (C). A, D G – Mina do Chico Rei; B e H – Mina Velha; C – Mina da Canela Branca; E e F - Mina de Vila Rica.



**Figura 8: Exemplos de impactos potenciais observados na cavidade subterrânea artificial Mina da Volta do Córrego, localizada na zona urbana de Ouro Preto.**

#### 4. DISCUSSÃO

Os estudos relacionados à biologia de ambientes subterrâneos são focados principalmente em cavidades naturais (CULVER; WHITE, 2005; ROMERO, 2009). No Brasil, apesar destes estudos terem se iniciado a pelo menos 100 anos, somente no início da década de 80 houve uma intensificação na produção de trabalhos voltados para essa área (TRAJANO; BICHUETTE 2006; SOUZA-SILVA, 2008).

As cavidades subterrâneas artificiais, que também podem abrigar um grande número de espécies, mereceram a atenção de poucos trabalhos científicos até o momento (PECK, 1988; GNASPINI; TRAJANO, 1994; FERREIRA, 2004; ROMERO, 2009). Embora o grau de conhecimento acerca das cavidades artificiais seja ainda incipiente, já existem indicações de que a composição da fauna e o funcionamento ecológico são similares aos observados em cavernas (PECK, 1988; GNASPINI; TRAJANO, 1994; FERREIRA, 2004).

Muitas cavernas no país atraem a atenção de visitantes em função da beleza cênica e misticismo. Algumas cavidades artificiais também o fazem, mas principalmente em função da sua importância histórica (GUIMARÃES et al., 2009; ESTRADA REAL, 2010). Deste modo, mesmo cavidades artificiais inativas e que não estão mais sendo escavadas, podem receber impactos provenientes do uso antrópico atual.

Neste estudo, foi observado que, em cavidades artificiais turísticas, o número de espécies compartilhadas com os sistemas não turísticos foi sempre maior que o número de espécies raras ou acidentais. A maior riqueza de espécies compartilhadas pode decorrer da maior tolerância destas espécies a variações ambientais oriundas das alterações antrópicas. Dentre as espécies compartilhadas, estão organismos bem distribuídos em ambientes subterrâneos brasileiros, e que provavelmente experimentam condições ambientais diversas (TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1994; PINTO-DA-ROCHA, 1995; SOUZA-SILVA, 2008; FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2010). Como exemplo, temos Ctenidae (*Enoploctenus ciclоторax*, *Isoctenus* sp.), Pholcidae (*Mesabolivar* sp.), Nesticidae (*Nesticus* sp.), Theridiidae (*Theridion* sp.), Spirostreptida (*Pseudonannolene* sp.) e Phalangopsidae (*Endecous* sp.). Deste modo, o estabelecimento do turismo pode atuar como uma pressão que seleciona preferencialmente espécies tolerantes a variações no ambiente, como as anteriormente citadas.

Alguns dos impactos observados em cavidades artificiais turísticas são exclusivos destes sistemas. Dentre eles, destacam-se a depleção de recursos alimentares e a redução da disponibilidade de habitats. Tais alterações podem levar à redução na riqueza de espécies. De forma inversa, em cavidades não turísticas, observou-se preferencialmente a deposição de recursos alimentares e criação de novos microhabitats (lixo e entulho domiciliar). Estas alterações podem provavelmente atuar aumentando os valores de riqueza relativa. Como exemplo pode-se citar a Mina da Volta do Córrego e Mina da Casa, que apresentaram tais impactos e as maiores riquezas observadas.

A condição imposta pelo turismo, relacionada à depleção de recursos em sistemas subterrâneos, já foi observada em outros estudos. Na Gruta Kiogo Brado as atividades turísticas têm causado danos à estrutura física, resultando na menor disponibilidade de habitat e diminuição de população através da morte de invertebrados que pode ser causado pelo descuido ao ser realizar o caminhamento (FERREIRA et al., 2009). Entretanto algumas ações podem ser utilizadas para minimizar o impacto causado pelo turismo em cavidades artificiais. Segundo FERREIRA e colaboradores (2009), a determinação de rotas específicas para que seja realizado o caminhamento foi sugerido como ação para reduzir o impacto direto sobre a comunidade de invertebrados.

Como observado por Eberhard (2001), a manutenção adequada do recurso disponível para a fauna em algumas cavidades turísticas da Oceania pode ser um fator decisivo na manutenção de populações de invertebrados, mesmo em sistemas que recebem milhares de visitantes.

Além de causar mudanças nos sistemas biológicos, o turismo pode alterar as condições climáticas de sistemas subterrâneos. Em algumas cavernas já foram observadas a elevação da temperatura, mudanças na umidade relativa do ambiente e das taxas de CO<sub>2</sub> em função do uso turístico (PULIDO-BOSH et al., 1997; LINHUA et al., 2000; LOBO, 2006; LOBO, 2006a).

PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997) observaram um aumento de 5<sup>o</sup>C na temperatura e redução de 15% na umidade no ambiente da Caverna de Marvels causado pelo sistema de iluminação. Da mesma forma, nas cavidades artificiais aqui estudadas, também foram registrados variações nos parâmetros ambientes decorrentes da iluminação. Entretanto, no presente estudo os valores de umidade foram elevados após o distúrbio. Mas, é importante ressaltar que no estudo conduzido

por PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997), a coleta de dados foi realizada durante 23 horas, ao contrário deste estudo onde foi realizada apenas uma coleta após 30 minutos de funcionamento da iluminação. Caso a coleta de dados deste estudo fosse realizada em longo prazo, provavelmente poderia ter sido observado padrões semelhantes ao encontrado por PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997).

Os ambientes subterrâneos são espaços confinados, que tendem a ter uma baixa circulação de energia, quando comparado com meio epígeo. Desta forma, as interferências causadas pelo turismo acabam resultando em impactos que podem persistir por um longo tempo até se dispersarem (FERNÁNDEZ-CORTÉS et al., 2006; LOBO, 2006).

Não se sabe o tempo exato necessário para que haja um retorno às condições de temperatura e umidade relativa observadas inicialmente nas cavidades subterrâneas artificiais após as visitas. Entretanto, os valores tomados inicialmente no interior destes ambientes são um indicativo de que as condições podem voltar a níveis semelhantes àqueles observados em cavidades em que não são realizadas passeios turísticos.

FERNÁNDEZ-CORTÉS e colaboradores (2006) demonstraram que as alterações causadas nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) após visitas de turistas ao Geodo Pulpí (Espanha) podem durar até 27 horas. Tal cavidade localiza-se a mais de 300 metros de profundidade em relação ao meio epígeo.

O sistema de iluminação, além de influenciar nas condições ambientais, também pode causar pequenas alterações na comunidade biológica. Estes equipamentos proporcionam o crescimento de organismos fotossintetizantes no interior de sistemas hipógeos em zonas onde a única fonte de iluminação é a artificial. Desta forma, ao proporcionar o crescimento de algas e líquens em cavidades subterrâneas, o sistema de iluminação promove o enriquecimento alimentar, podendo alterar os tamanhos populacionais de algumas espécies. Neste estudo foram observadas agregações de certos invertebrados (colêmbolos, grilos e psocópteros) sobre este tipo de recurso, evidenciaram um eventual consumo do mesmo por estes organismos. Portanto, antes da instalação de conjuntos de iluminação em cavidades subterrâneas deve-se ter em vista que estes equipamentos podem causar interferências climáticas, como já foi constatado por Bogianni e colaboradores (2007), e também, podem vir a causar mudanças nas distribuições das populações de invertebrados presentes nestes locais.

Contudo, o impacto dos sistemas de iluminação pode ser minimizado. Como foi apresentado por LIMA e MORAES (2006) no plano de manejo da Gruta de Maquiné, o funcionamento intermitente, somente quando o turista está presente no interior da cavidade, pode atenuar o efeito deste no microclima subterrâneo.

As cavidades artificiais compreendem um interessante modelo a ser estudado, pois podem auxiliar na proposição de ações de manejo de sistemas subterrâneos naturais. Desta forma, estes sistemas podem fornecer subsídios para tornar o turismo uma alternativa econômica viável, conciliada com a preservação e o uso do patrimônio natural.

## 5. CONCLUSÕES

Modificação na estrutura física, principalmente na entrada das cavidades, diminui a quantidade de recursos que podem acessar o sistema subterrâneo e servir de alimento para fauna.

Lixos orgânicos carregados pelos turistas, além da estrutura física de apoio ao visitante, são as principais fonte de recurso para a fauna.

Parte das espécies que compõem as comunidades de sistemas turísticos subterrâneos são organismos tolerantes, que experimentam condições ambientais diversas.

O sistema de iluminação altera os valores de umidade e temperatura de ambientes subterrâneos, além proporcionar o crescimento de organismos fotossintetizantes em zonas afóticas, onde estes espécimes não deveriam ser encontrados.

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas Marcus Paulo de Oliveira, Amanda M. Teixeira e Matheus Brajão, pelo auxílio durante o desenvolvimento das atividades de campo. Antônio Brescovit (Araneae), Adriano Kury (Opiliones), Marcelo Ribeiro (Orthoptera) e Thaís G. Pellegrini (Coleoptera), auxiliaram nas identificações de invertebrados. À Epamig EcoCentro Lavras por permitir que fossem utilizados os equipamentos pertencentes a instituição, durante a identificação do material acarológico.

A realização deste trabalho só foi possível devido o auxílio financeiro concedido pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig Processo N<sup>o</sup>: APQ 4189 5 03-07).

Este trabalho contou com a anuência do IBAMA e ICMBio (SISBIO 14758-1 e 19637-1).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M.; AYRES-JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Belém: Ong Mamiraua. 2007, 380 p.
- BOGGIANI, P.C.; SILVA, O.J. DA; GESICKI, A.L.D.; GALLATI, E.A.B.; SALES L. de O.; LIMA, M.M.E.R. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 333-348, 2007.
- CULVER, D.C.; WHITE. **Encyclopedia of caves**. San Diego, California: Elsevier 2005. p. 654.
- EBERHARD, S. Cave fauna monitoring and management at Ida Bay, Tasmania. **Records of the Western Australian Museum**, (Supplement) n. 64, p. 97-104, 2001.
- ESTRADA REAL. Instituto Estrada Real (Cidades). Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://www.estradaREAL.org.br>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2010.
- FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2003. p. 650.
- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; CALAFORRA, J.M.; ANCHEZ-MARTOS, F.S.; GISBERT J. Microclimate processes characterization of the giant Geode of Pulpí (Almería, Spain): technical criteria for conservation. **International Journal of Climatology**, n.26, p.691-706, 2006.
- FERREIRA, R.L. A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos. 2004. 158p. Tese de doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, 2004.
- FERREIRA, R.L; MARTINS R.P. Mapping subterranean resources: The cave invertebrates distribution as indicator of food availability, **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 11, n. 2, p. 119-127, 2009.
- FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; BERNARDI, L.F.O.; SOUZA-SILVA, M. Fauna Subterrânea Do Estado Do Rio Grande Do Norte: Caracterização E Impacto. **Revista Brasileira de Espeleologia**, n. 1, v. 1, p. 25-51, 2010.
- GNASPINI, P.; E. TRAJANO. Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. **Revista Brasileira da Entomologia**, n. 38, v. 3/4, p. 549 – 584, 1994.
- GUIMARÃES, R.L.; TRAVASSOS, L.E.P.; CUNHA, L.I.D.; AZEVEDO, U.R.; VINTI, M. O geoturismo em espaços sagrados de Minas Gerais. **Espeleo-Tema**, v. 20, n. 1/2, p. 49-58, 2009.
- HAMMER, O.; HAPPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past Paleontological Statistics, ver. 1.12. Disponível em [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acesso em: 28 de Outubro de 2003.
- LINHUA, S.; XIAONING, W.; FUYUAM L. The influences of cave tourist on CO<sub>2</sub> and temperature in Baiyun Cave. **International Journal of Speleology**, v. 29b, n. 1/4, p. 77-87, 2000.
- LIMA, T. F.; MORAIS M. S. Contribuições para o desenvolvimento de plano de manejo em ambiente cavernícola - Gruta do Maquiné: um estudo de caso. **Geonomos**, v. 1, 2, n. 14, p.45 -53, 2006.
- LINO, C. F. **Cavernas; O fascinante Brasil subterrâneo**. Editora Gaia LTDA. São Paulo. 2001. p. 288.
- LOBO, H.A.S. Caracterização dos Impactos Ambientais Negativos do Espeleoturismo e Suas Possibilidades de Manejo. **IV Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul/III Seminário da ANPTUR**. Caxias do Sul, RS. Anais do SeminTUR. Caxias do Sul, RS: EDUCS, v. 4, 2006a.
- LOBO, H.A.S. O lado escuro do paraíso: espeleoturismo na Serra da Bodoquena. 2006b. 164p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso, Aquidauana, 2006b.

- LOBO, H.A.S. Capacidade de carga real (CCR) da Caverna de Santana, Parque Estadual Turístico Do Alto Ribeira (PETAR)-SP, e indicações para o seu manejo turístico. **Geociências**, v. 27 n. 3 p. 369-385, 2008.
- LOBO, H.A.S.; PERINOTTO, J.A.J.; BOGGIANI P.C. Capacidade de carga turística em cavernas: estado-da-arte e novas perspectivas. **Espeleo-Tema**, v. 20, n. 1/2, p. 37-47, 2009.
- PECK, S.B. A review of the cave fauna of Canada, and the composition and ecology of the invertebrate fauna of cave and mines in Ontário. **Canadian Journal of Zoology**, n. 66, p.1197-1213.1988.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907 - 1994). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 39, n. 6, p. 61-163, 1995.
- PULIDO-BOSCH A.; MARTÍN-ROSALES W.; LÓPEZ-CHICANO M.; RODRÍGUEZ-NAVARRO C.M.; VALLEJOS A. Human impact in a tourist karstic cave (Aracena, Spain). **Environmental Geology** n. 31, v. 3/4, p. 142-149. 1997.
- ROMERO, A. **Cave Biology: Life in Darkness**. New York: Cambridge University Press, 2009. p. 291.
- SHOPOV, Y.Y. Sediments: biogenic. In: GUNN, J (Ed.) **Encyclopedia of Caves and Karst Science**. New York/London: Taylor and Francis Group, 2004. p.1356-1359.
- SOUZA-SILVA, M. **Dinâmica de disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária**. 2003. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais/Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 76pp.
- SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais/Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 226pp.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L.; BERNARDI, L.F.O.; MARTINS, R.P. Importation and Processing of Organic Detritus in Limestone Cave. **Espeleo-Tema**, v. 19, p. 31-46, 2007.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. *Biologia Subterrânea*. São Paulo: Redespeleo, 2006. p. 92.
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO P. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7 n. 3, p. 383-407, 1991.
- VERÍSSIMO, C.U.V.; SOUZA, A.E.B.A.; RICARDO, J.M.; BARCELOS, A.C.; NETO, J.A.N.; REIS, M.G.M. Espeleoturismo e microclima da Gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, v. 15, p. 244-253, 2005.
- VILLAR, E.; BONET, A.; DIAZ-CANEJA, B.; FERNANDEZ, P.L.; GUTIERREZ, I.; QUINDOS, L.S.; SOLANA, J.R.; SOTO, J. Ambient temperature variations in the hall of paintings of Altamira cave due to the presence of visitors. **Cave Science**, v. 11, n. 2, p. 99-104, 1984.
- ZAMPAULO, R.A. **Diversidade de invertebrados cavernícolas na provincia espeleologica de Arcos, Pains e Doresopolis (MG): subsídios para a definição de áreas prioritárias para conservação**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras/Pós-Graduação em Ecologia Aplicada. 190p.

**Editorial flow/Fluxo editorial:**

Received/Recebido em: 16.12.2010

Corrected/Corrigido em: 02.03.2011

Accepted/Aprovado em: 15.06.2011



**TOURISM AND KARST AREAS**  
(formely/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)

[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

**Anexo 1: Composição, abundância e distribuição da fauna em Cavidades Subterrâneas Artificiais de Ouro Preto e Mariana.**

\*co: colônia; <sup>ac</sup>: espécies que foram consideradas raras ou acidentais

Ordem/Família	Gênero/Espécie	Casa	Cavalo	Canelas III	Perereca Anorexia	Água	Branca	Sem Noção	Conectada	Poço Sem Fundo	Meio do Mato	Cachoeira
<b>Mesostigmata</b>												
Laelapidae	<i>Androlaelaps</i> sp.				100							
Laelapidae	<i>Stratiolaelaps</i> sp.				202							
Macrochelidae	sp1	18										
Macrochelidae	sp2							5		3		
<b>Trombidiforme</b>												
Anystidae	<i>Erythracarus nasutus</i>	26	6									
<b>Araneae</b>												
Palpimanidae	<i>Otithops</i> sp. <sup>ac</sup>							1				
Ctenidae	<i>Ancylometes concolor</i>					5						
Ctenidae	<i>Enoploctenus cyclothorax</i>	1						13	7			
Nesticidae	<i>Nesticus</i> sp.							3	1		1	
Oonopidae	<i>Oonops</i> sp.							3				
Ochyroceratidae	<i>Ochyrocera</i> sp.											2
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i> sp3	3	10	63	38	10	43	142	18	14	2	
Tetragnathidae	sp1	2										
Trechaleidae	<i>Trechaleoides</i> sp.							2				1
Theridiidae	sp1 <sup>ac</sup>	1										
Theridiidae	<i>Theridion</i> sp1	2	1	2	17			50	2	2		4
Theridiosomatidae	<i>Plato</i> sp1		76					189	4	2		1
Salticidae	sp1 <sup>ac</sup>				1							
Segestridae	<i>Ariadna</i> sp.							2				
Sicariidae	<i>Loxosceles similis</i>										6	3
<b>Opiliones</b>												
Gonyleptidae	<i>Eusarcus</i> sp.	1						3				4
Gonyleptidae	<i>Mitogoniell indistincta</i>								2	6	5	3
Gonyleptidae	sp1							3				
Gonyleptidae	<i>Goniosoma</i> sp. <sup>ac</sup>	26					3	2	12	2		
<b>Spirostreptida</b>												
Spirostreptidae	<i>Pseudonannolene</i> sp1		2	3	4							1
Spirostreptida	<i>Pseudonannolene</i> sp2									1		
<b>Isopoda</b>												
Phylosiidae	sp1	1		7			3	8				
Isopoda	sp1							1				
<b>Blattaria</b>												
Blattaria	sp1											2
Blattaria	sp2 <sup>ac</sup>								1			
Blattaria	sp3 <sup>ac</sup>							1				
Blattaria	sp5	9										

<b>Coleoptera</b>												
Carabidae	sp1	1	4									
Carabidae	sp2						7					
Gyrinidae	sp1				6							2
Pselaphidae	sp3							2				
Pselaphidae	sp4 <sup>ac</sup>						1					
Staphilinidae	sp1	1	4									
Staphilinidae	sp2	20										
larva	sp1	4										
larva	sp2 <sup>ac</sup>	1										
<b>Diptera</b>												
Cecidomyiidae	sp1	6										
Culicidae	<i>Culex</i> sp.	6	1		1							
Tipulidae	sp1 <sup>ac</sup>										3	
Tipulidae	sp2 <sup>ac</sup>				1							
	sp1	1										
	sp2	1			1				1			
Chironomidae	Larva		2									1
Keroplatidae	Larva								9			
	Pupa <sup>ac</sup>				1							
	Larva											2
<b>Hemiptera</b>												
Reduviidae	<i>Zelurus</i> sp1						2	2	1			
Reduviidae	<i>Zelurus</i> sp2										4	
Reduviidae	sp1	1	1	1	2							
Veliidae	sp1								8			
	sp1 <sup>ac</sup>	1										
<b>Hymenoptera</b>												
Formicidae	<i>Hypopomera</i> sp.											6
Formicidae	<i>Solenopsis</i> sp1	6										1
Formicidae	<i>Solenopsis</i> sp2	1	2				5					
Formicidae	<i>Brachymyrmex</i> sp. <sup>ac</sup>					1						
<b>Lepidoptera</b>												
Noctuidae	sp1				5							
Noctuidae	sp2										5	
Noctuidae	<i>Latebraria</i> sp											2
<b>Psocoptera</b>												
Psocoptera	sp1 <sup>ac</sup>										1	
Psocoptera	sp2			1								
<b>Orthoptera</b>												
Phalangopsidae	<i>Endecous</i> sp	56	5	4	3	1	13	1				
Phalangopsidae	<i>Strinatia</i> sp.	14	38	47	1	5	6	56	19	1	18	8
<b>Isoptera</b>												
Termitidae	<i>Nasutitermes</i> sp.											*co
<b>Collembola</b>												
	sp3						42	3		6	52	
	sp4	116	27	100	1	24	2	10				
<b>Symphyla</b>												
	sp2 <sup>ac</sup>											1
<b>Annelida</b>												
	sp1	3		1	1	5						

**Anexo 2: Composição, abundância e distribuição da fauna em Cavidades Subterrâneas Artificiais localizadas no município de Mariana.**

\*co: colônia; <sup>ac</sup>: espécies que foram consideradas raras ou acidentais

Ordem/ Família	Gênero/ Espécie	Volta do Córrego	Rica	Velha	Rei
<b>Trombidiforme</b>					
Anystidae	<i>Erythracarus nasutus</i>	1			
<b>Pseudoescorpiones</b>					
Chernetidae	sp1	2			
<b>Araneae</b>					
Ctenidae	<i>Ancylometes concolor</i>	1			
Ctenidae	<i>Isoctenus</i> sp.	2		1	
Nesticidae	<i>Nesticus</i> sp.				2
Ochyroceratidae	<i>Ochyrocera</i> sp.				
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i> sp3	14	2	1	11
Theridiidae	<i>Theridion</i> sp1	1		1	
Theridiosomatidae	<i>Plato</i> sp1		3	17	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i> sp.	8			
Scytodidae	<i>Sytodes</i> sp.		1	1	
<b>Opiliones</b>					
Gonyleptidae	<i>Goniosoma</i> sp1 <sup>ac</sup>	1			
Gonyleptidae	<i>Eusarcus</i> sp.				3
Gonyleptidae	<i>Mitogoniell indistincta</i>			6	3
Gonyleptidae	sp1		2		9
<b>Polydesmida</b>					
Paradoxosomatidae	sp1 <sup>ac</sup>	1			
<b>Spirostreptida</b>					
Spirostreptida	<i>Pseudonannolene</i> sp2			1	
<b>Isopoda</b>					
Isopoda	sp1	2			
<b>Blattaria</b>					
Blattaria	sp4 <sup>ac</sup>			1	
<b>Coleoptera</b>					
Pselaphidae	sp1			2	
Pselaphidae	sp2 <sup>ac</sup>	1			
Pselaphidae	sp3				3
<b>Diptera</b>					
Culicidae	<i>Culex</i> sp.				5
Sciaridae	sp1 <sup>ac</sup>	1			
<b>Hemiptera</b>					
Reduviidae	<i>Zelurus</i> sp1	1			
	sp2	8			
<b>Lepidoptera</b>					
Tineidae	sp1 <sup>ac</sup>				1
	sp1 <sup>ac</sup>		1		
<b>Psocoptera</b>					
Psocoptera	sp3				12
<b>Orthoptera</b>					
Phalangopsidae	<i>Endecous</i> sp		10	16	23
Phalangopsidae	<i>Strinatia</i> sp.	15	3	1	1
<b>Collembola</b>					
	sp1				29
	sp2			5	
	sp3				1
	sp4	9	19	58	51
<b>Symphyla</b>					
	sp1 <sup>ac</sup>				1
<b>Platyhelminthes</b>					
	sp1 <sup>ac</sup>			1	