

ANÁLISE AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DA RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS DO MUNICÍPIO DE LARANJEIRAS, SERGIPE

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL DATA AND CAVES RELEVANCE IN THE MUNICIPALITY OF LARANJEIRAS, SERGIPE

Christiane Ramos Donato (1); Adauto de Souza Ribeiro (2) & Leandro de Sousa Souto (3)

Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE.

(1) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente / Bolsista DAAD.

(2) Departamento de Biologia/Laboratório de Biologia da Conservação.

(3) Departamento de Biologia/Laboratório de Entomologia.

Contatos: christianecrd@yahoo.com.br; adautoead@gmail.com; leandroufv@gmail.com.

Resumo

O presente estudo analisou qualitativamente as características ambientais e da relevância para conservação com a finalidade de propor políticas públicas de conservação das cavernas do Município de Laranjeiras, Sergipe. Utilizou-se método de observação direta em campo por meio de protocolo padronizado e adaptado aos estudos de avaliação de cavernas. Das dez cavernas existentes no município, nove foram estudadas, as quais se inserem nos povoados Machado e Comandaroba. Todas as cavidades estudadas são de pequeno porte, desenvolvem-se em rocha calcária, estão inseridas na Mata Atlântica do Nordeste e possuem características ambientais distintas entre si. Apenas uma delas possui afluente do Rio Cotinguiba que passa em seu interior e outra apresenta vestígios paleontológicos. Esta avaliação abrange o conhecimento do Patrimônio Espeleológico de Laranjeiras, entretanto o valor ecológico e ecossistêmico necessita de uma compreensão melhor, assim como as relações existentes entre a população do entorno e a conservação dessas cavidades naturais.

Palavras-Chave: Cavernas; Conservação; Município de Laranjeiras.

Abstract

The main goal of this paper is analyze the qualitative data about environment and relevance of Laranjeiras caves. The analyzed data were obtained through observations in the field and the completion of forms. The studied caves are small, develop in limestone rocks; and inserted in the Atlantic Forest. Beside that, each cave presents different environmental characteristics. Only one cave has water drainage, and another one has paleontological evidence. More research is needed to increase the knowledge of the speleological heritage of the municipality of Laranjeiras, and understand the relationships between the populations and the conservation of caves.

Key-Words: Caves; Conservation; Municipality of Laranjeiras.

1. INTRODUÇÃO

Considera-se caverna todo e qualquer espaço subterrâneo de origem natural, acessível pelo homem, com ou sem abertura identificada, incluindo seu ambiente, características bióticas e abióticas, independente do tipo de rocha encaixante ou de suas dimensões (BRASIL, 2008). Para realizar a conservação, a restauração e mesmo a indicação para uso turístico é necessário, primeiramente, conhecer o ambiente onde estas atividades serão efetivadas. Para tanto, é necessário descrevê-los e caracterizá-los.

As cavernas são uma das feições morfológicas de ambientes cársticos. O termo carste foi utilizado

inicialmente para distinguir a morfologia regional de formações calcárias da Croácia. Atualmente tem sentido mais amplo, abrangendo todas as características morfológicas provenientes de processos de dissolução principalmente por drenagens verticais e subterrâneas características de rochas calcárias ou dolomíticas (BIGARELLA *et al.*, 2007). Dessa forma, são várias as regiões consideradas cársticas como as topografias da França, Japão, Estados Unidos, Alemanha e Brasil (CARVALHO-JÚNIOR *et al.*, 2008).

Aproximadamente entre 5 a 7% do território brasileiro são ocupados por terrenos cársticos (KARMANN, 1994). Importantes exemplos dessas ocorrências estão: no Parque Estadual Turístico do

Alto Ribeira – PETAR, São Paulo; em Lagoa Santa, Serra do Caraça e vale do Rio Peruaçu, Minas Gerais; na Chapada dos Guimarães, Mato Grosso; e nas Grutas de Iraquara, Chapada Diamantina e Toca da Boa Vista, Bahia (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002).

No Estado de Sergipe a abrangência exata deste tipo de morfologia é ainda pouco conhecida, com vinte e quatro cavernas reconhecidas pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE, 2011). Como destacado por Barreto *et al.* (2004), o desenvolvimento cárstico em Sergipe pode ser considerado incipiente quando comparado a outras ocorrências brasileiras e mundiais, uma vez que conta apenas com cavernas de pequenas dimensões.

O Município de Laranjeiras foi escolhido para ter suas cavernas estudadas sistematicamente por quatro motivos: reúne o maior acervo de cavernas registradas junto à SBE, no Estado de Sergipe; há diferenças significativas na formação dos ecossistemas de suas cavernas; está em uma região de interesse econômico, desenvolvimento industrial minerador marcado por forte histórico de impacto e riscos ambientais em uma zona de *hotspots* (Mata Atlântica); e as cavidades naturais estão próximas de populações humanas (DONATO, 2011).

Em Laranjeiras são registradas dez cavernas, sendo que nos últimos anos, algumas dessas foram sítios de trabalhos científicos, como a Gruta da Raposa, na qual foi encontrado fóssil do Cretáceo do tubarão *Ptychodus* (CARVALHO; GALLO, 2002). A Gruta da Raposa e a Gruta Aventureiros já tiveram descrições preliminares (BARRETO *et al.*, 2005) e parte do patrimônio espeleológico do município já foi inventariado (DANTAS *et al.*, 2009) e teve análise qualitativa de impacto ambiental (DONATO; RIBEIRO, 2011).

Partindo dos conhecimentos prévios acima citados, este estudo foi realizado com o objetivo de analisar qualitativamente o ambiente cavernícola e relevância para conservação das cavernas do Município de Laranjeiras. A caracterização dessas cavernas possibilitará a geração de subsídios para propostas de conservação, restauração e de utilização turística das mesmas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Este trabalho foi realizado nas cavidades naturais: Gruta Aventureiros (CAV1 - 10°48'11,5''S

37°10'49,3''W), Gruta da Raposa (CAV3 - 10°48'51,6''S 37°10'45,4''W), Gruta da Matriana (CAV5 - 10°48'04,0''S 37°10'46,8''W) e Gruta da Pseudomatriana (CAV6 - 10°47'51,6''S 37°10'55,7''W) localizadas no Povoado Comandaroba; Gruta da Janela (CAV2 - 10°49'22,2''S 37°10'28''W), Gruta do Tramandaí (CAV4 - 10°49'03,5''S 37°10'12,5''W), Gruta dos Orixás (CAV7 - 10°49'04,6''S 37°10'25,5''W), Gruta Raposinha (CAV8 - 10°48'48,9''S 37°10'27,8''W) e Gruta da Pedra Furada (CAV9 - 10°49'14,7''S 37°10'40,2''W) localizadas no Povoado Machado.

Os novos dados encontrados em campo de cavernas já registradas e dados de cavernas ainda não registradas foram acrescentados/cadastrados no Cadastro Nacional de Cavernas (CNC) da SBE.

O Município de Laranjeiras, Sergipe (Figura 1) possui 163,60 km², localizado na mesorregião Leste Sergipano, microrregião Baixo Cotinguiba, na divisão climática Litoral Úmido (CORREIA, 2004). Limita-se ao norte com os municípios de Riachuelo e Maruim, ao sul com Nossa Senhora do Socorro, a leste com Santo Amaro das Brotas e a oeste com Itaporanga D' Ajuda e Areia Branca (BOMFIM *et al.*, 2002).

A temperatura média anual do Município é de 25,2°C. Nele as chuvas concentram-se entre os meses de março a agosto e os meses mais secos vão de setembro a fevereiro e o índice pluviométrico médio é de 1.279,3 mm por ano. Com esses dados, observa-se que a área de incidência de cavernas na Mata Atlântica de Laranjeiras compreende o clima Megatérmico Seco e Subúmido (BOMFIM *et al.*, 2002).

O Município está situado na bacia hidrográfica do Rio Sergipe representada principalmente pelos rios Cotinguiba e Madre-Deus. A superfície dos rios, remanescentes de planície costeira e tabuleiros costeiros são as principais feições geomorfológicas encontradas (Figura 1). Em seu território encontram-se quatro áreas geológicas: Grupo Barreiras e Angico para oeste e Taquari/Maruim e Cotinguiba/Membro Sapucarí a leste, com depósitos de pântanos e mangues nas margens dos rios (CORREIA, 2004). Como todas as cavernas estudadas fazem parte de uma mesma unidade geológica há alta probabilidade de que mais fósseis estejam contidos nas rochas que as hospedam, a exemplo da Gruta da Raposa (CARVALHO; GALLO, 2002).

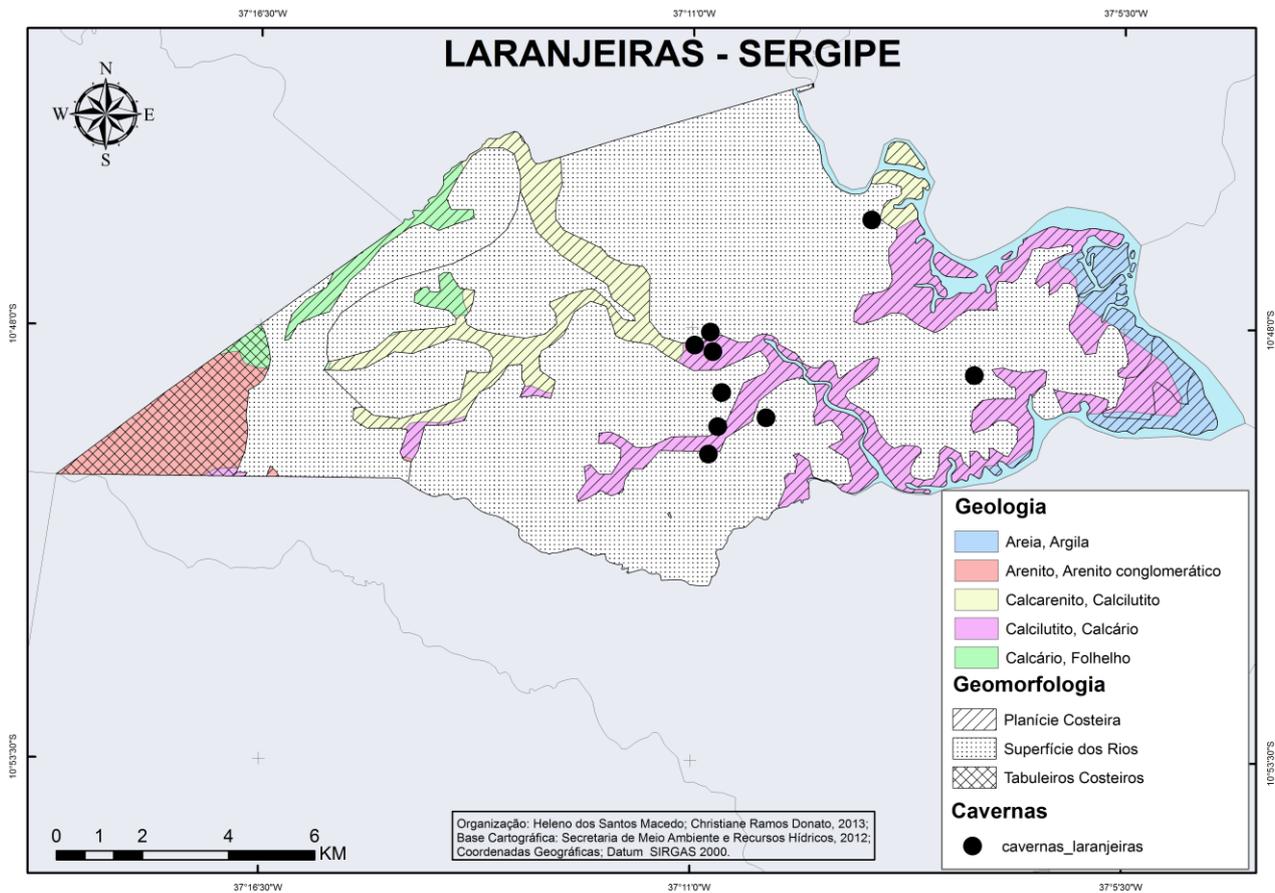


Figura 1: Mapa da Geologia e Geomorfologia do Município de Laranjeiras com as cavernas estudadas plotadas
Organizado por: Heleno dos Santos Macedo e Christiane Ramos Donato, 2013.

Como litotipos característicos pode-se encontrar complexos clástico-carbonáticos formados por calcarenitos, calcirruditos oncolíticos/oolíticos, localmente dolomitizados, calcilutitos, folhelhos e, mais localmente, arenitos siliciclásticos/bioclásticos e conglomerados (SOUZA-LIMA *et al.*, 2002; Figura 1). Possui como tipos de solos: brunizem avermelhados e halomórficos (indiscriminados de mangue) e podzólico vermelho-amarelo (CORREIA, 2004).

2.2 Análise qualitativa de dados ambientais e da relevância das cavernas

Informações referentes às características ambientais internas e externas das cavidades naturais foram coletadas durante o período em que também se realizou a localização das cavernas e o levantamento da fauna existente nas mesmas, ou seja, de setembro a dezembro de 2010 e nos meses de fevereiro e de maio a julho de 2011, o que contabilizou seis coletas de informações (DONATO, 2011).

Para a obtenção dos dados bióticos e abióticos, dos aspectos hídricos, do valor cênico ocorreu trabalhos de campo em que duas fichas de

caracterização geral foram preenchidas: uma planilha modificada a partir da produzida pelo grupo de espeleologia Guano Speleo – IGC/UFMG (DIAS, 2003) e a outra é a presente na Instrução Normativa (IN) nº 2 de 20 de agosto de 2009 (MMA, 2009). Essas fichas contaram com informações sobre características gerais das cavernas (Figura 2).

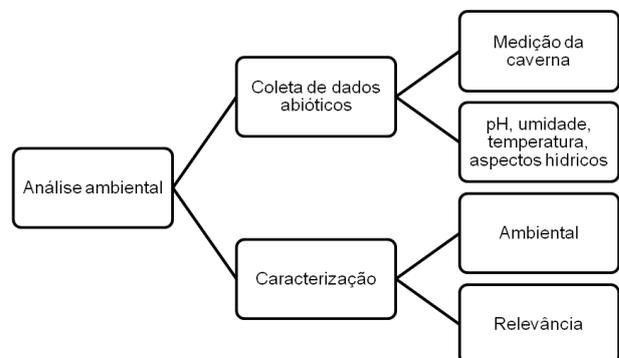


Figura 2: Resumo da metodologia empregada para analisar qualitativamente os dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos e da relevância das cavernas.

As informações sobre coleta e composição da biota interna das cavernas estão presentes em

Donato (2011). As medições dos fatores abióticos foram realizadas no dia da coleta de busca ativa a cada mês. Temperatura e umidade do ar foram medidas dentro e fora da caverna com o auxílio de termo-higrômetro, a umidade e pH do solo e do guano antigo foram medidos com um medidor de pH e umidade do solo. A quantidade de matéria orgânica disponível em cada caverna foi medida em dois subsetores, cada setor de dois metros. Nesses, foi selecionado visualmente o local onde havia maior acúmulo desse recurso, e foi medida a quantidade média de matéria orgânica acumulada em cada caverna (DONATO, 2011).

As características ambientais mensais coletadas em cada caverna foram comparadas para analisar se havia diferenças sazonais na mesma caverna e entre cavernas diferentes. Para tanto, foram feitas análises de variância, utilizando-se o software R versão 2.12.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cavidades estudadas desenvolvem-se

em rochas calcárias, em mata secundária pertencendo ao Bioma Mata Atlântica e não compreendem sistemas de cavernas interconectadas (Figura 3). A Gruta Aventureiros está localizada em propriedade pública em uma Área de Proteção Permanente (APP) por encontrar-se em área de mata ciliar do Rio Cotinguiba. As demais cavidades encontram-se em propriedade privada. A Gruta da Janela e a Gruta dos Orixás estão na Área de Reserva legal (ARL) da Cimento Sergipe S/A (CIMESA). A Gruta da Matriana e a Gruta da Pseudomatriana localizam-se em meio ao canal da Usina de Açúcar São José do Pinheiro, em uma área aberta de cultivo constantemente queimada para colheita. As outras cavernas estão em áreas com atividades agropecuárias.

Em relação ao uso: a caverna Gruta Aventureiros possui uso educacional, recreativo e esportivo esporádico e casual; a Gruta da Matriana possui uso turístico esporádico e casual; A Gruta da Pedra Furada apresenta uso educacional e recreativo periódico; e as demais cavidades apenas possuem uso esporádico e casual.



Figura 3: Entrada das cavernas de Laranjeiras. **a)** Gruta Aventureiros; **b)** Gruta da Janela; **c)** Gruta da Raposa; **d)** Gruta do Tramandaí; **e)** Gruta da Matriana; **f)** Gruta da Pseudomatriana; **g)** Gruta dos Orixás; **h)** Gruta Raposinha; **i)** Gruta da Pedra Furada. Fotos a, b, c, d, e, h de Willy Leal (2011); g, i de Mário Dantas (2010); f de Gladston Oliveira (2011).

Sobre características hidrológicas das cavernas, das nove estudadas oito são consideradas senis, ou seja, sem drenagem de água. Apenas a Gruta Aventureiros contém água perene com um afluente do rio Cotinguiba, de fluxo médio, passando por seu interior, possuindo assim, do lado direito da entrada uma ressurgência que desemboca a água saída da caverna em um riacho perene. A água não apresenta turbidez quando não há pessoas no interior da cavidade natural subterrânea (CNS), ficando com alta turbidez, de cor castanha, ao andar na cavidade com os pés na água. As demais cavernas possuem água de percolação o que deixa as cavidades com o teto e paredes úmidos e com gotejamentos em locais isolados.

Quanto aos tipos de entrada que as cavernas estudadas apresentam A Gruta Aventureiros (1 entrada – e.) e a Gruta dos Orixás (1 e.) possuem do tipo fenda inclinada. A Gruta da Janela (1 e.), a Gruta do Tramandaí (2 e.), a Gruta da Matriana (2 e.), A Gruta da Pseudomatriana (1 e.) e a Gruta da Pedra Furada (2 e.) possuem entradas do tipo arco. A Gruta da Raposa (1 e.) e a Gruta Raposinha possuem do tipo elipse (1 e.). E a Gruta da Janela (1 e.), a

Gruta da Raposa (1 e.) e a Gruta Raposinha (1 e.) possuem claraboia de formato elíptico.

A Gruta da Janela e a Gruta dos Orixás possuem teto baixo. A Gruta do Tramandaí, e a Gruta da Matriana e a Gruta da Pedra Furada são abrigos sob-rocha. Quanto à ornamentação, apenas a Gruta da Matriana não possui espeleotemas. As outras cavernas possuem escorrimento e estalactites (apenas a Gruta da Pseudomatriana não possui estalactites, dentre as ornamentadas). Cortinas podem ser encontradas na Gruta Aventureiros, na Gruta da Janela, na Gruta da Raposa, na Gruta do Tramandaí, na Gruta da Pseudomatriana e na Gruta dos Orixás. Colunas são observadas na Gruta Aventureiros e na Gruta da Raposa e estalagmites estão presentes na Gruta da Raposa e na Gruta dos Orixás.

Somente duas cavidades possuem levantamento topográfico realizado: Gruta Aventureiros e Gruta da Raposa (Figura 4). As demais apresentam apenas dados aferidos de desenvolvimento linear e área sem elaboração de croqui (Tabela 1).

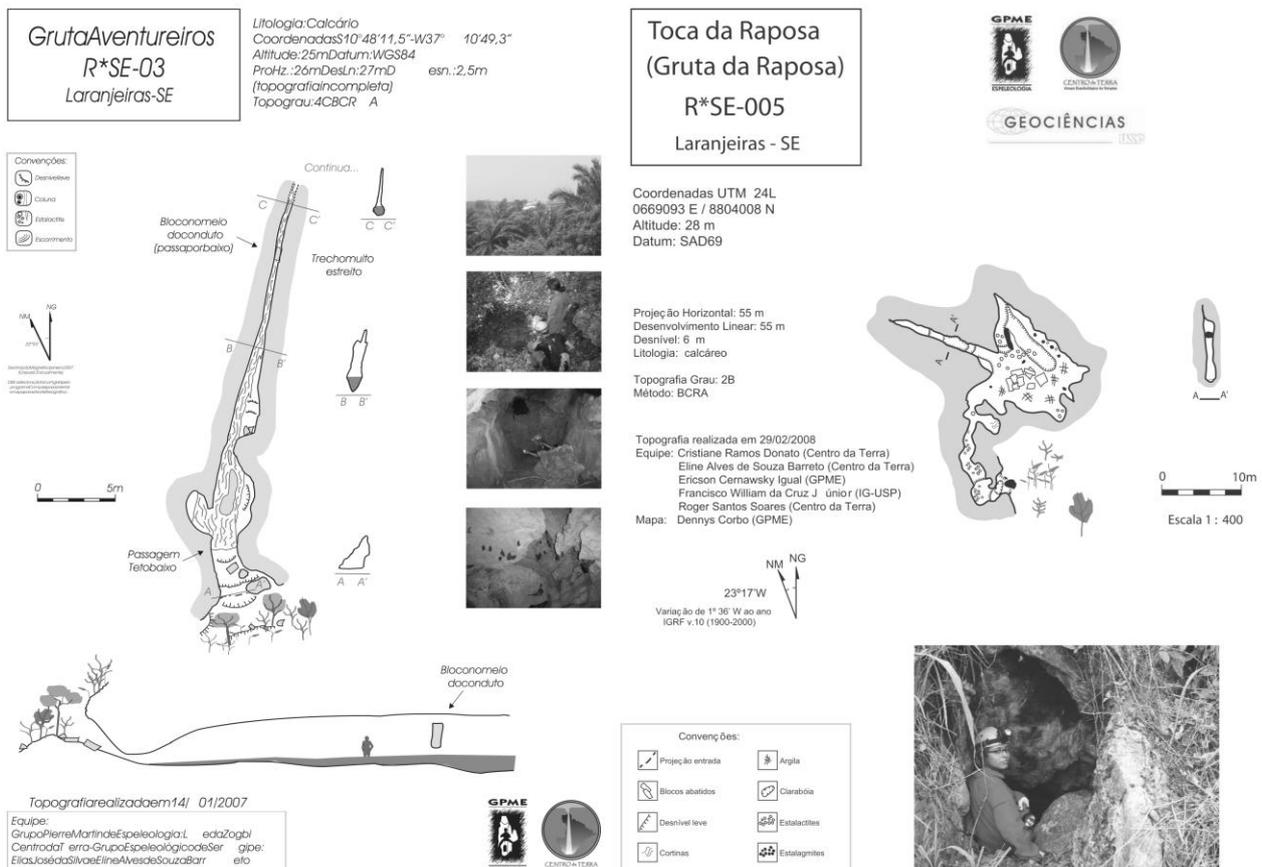


Figura 4: Mapas das topografias da Gruta Aventureiros (2007) e da Gruta da Raposa (2008). Os mapas foram elaborados em colaboração pelos grupos GPME e Centro da Terra – Grupo Espeleológico de Sergipe.

Tabela 1: Valores do Desenvolvimento linear e da área das cavernas em que não foram realizados levantamentos topográficos.

Caverna	Desenvolvimento Linear (m)	Área (m ²)
Gruta da Janela	12,03	78,92
Gruta do Tramandaí	10,29	72,13
Gruta da Matriana	34,1	81,7
Gruta da Pseudomatriana	13,2	120,91
Gruta dos Orixás	17,45	41,69
Gruta Raposinha	10,51	83,66
Gruta da Pedra Furada	24,18	333,37

Fonte: Donato (2011).

As CNS possuem fauna de acidentais, troglóxenos e troglófilos, a maioria é composta por

invertebrados, mas há presença também de vertebrados, principalmente morcegos (Tabela 2). Considerando seis coletas, e sem excluir espécies possivelmente acidentais, a Gruta da Pedra Furada foi a mais rica, com 141 espécies de invertebrados, seguida pela Gruta da Matriana (91 espécies), Gruta da Pseudomatriana (89 espécies), Gruta da Janela (79 espécies), Gruta da Raposa (78 espécies), Gruta dos Orixás (70 espécies), Gruta do Tramandaí (67 espécies), Gruta Aventureiros (57 espécies) e Gruta Raposinha (49 espécies) (DONATO, 2011). Quatro cavidades possuem riqueza média (entre 36 e 70 espécies) e cinco possuem riqueza alta (mais de 71 espécies). Os parâmetros utilizados para indicar se a riqueza era baixa, média ou alta foram retirados de (SOUZA-SILVA, 2008).

Tabela 2: Espécies de morcegos, aves, répteis e anfíbios presentes nas nove cavernas estudadas.

Espécies	cav1	cav2	cav3	cav4	cav5	cav6	cav7	cav8	cav9	Stricto sensu
<i>Carollia Perspicillata</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	yyy
<i>Glossophaga soricina</i>	x	x		x			x	x	x	yyy
<i>Desmodus rotundus</i>	x			x		x				yy
<i>Lonchorhina aurita</i>		x	x							y
<i>Peropteryx macrotis</i>				x						y
<i>Natalus stramineus</i>			x							y
<i>Coragyps atratus</i>					x	x		x		y
<i>Epicrates assisi</i>	x		x					x		y
<i>Leptodactylus vastus</i>		x	x				x			yy
<i>Scinax x-signatus</i>	x	x	x	x				x	x	yyy
<i>Physalaemus cuvieri</i>								x		y
Anura sp.1									x	y
Anura sp.2									x	y
Anura sp.3									x	y
Anura sp.4										y
Anura sp.5		x	x						x	y
Lacertília sp.1									x	y
Lacertília sp.2					x				x	yy
Lacertília sp.3								x		y

Legenda: Gruta Aventureiros (CAV1), Gruta da Janela (CAV 2), Gruta da Raposa (CAV 3), Gruta do Tramandaí (CAV 4), Gruta da Matriana (CAV 5), Gruta da Pseudomatriana (CAV 6), Gruta dos Orixás (CAV 7), Gruta Raposinha (CAV 8), Gruta da Pedra Furada (CAV 9).
Stricto sensu: y = Raro, yy = Comum, yyy = Muito Frequente. Fonte: Donato (2011).

Foi observado, nas nove cavernas amostradas, um total de 8.257 invertebrados distribuídos em 280 espécies pertencentes à pelo menos 85 famílias. Insetos (149 spp.) e aracnídeos (71 spp.) foram os mais representativos dos taxa encontrados. O taxa mais rico em morfoespécies foi Araneae (45 spp), seguido de Hymenoptera (51 spp.), Gastropoda (38 spp.), Coleoptera (23 spp.), Acari (21 spp.), Diptera (20 spp.), Hemiptera (15 spp.), Diplopoda (10 spp.), Blattodea (9 spp.), Orthoptera (9 spp.), Lepidoptera

(8 spp.), Isopoda (4 spp.), Psocoptera (4 spp.), Chilopoda (3 spp.), Collembola (3 spp.), Pseudoscorpiones (3 spp.), Isoptera (2 spp.), Oligochaeta (2 spp.), Opiliones (2 spp.), Tricladidae (2 spp.), Zygentoma (2 spp.), Cladocera (1 spp.), Dermaptera (1 spp.), Neuroptera (1 spp.), Mantodea (1 spp.) e Odonata (1 spp.). A maioria das espécies (49,8 %) teve distribuição restrita a uma única caverna. Somente quatro morfoespécies ocorreram nas nove cavernas (Acari sp.1; Acari sp.4; Pholidae

sp1; e *Rectartemon candidus*). Outras morfoespécies bem distribuídas entre as cavernas, aparecendo em oito delas foram: Acari sp.1; Araneae sp.8; *Cyclodontina fasciata*; Cydnidae sp.1; Dolichopodidae sp.1; *Pheidole* sp.1; e Tineidae sp.1 (DONATO, 2011).

As características ambientais de cada uma apresentam diferenças quando comparadas. Somente a Gruta da Raposa e a Gruta Aventureiros possuem as três zonas ambientais (entrada, penumbra e afótica). A Gruta da Matriana possui apenas zona de entrada e as demais possuem zona de entrada e penumbra. Quanto a luminosidade, todas apresentam zona disfótica, exceto a Gruta da Matriana que Possui apenas zona eufótica e as cavernas Gruta Aventureiros, Gruta da Raposa e Gruta dos Orixás possuem zona afótica. O pH do solo e do guano de forma geral é ácido, sendo o guano normalmente mais ácido que o solo (Tabela 3).

De acordo com a ANOVA, a temperatura interna das cavernas (Tabela 3), de forma geral, variou do período seco para o úmido ($F = 35.1409$ e $p = 4.306e-07$ ***), da mesma forma a temperatura externa ($F = 27.3327$ e $p = 4.524e-06$ ***). Entretanto, por mais que tenha variado de um período para o outro a temperatura interna e externa,

não variou muito entre as nove cavernas nos mesmos períodos, todas elas possuindo temperaturas muito semelhantes entre si. E a temperatura interna não variou em relação ao tamanho da área total da caverna ($F = 0.8563$ $p = 0.3591$) e nem com a área da entrada da caverna ($F = 0.8458$ e $p = 0.3626$).

Da mesma forma, a umidade do ar interna ($F = 8.1063$ e $p = 0.006679$ **) e externa ($F = 7.7732$ e $p = 0.007803$ **) variaram significativamente de um período para o outro, e entre as cavernas. Apresentando variação entre elas tanto na umidade externa ($F = 2.8604$ e $p = 0.011893$ *) quanto na interna ($F = 2.0980$ e $p = 0.056406$).

A umidade do ar (Tabela 3) inclina-se a ser maior no meio hipógeo, enquanto a temperatura tende a ser menor neste meio, situação citada para outras cavernas na literatura (PEREIRA et al., 2011). Provavelmente as grandes variações observadas na temperatura e umidade interna, podem ser devidas às dimensões e/ou quantidade da entrada, pois de acordo com Ferreira (2004) as características gerais das entradas e sua relação com as dimensões das cavernas são uns dos principais fatores para favorecer maior ou menor estabilidade das condições ambientais hipógeas.

Tabela 3: Características físico-químicas das cavernas estudadas. Legenda: Umidade do ar interna (Umidin); Umidade do ar externa (Umidout); Temperatura do ar interna (Tempin); Temperatura do ar externa (Tempout); Umidade do guano (Umig); Umidade do solo (Umis); pH do guano (pHg); pH do solo (pHs); e não aferido (na).

Gruta Aventureiros									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	59	54	30.6	32.1	na	100	na	4.4
Dez/10	Seco	69	74	29.8	30.3	na	100	na	4.4
Fev/11	Seco	65	60	28.2	26	na	100	na	4.4
Mai/11	Úmido	87	79	28.2	27.7	na	na	na	na
Jun/11	Úmido	70	68	26	27.2	na	na	na	na
Jul/11	Úmido	76	71	25.9	25.4	na	na	na	na
Gruta da Janela									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	64	66	30.7	30.7	60	na	6.6	na
Dez/10	Seco	53	49	28.2	33.5	30	na	6.6	na
Fev/11	Seco	50	47	28.3	30.2	20	na	6.8	na
Mai/11	Úmido	78	71	25	27.6	15	na	6.2	na
Jun/11	Úmido	40	37	25	25.5	25	na	6.8	na
Jul/11	Úmido	47	47	25	25.1	40	na	6.6	na
Gruta da Raposa									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	44	34	35.5	37	na	100	na	4.8
Dez/10	Seco	37	45	29.6	35.7	na	100	na	6.6
Fev/11	Seco	50	53	28.8	31.5	na	100	na	6.6
Mai/11	Úmido	52	48	28.3	31.5	100	100	5.6	4.2
Jun/11	Úmido	55	50	26.4	29.6	100	100	4	5
Jul/11	Úmido	66	48	26.6	26	100	100	4	5

Continua

Tabela 3 – cont.

Gruta do Tramandaí									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	62	62	29.5	29.5	75	60	6,4	6,4
Dez/10	Seco	63	65	28.1	28.1	30	50	5.5	6.5
Fev/11	Seco	59	58	27.2	27.8	15	10	6.4	6.8
Mai/11	Úmido	80	83	25.9	25	na	30	na	6.6
Jun/11	Úmido	60	66	26.1	31	na	50	na	6.2
Jul/11	Úmido	51	52	26	27.7	na	25	na	6,9
Gruta da Matriana									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	62	62	29.5	29.5	75	60	6,4	6,4
Dez/10	Seco	63	65	28.1	28.1	30	50	5.5	6.5
Fev/11	Seco	59	58	27.2	27.8	15	10	6.4	6.8
Mai/11	Úmido	80	83	25.9	25	na	30	na	6.6
Jun/11	Úmido	60	66	26.1	31	na	50	na	6.2
Jul/11	Úmido	51	52	26	27.7	na	25	na	6,9
Gruta da Pseudomatriana									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	70	68	25.8	26.6	65	25	6.7	6.5
Dez/10	Seco	48	41	31.5	30	40	40	4.7	6.2
Fev/11	Seco	45	50	30.2	31.8	80	15	4.3	6.8
Mai/11	Úmido	58	73	26.1	31.1	100	20	4.8	6.8
Jun/11	Úmido	54	64	23.9	27.8	100	70	6.2	6.2
Jul/11	Úmido	70	60	24.5	22.3	70	35	6.6	6.8
Gruta dos Orixás									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	58	40	29.3	34.2	na	na	na	na
Tabela 3 – cont.									
Dez/10	Seco	80	78	28	28.2	na	na	na	na
Fev/11	Seco	55	70	26.5	28.8	na	na	na	na
Mai/11	Úmido	66	77	26	26.5	na	na	na	na
Jun/11	Úmido	66	69	25	27.8	na	na	na	na
Jul/11	Úmido	69	60	23.7	22.2	na	na	na	na
Gruta Raposinha									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	64	64	25	25.5	na	20	na	6.8
Dez/10	Seco	38	40	34.2	35.3	20	20	6.8	6.8
Fev/11	Seco	54	57	31.1	31.8	na	20	na	6.8
Mai/11	Úmido	70	68	26	26.5	na	20	na	6.6
Jun/11	Úmido	59	57	25.4	27	na	70	na	6.6
Jul/11	Úmido	42	45	27.1	27.8	na	na	na	na
Gruta da Pedra Furada									
Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	49	49	28.2	33.9	100	20	6.8	6.5
Dez/10	Seco	34	39	36.1	37.7	80	60	6.6	6.2
Fev/11	Seco	57	56	28.2	29.4	80	60	6.6	6.2
Mai/11	Úmido	81	70	26.4	26	15	na	6.8	na
Jun/11	Úmido	39	41	27.3	30	na	50	na	6.4
Jul/11	Úmido	50	51	25.4	26	15	45	6.8	6.6

Fonte: Donato (2011).

Dessa forma, uma caverna com grande desenvolvimento horizontal e que possua uma única e pequena entrada tem propensão a ser mais estável do que outra com várias entradas amplas. E como a

maioria das cavernas de Laranjeiras possui mais de uma entrada, claraboia ou essas são amplas, faz com que a variação de umidade e temperatura ocorra em

maior grau, como observado em outras cavernas por Ferreira (2004).

Todas as cavidades estudadas enquadram-se pela IN nº 2 de 20 de agosto de 2009 (MMA, 2009) como de alta relevância de acordo com o art. 7, inciso II, que explicita a “presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante”. Para essa classificação foram utilizados também outros critérios: a Gruta Aventureiros possui “drenagem subterrânea” (art. 7, inciso XVI) e “influência sobre o sistema cárstico” (art. 7, inciso XIX). Já a Gruta da Pedra Furada, a Gruta da Matriana, a Gruta da Pseudomatriana, a Gruta da Janela e a Gruta da Raposa possuem “alta riqueza de espécies” (art. 7, inciso IV).

De acordo com o art. 8 da IN nº 2 de 20 de agosto de 2009 (MMA, 2009) a Gruta Aventureiros, Gruta do Tramandaí, Gruta dos Orixás e a Gruta Raposinha possuem “média riqueza de espécies” (inciso IV). Todas as cavidades, exceto a Gruta da Matriana, possuem “população residente de quirópteros” (inciso I). A Gruta da Janela possui “alta diversidade de substratos orgânicos” (inciso III), com depósitos de guano profundos espalhados por toda extensão da caverna. A Gruta da Matriana e a Gruta da Pedra Furada possuem “reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade” (inciso X), uma vez que a prefeitura e a população do município reconhece seu valor cênico. A Gruta da Raposa possui “presença de registros paleontológicos” (inciso XI), o que se comprova pelos estudos anteriores que descreve fóssil de peixe do cretáceo (CARVALHO; GALLO, 2002). As cavernas Gruta da Matriana, Gruta da Pseudomatriana e Gruta dos Orixás possuem “constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação” (MMA, 2009, art. 8, inciso II), a espécie de urubu *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793).

Segundo o art. 9 da IN nº 2 de 20 de agosto de 2009 (MMA, 2009) a Pedra Furada possui “reconhecimento regional do valor estético/cênico da cavidade” (inciso X) e “uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos” (inciso XI). Mas distingue-se das demais cavidades estudadas ao ser de máxima relevância devido à característica “destacada relevância histórico-cultural ou religiosa”, de acordo com a IN nº 2 de 20 de agosto de 2009, art. 3, inciso XI (MMA, 2009). A Pedra Furada é conhecida pela população do Município por suas lendas de caráter histórico-religioso misturando fatos históricos, como a utilização da mesma por jesuítas para celebração de missas, a fuga e esconderijo de escravos, com lenda de tesouros e pessoas que enlouqueceram ou

morreram após adentrar a gruta para encontrar os tesouros deixados pelos jesuítas. As versões dessa lenda são propagadas pelos moradores mais velhos e disseminadas pela população da cidade de Laranjeiras.

Até o presente momento apenas a Gruta da Pedra Furada é comprovadamente de Relevância Máxima, o que implica em sua total proteção. Todas as demais oito cavidades estão como de relevância alta, entretanto, a classificação dessas últimas pode ser modificada com o estudo sistemático dos critérios geoespeleológicos, arqueológicos, paleontológicos e com o término da identificação em nível de espécie dos invertebrados coletados. Logo, na ausência de dados científicos conclusivos, a opção recomendada é a de usar o princípio da precaução/prevenção, que segundo Trajano (2010) explicita a necessidade de proteger o ecossistema sempre que houver evidências de fragilidade e ameaça a esses ambientes.

4. CONCLUSÃO

Este estudo possibilitou a caracterização e descrição ambiental dos ecossistemas cavernícolas. Com novos estudos, poderá haver reavaliação da classificação de relevância, dessa forma, o aumento do conhecimento espeleológico dessas cavernas e de todo o Patrimônio Espeleológico da região onde estão inseridas pode alterar o quadro aqui apresentado.

A metodologia utilizada obteve resultados de parâmetros bióticos e abióticos suficientes para que seja expandida para as demais cavidades naturais subterrâneas desta região e de outras localidades do Estado de Sergipe. Dessa maneira, este é um primeiro passo para realizar a conservação e/ou restauração dos ecossistemas analisados.

Ao mesmo tempo, recomenda-se que mais estudos sistemáticos e aprofundados a respeito das características ambientais, como estudos ecológicos, geológicos e zoológicos, do Patrimônio Espeleológico de Laranjeiras e de todo o Estado de Sergipe devem ser realizados. De maneira equivalente, é necessário o estudo sobre as relações e sentidos existentes entre a população humana que habita próximo ou apenas frequenta as cavernas para compilar mais informações relevantes para conservação e restauração desses ecossistemas.

AGRADECIMENTOS

Ao DAAD, pelo apoio financeiro; a Willy Leal, Gladston Oliveira e Mário Dantas, por

cederem as fotos que fazem parte deste artigo; ao do município de Laranjeiras; e aos revisores Heleno Macedo pela contribuição com a anônimos pelas valiosas críticas e sugestões que organização do mapa geológico e geomorfológico enriqueceram o presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, E.A. de S.; ALMEIDA, E.A. de B.; RODRIGUES, V.P.A.; ARAÚJO, W.V.; SILVA, E.J. da; MELLO, L.H.C. de. Influências paleoclimáticas na morfologia cárstica em Sergipe. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 28, 2005. **Cd Resumos Expandidos**, São Paulo, 2005.
- BARRETO, E.A. de S.; ALMEIDA, E.A.B. de; RODRIGUES, V.P.A.; ARAÚJO, H.M. de. Influências paleoclimáticas na morfologia cárstica de Sergipe. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 6. **Anais (CD-ROM)**. Aracaju, SE, 2004.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. Ação do intemperismo químico sobre as rochas. In: **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007. Cap. 3, p. 110 -190.
- BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G. da; BENVENUTI, S. M. P. **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste**: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Laranjeiras. Aracaju: CPRM, 2002. 25 p.
- BRASIL. **Decreto de nº 6.640/08, de 7 de novembro de 2008**. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm. Acesso em: 28 jan. 2010.
- CARVALHO, M.S.S. de; GALLO, V. The presence of *Ptychodus* (Chondrichthyes, Hybodontidae) in the Cotinguiba formation, upper Cretaceous of the Sergipe - Alagoas basin, northeastern Brazil. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 6 / **Simposio sobre el Cretácico de América del Sur**, 2, 2002. São Pedro, SP, 2002. p. 307-309.
- CARVALHO-JÚNIOR, O.A. de; BERBET-BORN, M.; MARTINS, E.deS. GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T. Ambientes Cársticos. In: FLORENZANO, T.G. (org). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- CORREIA, C. de O (Coord.). **Sergipe Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos**. Versão 1.1. Departamento de Administração e Controle de Recursos Hídricos, Coordenadoria de Informações sobre Recursos Hídricos, 2004. **CD-ROM**.
- DANTAS, M. A. T., DONATO, C. R., ALMEIDA, E. A. B., BARRETO, E. A. S., SILVA, E. J., SOARES, R. S., BARROS NETO, H. M. C. de, FERREIRA, A. S., SOUZA, S. S., SANTANA, M.E.V., OLIVEIRA, D.M. Inventário Espeleológico de Sergipe: As cavernas de Laranjeiras In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009, Montes Claros, MG. **Anais**, 2009. p. 43-50.
- DIAS, M.S. Ficha de caracterização de cavidades. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 27, Januária, MG. **Resumos Expandidos...**, 2003. p. 151-160.
- DONATO, C. R. **Análise de impacto sobre as cavernas e seu entorno no Município de Laranjeiras, Sergipe**. 2011. 198 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2011.
- DONATO, C. R. RIBEIRO, A. de S. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos de Geografia**, v.12. n. 40. Uberlândia, dez. 2011. p. 243-255.

- FERREIRA, R. L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 158p. Tese (Doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2004.
- KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto Vale do rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo**. 1994. 241p. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa nº 02 de 20 de agosto de 2009**. Institui a metodologia de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. Ministério do Meio Ambiente: 2009. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159. Acesso em: 28 jan. 2010.
- PEREIRA, I.C. dos S.; FERREIRA, R.L.; SOUZA-SILVA, M. Variações estacionais nas comunidades de invertebrados da Gruta Taboa (Sete Lagoas/ MG). In: XXXI Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2011, Ponta Grossa, PR. **Anais**, 2011. p. 451-458.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2008. ISBN 3-900051- 07-0. Disponível em <http://www.r-project.org>. Acesso em: 28 jan. 2010.
- SBE. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil**. Campinas: SBE, 2011. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/cnc_consulta.asp. Acesso em: 13 nov. 2011.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; QUEIROZ, E.T. de; BERBERTT-BORN, M.L.C. (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002.
- SOUZA-LIMA, W.; ANDRADE, E. de J.; BENGTON, P.; GALM, P.C. **A Bacia de Sergipe-Alagoas: Evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil**. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix, 2002. 34 p.
- SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira**. 2008. 224p. Tese (Doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.
- TRAJANO, E. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos Avançados**. v. 24, n. 68, 2010. p. 135-146.

Fluxo editorial:

Recebido em: 14.10.2012

Aprovado em: 23.01.2013



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp