



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
NÍVEL MESTRADO



Christiane Ramos Donato

ANÁLISE DE IMPACTO SOBRE AS CAVERNAS E SEU ENTORNO NO MUNICÍPIO
DE LARANJEIRAS, SERGIPE

São Cristóvão, Sergipe

2011

Christiane Ramos Donato

ANÁLISE DE IMPACTO SOBRE AS CAVERNAS E SEU ENTORNO NO MUNICÍPIO
DE LARANJEIRAS, SERGIPE

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

Orientador: Prof. Dr. Adauto Souza Ribeiro

Coorientador: Prof.: Dr. Leandro de Sousa Souto

São Cristóvão, Sergipe

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Donato, Christiane Ramos
D677a Análise de impacto sobre as cavernas e seu entorno no
Município de Laranjeiras, Sergipe / Túlio Vinicius Paes
Dantas. – São Cristóvão, 2011.
198 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio
Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento
e Meio Ambiente, Programa Regional de Desenvolvimento e
Meio Ambiente, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa,
Universidade Federal de Sergipe, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Leandro de Sousa Souto

1. Meio ambiente - Conservação. 2. Cavernas -
Conservação. 3. Espeleologia. I. Título.

CDU 502.52(813.7 Laranjeiras)

Christiane Ramos Donato

ANÁLISE DE IMPACTO SOBRE AS CAVERNAS E SEU ENTORNO NO MUNICÍPIO
DE LARANJEIRAS, SERGIPE

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

Aprovado em 19 de Dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro (DBI-UFS)

Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira (DBI-UFLA)

Prof. Dr. Stephen Francis Ferrari (DBI-UFS)

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro – Orientador
Universidade Federal de Sergipe

Prof.: Dr. Leandro de Sousa Souto – Coorientador
Universidade Federal de Sergipe

É concedida ao Núcleo responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe permissão para disponibilizar, reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Christiane Ramos Donato – Autora
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro – Orientador
Universidade Federal de Sergipe

Prof.: Dr. Leandro de Sousa Souto – Coorientador
Universidade Federal de Sergipe

À turma da tosse, minha família maravilhosa: mãe, pai, Rominho, Izinha,
Fernando e a todos os agregados que completam nossa felicidade!

AGRADECIMENTOS

Obrigada Deus pela minha vida e por poder compartilhá-la com a melhor família que poderia ter. Que bom que escolheste tão bem por mim! E obrigada por dar-me a liberdade de acrescentar outros maravilhosos membros à minha família no decorrer da minha vida.

Obrigada mãe, pai, Rominho e Izinha por tudo! Vocês são a base da minha vida, são parte de mim! O que sou, meu caráter, minha personalidade e força mental deve-se principalmente aos seus ensinamentos e nosso convívio! Amo muito vocês!

Obrigada Fernando Ferreira, meu amor, pela nossa história linda! Obrigada pelo seu amor, carinho, amizade, compreensão, paciência e incentivo constante e pelos belos momentos que vivemos nesses muitos anos juntos. Amo muito você!

Agradeço também aos meus orientadores nesta jornada, Adauto Ribeiro e Leandro Souto, com quem aprendi muito e muitas vezes com seus próprios exemplos! Muito obrigada pela atenção e tempo despendido, pela paciência e pelos ensinamentos fundamentais para construir esta dissertação! Que bom que foram vocês... Não poderia ser melhor para minha formação!

Obrigada turma do Centro da Terra, 2ª versão, por terem compartilhado comigo a amizade e a satisfação de conhecer e conseqüentemente iniciar meus trabalhos com o que amo! Obrigada Eline Barreto, Ericka de Almeida, Elias da Silva, e Mário Dantas, principalmente, por ser meu cocoorientador também nesta etapa de formação e pelo auxílio em trabalhos de campo!

Obrigada Priscila Randow pelo empréstimo do material para estudar para a seleção do PRODEMA!!! Nunca vou esquecer que se não fosse por isso nem tentaria a seleção. Obrigada Aline Garcia e Eline Barreto pelo incentivo e amizade de sempre, mesmo quando não estamos tão próximas... Adoro vocês gurias!!!

Obrigada prodemianos, turma 2010/1, pelos momentos de reflexão, crescimento pessoal/acadêmico, pelas conversas e brincadeiras de corredor! Agradeço principalmente às gurias Carla Figueiredo, Mayra Oliveira e Sindiany Caduda pelo companheirismo e amizade! E ao Marden Linares pelo estágio de docência compartilhado: muito aprendi com você!

Meu muito obrigada também a todos que me acompanharam nos trabalhos de campo, que dividiram seu tempo e esforço comigo, fazendo chuva ou sol, nas trilhas e cavernas de Laranjeiras!!! O auxílio de vocês foi muito importante para a construção dessa dissertação!!! Obrigada Márcia Xavier, Willy Leal, Gladston Oliveira, Wendell Rhamon, Emannuella

Carvalho, Patrício da Rocha, Felipe do Carmo, Vinícius Reis, Juliana Cordeiro, Carla Figueiredo, Sindiany Caduda, Jéssica Leite, Jéssica Alecsandra, Anthony Ferreira, David Carvalho, Mariana Fonseca, Elayne Lima e Edson Ribeiro.

Muito obrigada a todos que me auxiliaram com a identificação! Obrigada Leandro Souto por me ensinar a identificar a fauna de invertebrados! Obrigada Antônio Brescovit e orientandos pela identificação das aranhas, opiliões, diplópodes e quilópodes! Obrigada Leopoldo Bernardi pela identificação dos ácaros! Obrigada Diogo Gallo e Maria Ana Farinaccio pela identificação da flora do entorno! Obrigada Lucas pelo auxílio principalmente com os hemípteros e coleópteros! Obrigada Danilo Esdras pela identificação dos mosquitos! Obrigada Marden Linares pela identificação dos gastrópodes.

Obrigada DAAD - Deutscher Akademischer Austauschdienst/German Academic Exchange Service pela bolsa que viabilizou esta dissertação!

Agradeço aos coordenadores e a todos os professores do PRODEMA em especial ao Antônio Vital, à Maria José, ao Antônio Carlos, à Laura Jane, ao Marcelo Ennes, à Maria Benedita Pardon e ao Carlos Dias pelos ensinamentos produtivos e que me auxiliaram nesta caminhada do mestrado.

Agradeço também aos coordenadores e aos professores do NPEC, ou trazidos por este núcleo, que complementaram minha aprendizagem em Ecologia, principalmente aos professores doutores Stephen Ferrari, João Juarez, Leonardo Rosa, Gabriel Costa, Marcos Callisto, Manuel Graça e Fabrício Alvin de Carvalho.

Agradeço ao pessoal da coordenação do PRODEMA e NPEC que sempre estavam dispostos, dando aquela ajudinha tão preciosa. São eles: Najó Glória, Julieta, Aline Cajé, Valdirene Prudente e Juliana Cordeiro. Muito Obrigada!!!!

Também agradeço ao pessoal do RESUN, pela refeição de quase todos os dias. Aos motoristas do DITRAN que possibilitaram trabalhos de campo mais ágeis e menos cansativos, muitas vezes nos deixando na “porta” da caverna.

Obrigada a todos que passaram e deixaram bonitas recordações e/ou grandes aprendizados. Obrigada aos meus melhores amigos de cada fase, podemos não estar mais próximos, mas o que sou tem um pouco de vocês!

A você que fez e/ou faz parte da minha vida, a ti dedico meus agradecimentos!

Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só,
Mas sonho que se sonha junto é realidade!
(Raul Seixas)

Em um nascimento reverso
Volto à penumbra aconchegante e úmida do ventre de minha mãe.
Lá me encontro,
Disperso-me,
Reviro-me.
Em simbiose me acomodo,
Incomodo,
Mas rogo minha permanência duradoura ali.
Do útero que me abriga
Tento nada retirar ou deixar.
Estou e sou ao mesmo tempo em escuridão dinâmica enfim.
E a duração de minha vida
Avisa que a morte vem aí.
Sou conduzida à luz,
A qual induz apenas um pensamento:
Saio em morte cega,
Deixo minha casa quente, úmida e escura para o vazio aberto do superficial
A claridade surge!
A superficialidade domina no jardim entorno...
Como era de se imaginar.
Prefiro renascer...
Que bom que em meu mundo de interconexões posso ressuscitar sempre que precisar ou
simplesmente quiser!
O novo em duração renasce em profundidade
Enquanto o velho, o acabado morre na superficialidade.
Que sempre venha o novo!
Que sempre esteja novo!
Viva!

Christiane Donato

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o estado de conservação em que se encontram as cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. As metodologias utilizadas para caracterizar a fauna hipógea foram de acordo com Gomes et al. (2000), Hunt e Millar (2001) e Silva (2006); a flora do entorno seguiu Fidalgo e Bononi (1984); as análises estatísticas foram realizadas com auxílios dos softwares livres Mata Nativa 2, R estatística 2.12.1 e PAST 2.02; a ocorrência de impactos ambientais e a prioridade para início de ações de conservação e restauração foram identificadas e analisadas a partir de protocolos de avaliações propostos por este trabalho. Os fragmentos de Mata Atlântica do entorno em sua maioria encontram-se em estágio secundário pioneiro de sucessão em contraposição ao estabelecido na legislação vigente. Há alta diversidade beta e baixa similaridade faunística entre as cavernas, o que indica necessidade de conservação de todas as cavernas estudadas já que cada uma é um ecossistema peculiar. Todas as cavernas possuem algum tipo de impacto ambiental, com duas delas em situações de vulnerabilidade, entretanto a priorização de conservação/restauração não necessariamente foi atrelada ao grau de impactos que as cavernas apresentaram, mas às suas características intrínsecas. É necessário mais estudos a respeito das características ambientais do Patrimônio Espeleológico de Laranjeiras e de todo o Estado de Sergipe, ao mesmo tempo em que se necessita entender melhor as relações existentes entre a população do entorno e a conservação das cavidades naturais.

Palavras chave: Conservação, Patrimônio Espeleológico, Protocolo de Avaliação Rápida.

ABSTRACT

The main goal of this research was analyse the degree of conservation of the caves locates in the Laranjeiras district. The characterization of the hypogeal fauna was made following Gomes et al. (2000), Hunt & Millar (2001) and Silva (2006); and the flora, near the cave entrance, following Fidalgo & Bononi (1984). The statistical analyses were made in free softwares: Mata Nativa 2, R estatística 2.12.1 and PAST 2.02. This research proposed an avaliation protocols for measure environments impacts in caves. The results show that the Atlantic forest fragments near the caves was in a second stage of succession, in contrast to what is proposed by the law. There are a high beta diversity and low fauna similarities between the studied caves, so each cave is a unique ecosystem. In every cave was saw environments impacts, and in two of them is in a high vulnerability. However the prioritization for conservation/restoration of these caves was made by your intrinsic characteristics, and no by the environment impacts associated. Another researches are necessary to know better the speleological patrimony of the Laranjeiras district (and of the state of Sergipe), at the same time is necessary to know how the relationship between the communities that lived near and the conservation of these caves.

Key words: Conservation, speleological patrimony, fast avaliation protocol.

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.1	Mapa das províncias espeleológicas do Brasil.....	17
Figura 1.2	“Compartimentos” de habitats desde o sistema epígeo até uma macro-caverna.....	19
Figura 3.1	Mapa de localização do município de Laranjeiras.....	36
Figura 3.2	Mapa de localização da área de estudo com destaque no município de Laranjeiras/SE com as cavernas estudadas plotadas com numeral de seu respectivo código.....	40
Figura 3.3	Resumo da metodologia empregada para analisar qualitativamente os dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos e da relevância das cavernas.....	42
Figura 3.4	Resumo da metodologia empregada para analisar a flora do entorno das cavernas.....	44
Figura 3.5	Resumo da metodologia empregada para analisar a fauna hipógea das cavernas.....	45
Figura 3.6	Resumo da metodologia empregada para analisar impacto ambiental em cavernas.....	48
Figura 3.7	Resumo da metodologia empregada para analisar o estado em que se encontram as cavernas.....	49
Figura 4.1	Gruta Aventureiros.....	53
Figura 4.2	Gruta da Janela.....	54
Figura 4.3	Gruta da Raposa.	56
Figura 4.4	Gruta do Tramandaí.....	58
Figura 4.5	Gruta da Matriana.	60
Figura 4.6	Gruta da Pseudomatriana.....	62
Figura 4.7	Gruta dos Orixás.....	64
Figura 4.8	Gruta Raposinha.....	67
Figura 4.9	Gruta da Pedra Furada.....	68

Figura 4.10	Dendrograma de similaridade florística entre os nove entornos de cavernas do município de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Bray-Curtis.....	78
Figura 4.11	Coragyps tratus.....	88
Figura 4.12	Répteis presentes em cavernas de Laranjeiras/SE.....	89
Figura 4.13	Fauna de anuros de cavernas de Laranjeiras/SE.....	91
Figura 4.14	Quirópteros presentes nas cavernas de Laranjeiras/SE.....	95
Figura 4.15	Exemplares da fauna de invertebrados presentes nas cavernas de Laranjeiras/SE.....	98
Figura 4.16	Dendrograma de similaridade faunística entre as nove cavernas do município de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Jaccard.....	100
Figura 4.17	Análise NMDS para ordenação e agrupamento da fauna de invertebrados por similaridade associada a nove cavernas de Laranjeiras/SE em plano bi-dimensional.....	102
Figura 4.18	Dendrograma de similaridade faunística com dados de riqueza das seis coletas realizadas nas nove cavernas de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Jaccard.....	103
Figura 4.19	Análise NMDS com ordenação no plano bi-dimensional entre composição da fauna hipógea e os períodos úmido e seco (stress= 0,3484).....	106
Figura 4.20	Relação entre a riqueza de fauna hipógea e o tamanho das áreas.....	106
Figura 4.21	Impactos observados nas cavernas de Laranjeiras/SE.....	112

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 3.1	Nome das cavidades estudadas e suas respectivas localizações por localidade, coordenadas decimais e coordenadas geográficas.....	39
Tabela 4.1	Características físico-químicas da Gruta Aventureiros.....	52
Tabela 4.2	Características físico-químicas da Gruta da Janela.....	55
Tabela 4.3	Características físico-químicas da Gruta da Raposa.....	57
Tabela 4.4	Características físico-químicas da Gruta do Tramandaí.....	59
Tabela 4.5	Características físico-químicas da Gruta da Matriana.....	61
Tabela 4.6	Características físico-químicas da Gruta da Pseudomatriana.....	63
Tabela 4.7	Características físico-químicas da Gruta dos Orixás.....	65
Tabela 4.8	Características físico-químicas da Gruta Raposinha.....	67
Tabela 4.9	Características físico-químicas da Gruta da Pedra Furada.....	69
Tabela 4.10	Lista das espécies arbóreas, em ordem alfabética, amostradas no entorno de cada uma das nove cavernas.....	73
Tabela 4.11	Diversidade da flora do entorno (20m de raio a partir da entrada) das cavernas estudadas.....	77
Tabela 4.12	Composição arbórea e fitossociologia das espécies presentes no entorno de cada uma das cavernas estudadas no município de Laranjeiras/SE.....	83
Tabela 4.13	Espécies de morcegos, aves, répteis e anfíbios presentes nas nove cavernas estudadas.....	87
Tabela 4.14	Dados de riqueza e diversidade da fauna hipógea e da flora do entorno.....	99
Tabela 4.15	Avaliação dos impactos ambientais e ordenação de prioridades de conservação/restauração das cavernas de Laranjeiras/SE.....	129
Tabela A.1	Lista de táxons encontrados por caverna.....	156

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AB - Área Basal Total da Vegetação
- AIA - Avaliação de Impacto Ambiental
- AM - Amazônia
- APA - Área de Proteção Ambiental
- APP - Área de Proteção Permanente
- ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico
- ARL - Área de Reserva Legal
- ASE - Herbário da Universidade Federal de Sergipe
- CA - Caatinga
- CE - Cerrado
- CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
- CIMESA - Cimento Sergipe S/A
- CNC - Cadastro Nacional de Cavernas
- CNS - Cavidade Natural Subterrânea
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CR - Criticamente em Perigo
- DA - Densidade Absoluta da Vegetação
- DL - Desenvolvimento linear
- DoA - Dominância em Termos de Área Basal por Metro Quadrado
- DoR - Dominância Relativa
- DR - Densidade Relativa
- EIA - Estudos de Impacto Ambiental
- EP - Em Perigo
- EX - Extinta
- H' - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBu - Instituto Butantan
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional
- J - Índice de Equabilidade de Pielou
- m - Metro

m² - Metro Quadrado
MA - Mata Atlântica
MN - Monumento Natural
MSS - Meio Subterrâneo Superficial
N - Número de Indivíduos
OCDE - Organisation for Economic Co-operation and Development
PAN - Pantanal
PARNA - Parque Nacional
PEN - Patrimônio Espeleológico Nacional
P-E-R - “Pressão - Estado - Resposta”
PI - Pioneira
RBE - Revista Brasileira de Espeleologia
RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável
RE - Relativamente Estável
RESEX - Reserva Extrativista
RI - Relativamente Intacta
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural
S - Riqueza de Espécies
SBE - Sociedade Brasileira de Espeleologia
SI - Secundária Inicial
ST - Secundária Tardia
UC - Unidade de Conservação
UFS - Universidade Federal de Sergipe
VC - Índice de Valor Absoluto de Cobertura das Espécies
VC% - Índice de Valor Relativo de Cobertura das Espécies
VU - Vulnerável

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	1
1 CAPÍTULO 1 – OLHAR INTERDISCIPLINAR SOBRE AS CAVERNAS.....	7
1.1 AS CAVERNAS E SUA RELAÇÃO COM O SER HUMANO.....	8
1.2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE ÀS CAVERNAS.....	10
1.3 GEOESPELEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA.....	14
1.4 AMBIENTES SUBTERRÂNEOS E BIOTA ASSOCIADA.....	18
2 CAPÍTULO 2 - HISTÓRICO DO USO DA NATUREZA PELO SER HUMANO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	25
2.1 O IMPACTO AMBIENTAL NAS CAVERNAS.....	31
3 CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	35
3.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.1.1 Cavernas de Laranjeiras.....	39
3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	40
3.2.1 Análise qualitativa de dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos e da relevância das cavernas.....	41
3.2.2 Levantamento da flora relacionada ao meio epígeo das cavernas.....	42
3.2.3 Levantamento da fauna associada ao meio hipógeo das cavernas.....	44
3.2.4 Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em cavernas.....	47
3.2.5 Construção de um protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DE DADOS AMBIENTAIS, DE RECURSOS HÍDRICOS, ARQUEOLÓGICOS, PALEONTOLÓGICOS E DA RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS.....	51
4.1.1 Gruta Aventureiros.....	51

4.1.2	Gruta da Janela.....	53
4.1.3	Gruta da Raposa.....	55
4.1.4	Gruta do Tramandaí.....	57
4.1.5	Gruta da Matriana.....	59
4.1.6	Gruta da Pseudomatriana.....	61
4.1.7	Gruta dos Orixás.....	63
4.1.8	Gruta Raposinha.....	65
4.1.9	Gruta da Pedra Furada.....	67
4.1.10	Análise Geral.....	70
4.2	LEVANTAMENTO DA FLORA RELACIONADA AO MEIO EPÍGEO DAS CAVERNAS.....	71
4.2.1	Composição florística.....	71
4.2.2	Diversidade florística.....	77
4.2.3	Similaridade florística.....	78
4.2.4	Análise fitossociológica: estrutura horizontal.....	79
4.3	LEVANTAMENTO DA FAUNA ASSOCIADA AO MEIO HIPÓGEO DAS CAVERNAS.....	87
4.3.1	Fauna de vertebrados.....	87
4.3.2	Fauna de invertebrados.....	96
4.4	ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL EM CAVERNAS.....	108
4.4.1	O protocolo rápido de avaliação de impacto ambiental em cavernas....	108
4.4.2	Resultados atingidos com o protocolo sugerido.....	110
4.4.3	Análise e discussão dos impactos encontrados nas cavernas estudadas.	115
4.4.4	Metodologias utilizadas e trabalhos publicados quanto a impacto ambiental em cavernas.....	121
4.5	CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE CAVERNAS PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU RESTAURAÇÃO.....	122

4.5.1	O protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração.....	122
4.5.2	Estado das cavernas estudadas.....	125
4.5.3	Análise para priorizar ações de conservação e/ou restauração.....	128
4.5.4	Análise dos protocolos utilizados em conjunto.....	130
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
	REFERÊNCIAS.....	137
	GLOSSÁRIO.....	149
	APÊNDICE A - LISTA DE TÁXONS ENCONTRADOS POR CAVERNA.....	156
	APÊNDICE B - FICHA DE CAMPO DE CARACTERIZAÇÃO GERAL.....	167
	APÊNDICE C - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL EM CAVERNAS.....	173
	APÊNDICE D - PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE CAVERNAS PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU RESTAURAÇÃO.....	176

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

As cavernas são uma das feições morfológicas típicas de ambientes cársticos. O termo carste foi utilizado inicialmente para distinguir a morfologia regional de formações calcárias da antiga Iugoslávia. 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., 1994). Dessa forma, são várias as regiões consideradas cársticas e pseudocársticas (com relevos morfológicamente similares aos terrenos carbonáticos, mas constituídos por evaporitos, quartzitos, arenitos, rochas basálticas ou graníticas), como as topografias da França, Japão, Estados Unidos, Alemanha e Brasil (CARVALHO-JUNIOR et al., 2008).

Aproximadamente entre 5 a 7% do território brasileiro são ocupados por terrenos cársticos (KARMANN, 1994). Importantes exemplos dessas ocorrências estão localizados: 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 desconhecida. Vinte e quatro cavernas são reconhecidas atualmente pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA, 2011). No entanto estima-se que existam mais de sessenta cavernas espalhadas pelo território sergipano. 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.

Pode-se situar o início do reconhecimento da morfologia cárstica em Sergipe em 1888, com as indicações de cavidades naturais feitas por Branner (1888) nos municípios de Divina Pastora (i.e., caverna do Urubu) e Laranjeiras (i.e., caverna da Pedra Furada). Como registros posteriores, podem ser citados a publicação do IBGE (FERREIRA, 1959) e as explorações de José Augusto Garcez na década de 1970 (PROUS, 1992). Atualmente há registros de cavernas nos municípios de Simão Dias, Lagarto, Itabaiana, Japaratuba, Macambira, São Domingos, Laranjeiras, Maruim e Divina Pastora (SANTOS et al., 2002).

Foi a partir da década de 1990 que aumentou a presença de registros preliminares (QUEIROZ et al., 1999; SANTOS et al., 2002), paleontológicos (CARVALHO; GALLO,

2002; LÔBO et al., 2003; DANTAS, 2009) e biológicos (LEÃO et al., 2003; DONATO et al., 2006a, b, c; DANTAS et al., 2009; SANTANA et al., 2009; DONATO; DANTAS, 2009; FERREIRA et al., 2009a, b) das cavidades subterrâneas sergipanas.

Em Laranjeiras são registradas dez cavernas, sendo que nos últimos anos, algumas dessas foram alvos de trabalhos científicos, como a Caverna da Raposa na qual foram encontrados fósseis do Cretáceo do tubarão *Ptychodus* (CARVALHO; GALLO, 2002). E a partir de 2005, começaram a ser publicadas as descrições, ainda que de forma preliminar, da Gruta da Raposa e da Gruta Aventureiros (BARRETO et al., 2005)

A falta de informações precisas e a exploração superficial do tema Espeleologia fornecem apenas uma ideia restrita da situação atual das cavernas de Sergipe. Tal fato constitui um problema para a proposição de investigações científicas mais avançadas, assim como de ações de conservação, uma vez que tais abordagens necessitam de uma base de dados confiável para seu desenvolvimento.

Os estudos na área não foram sistemáticos. A construção e/ou repercussão desses na população humana do entorno das cavidades naturais foi ínfima, com as informações sendo de difícil acesso ou restritas ao ambiente acadêmico.

Nota-se, em paralelo, que Sergipe possui alta degradação ambiental, com cerca de 8% de cobertura vegetal remanescente de Mata Atlântica (SANTOS, 2009). E os estudos sobre a fauna e flora do Estado também são limitados, sendo que as bibliografias disponíveis apresentam informações pontuais (e.g. ALMEIDA, 2010; FOPPEL, 2010) ou estão desatualizadas (e.g. FRANCO, 1983).

Em Sergipe, alguns dos ambientes mais degradados situam-se na Mata Atlântica, onde predomina o cultivo extensivo da cana-de-açúcar. A diversidade biológica deste bioma é negligenciada e isso se deve em grande parcela, ao desconhecimento do que é destruído. No entanto, em meio às plantações de cana e pastagens de gado, existem refúgios para a biodiversidade sergipana, que são as cavernas. Essas estão situadas em trechos com afloramentos rochosos onde a agricultura e a pecuária não são atividades predominantes, porém, a maioria dos fragmentos remanescentes de tais trechos foi desmatada.

Existem ainda as agressões provocadas pelos moradores locais evidenciadas por depósito de lixo e quebra de espeleotemas. Colocam-se também aros de pneus queimados na tentativa de eliminar os morcegos hematófagos, tidos como causadores de prejuízos para o rebanho, em uma ação que afeta todo o sistema da caverna.

Devido aos impactos causados pelas ações antrópicas sobre as cavernas, faz-se necessária uma avaliação do estado de conservação, a começar pela biodiversidade

cavernícola. Essas cavidades necessitam de ações de manejo e conservação, as quais devem ser planejadas em uma abordagem interdisciplinar.

O interesse pela Espeleologia e a construção dessa pesquisa decorre das inquietações e do envolvimento prático e, posteriormente, teórico com ideias de conservação da natureza. O aprofundamento do tema e o afinamento do campo de interesse de estudo surgiram no início da graduação a partir de uma pesquisa com morcegos fósseis, a qual incidiu no encantamento por todo o ambiente que envolvia aqueles fósseis estudados: as cavernas.

Em contato com cavernas sergipanas e baianas houve associação entre interesses acadêmicos voltados à Biologia, mais especificamente nos ramos da Ecologia e Paleontologia, com outras ciências de forma inevitável e pertinente. Foram elas: a Geografia, a Geologia, a Climatologia, a Arqueologia e a Educação Ambiental. Um ecossistema complexo e completo como uma caverna incitou o desafio de realizar uma pesquisa interdisciplinar aliada ao campo das Ciências Ambientais e à Espeleologia.

Desse modo, o entusiasmo criador em trabalhar de forma interdisciplinar, com o auxílio de uma equipe também interdisciplinar suscitou a necessidade de aprofundamento acadêmico para uma melhor atuação prática e teórica na busca pela conservação dos ambientes cavernícolas. Foi no final de 2009 que se iniciou a formulação de perguntas, as quais são hoje as questões da pesquisa. São elas: (1) Em que medida há relação entre a riqueza da fauna hipógea (interna) das cavernas e estágio sucessional da flora do seu entorno, com a localização, tamanho, diversidade e quantidade de guano (fezes de morcego)? (2) Quanto maior a quantidade de guano, maior a quantidade de fauna associada na caverna? (3) Quais os principais fatores que influenciam o estado de conservação das cavernas? (4) Há variação sazonal da fauna que abriga as cavernas? (5) A riqueza de fora (flora) influencia a riqueza de dentro (fauna)? (6) Os índices propostos para classificar as cavernas em conservadas ou não-conservadas e para priorizar a conservação/restauração servem como parâmetro para conservação da fauna e flora associada?

Nessa perspectiva, o presente estudo tem como problema o desconhecimento do estado de conservação das cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe.

Nesse cenário, este trabalho objetivou de forma geral analisar o estado de conservação em que se encontram as cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. Para alcançar esse objetivo geral foram estipulados os seguintes objetivos específicos: analisar qualitativamente os dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos e da relevância das cavernas; realizar o levantamento da flora relacionada ao meio epígeo e da fauna associada ao meio hipógeo das cavernas; elaborar um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental

em cavernas; construir um protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração; classificar e ordenar as cavernas em termos de impacto ambiental e priorização para conservação/restauração.

As hipóteses testadas foram: (1) Há relação entre a riqueza da fauna hipógea das cavernas com o estágio sucessional da flora do seu entorno; (2) A área geral da caverna e a área da entrada influenciam diretamente na diversidade da fauna interna; (3) Quanto maior o tamanho da caverna, maior a diversidade; (4) Quanto maior a quantidade de guano, maior a quantidade de fauna associada à caverna; (5) Há variação na composição faunística apresentada em cada caverna devido à variação sazonal; (6) Durante o período seco a diversidade é maior que no chuvoso, devido ao fato de cavernas serem utilizadas como abrigo do sol e calor, por serem mais úmidas e com menor temperatura que o ambiente externo; (7) Presença e quantidade de guano, tamanho da caverna e de sua entrada, temperatura e umidade do ar são os principais fatores que influenciam na diversidade da fauna cavernícola; (8) Os índices propostos para classificar as cavernas em conservadas ou não-conservadas e para priorizar a conservação/restauração servem como parâmetro para conservação da fauna e flora associada.

Esta dissertação possui relevância científica na área ambiental, pois gerou informações sistemáticas acerca de aspectos: geográficos e geológicos (com a plotagem em mapas e caracterização geológica das cavernas no município); biológicos, biogeográficos e ecológicos (com a caracterização da fauna hipógea e da flora epígea). Apresenta novas metodologias a serem aplicadas (produção de uma nova metodologia a ser utilizada para avaliar o estado de conservação do entorno e do meio interno das cavernas; e para classificar e ordenar as cavernas quanto ao seu estado e priorização de conservação/restauração).

Nessa perspectiva pode-se observar que o estudo possui caráter pioneiro e sua metodologia proposta poderá ser utilizada para estudos de cavernas de forma ampla, independente de sua localização, já que se constitui de variáveis e indicadores adaptados a qualquer caverna, desde que sejam comparadas cavernas de mesma litologia para se obter os resultados.

Espera-se com esta análise propor um plano efetivo para a conservação das cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. As informações acerca do estado de conservação das cavidades subterrâneas estudadas poderão dar subsídios para futuros projetos de manejo e conservação e de criação de unidades de conservação, particulares ou públicas, no domínio de Mata Atlântica do município estudado.

O conhecimento e as medidas de conservação trarão indicadores positivos que poderão agregar valor de uso sustentável e recuperação das cavernas com a melhoria da situação sócio-econômica da população humana do entorno e também a conservação de sua memória.

Assim, a dissertação se constitui de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFS e está composta pela introdução e mais cinco capítulos, os quais serão apresentados abaixo:

A “Introdução” apresenta uma breve contextualização teórica, o enunciado do problema, as questões, os objetivos, a motivação do estudo, a relevância científica e social, os limites da pesquisa e a apresentação dos capítulos que compõem a dissertação.

No primeiro capítulo, Olhar interdisciplinar sobre as cavernas, apresenta-se o referencial teórico sobre a Espeleologia enfatizando o Estado de Sergipe com informações a respeito das cavernas e sua relação com o ser humano, legislação pertinente à conservação de cavernas, Geomorfologia cárstica, Geoespeleologia e Bioespeleologia.

O segundo capítulo, Histórico do uso da natureza pelo ser humano, disserta sobre as relações estabelecidas entre homem e meio ambiente e suas implicações identificadas como impactos ambientais.

O terceiro capítulo, Metodologia, traz a caracterização da área estudada, o paradigma seguido e as metodologias utilizadas com os procedimentos para alcançar os resultados de cada um dos objetivos do trabalho.

No quarto capítulo, Resultados e discussões, estão expostos todos os resultados separados de acordo com os objetivos alcançados. A discussão foi feita concomitante à apresentação de cada um dos resultados.

Por último, nas Considerações Finais, são apresentadas as análises objetivas de conservação das cavernas do município de Laranjeiras e proposição de políticas públicas de conservação, de futuros estudos na área de espeleologia para o município de Laranjeiras, bem como para o Estado de Sergipe.

CAPÍTULO 1 – OLHAR INTERDISCIPLINAR SOBRE AS CAVERNAS

1 OLHAR INTERDISCIPLINAR SOBRE AS CAVERNAS

1.1 AS CAVERNAS E SUA RELAÇÃO COM O SER HUMANO

A relação existente entre o homem e as cavernas fez parte das civilizações antigas, existindo referências a essa ligação feita primeiramente na Era Pré-Histórica, em seguida, na Grécia Antiga, na Roma antiga, nas civilizações pré-colombianas, entre outros (BARBOSA; TRAVASSOS, 2008). Assim, pode-se dizer que a afinidade existente entre homens e cavernas é tão antiga quanto sua própria história. Situação expressa em forma de sítios arqueológicos espalhados por todo o mundo e de datações bem diferentes.

Muitas das mais antigas ossadas humanas foram encontradas em cavernas, como a descoberta do Homo neanderthalensis, na gruta de Feldhofer, Alemanha em 1856 (LINO, 2001). No Brasil alguns dos principais sítios arqueológicos estão presentes em cavernas, a exemplo dos existentes no Estado de Minas Gerais no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu e na região de Lagoa Santa.

Diferentemente dos Maias, os povos indígenas brasileiros, em sua maioria, pouco utilizaram as cavernas como abrigo, e quando o faziam se restringiam, sobretudo, à zona de entrada. Esses indígenas utilizaram as cavernas até a colonização europeia do território brasileiro. Mais recentemente, cavernas também foram utilizadas por escravos e tropeiros, o que pode ser constatado pela presença de desenhos feitos por eles (AULER; ZOGBI, 2005).

Pode-se afirmar que o homem durante o período pré-histórico viveu perto de cavernas, que eram, acima de tudo, ambientes que proporcionavam proteção e abrigo, mas também um local coletivo para desenvolver suas tradições e sua imaginação (BARBOSA; TRAVASSOS, 2008). Esse fato é comprovado a partir das pinturas rupestres, sepulturas, oferendas, pequenos altares e mitos criados acerca das cavernas (LINO, 2001).

Na Antiguidade Clássica pode-se notar uma maior proximidade do homem com as cavernas através de elementos como sombras, escuridão e inferno. Commelin (1993, apud BARBOSA; TRAVASSOS, 2008) mostra que a relação existente entre cavernas e os gregos influenciaram a história ocidental. Isso se deveu ao fato de muitos filósofos gregos viverem em áreas cársticas, com abundância de cavernas e assim fazerem as associações entre esses ambientes e a escuridão (com Minos, Hécate, Hera e Poseidon) e a ideia inicial do inferno, através da figura de Erebus.

Com mitos gregos observa-se que as cavernas eram vistas como entradas para um mundo oposto ao que se encontra na superfície. São vários os deuses e personagens míticos associados a cavernas também na cultura romana (com Plutão e Vênus), egípcia (como Ísis e Anúbis), hindu, persa e maia (LINO, 2001; BARBOSA; TRAVASSOS, 2008).

Mas existem outras histórias da mitologia e folclore que se referem diretamente às cavernas, e mesmo pensamentos filosóficos relacionados a elas, como o Mito da Caverna de Platão. Esse mito associa a escuridão da caverna e suas sombras à ignorância, enquanto a luz é o conhecimento (PLATÃO, 2001).

No início do cristianismo no Império Romano os seguidores da nova religião se reuniam nas catacumbas, nas quais se sentiam mais seguros. Mas em contraponto, após a consolidação do cristianismo o subsolo não era mais visto como local seguro e sim como morada do diabo (BARBOSA; TRAVASSOS, 2008). Entretanto, a grandiosidade, o profundo silêncio e a penumbra, característicos de cavidades subterrâneas, foram representados nas catedrais góticas e barrocas.

As cavidades naturais, suas lendas, mitos e religiões associadas indicam o tipo de relação entre esses ambientes e a população do seu entorno. Atualmente cavernas são utilizadas como santuários, a exemplo das existentes em serras no alto Rio Negro no Amazonas para os ianomâmis (FRAGA, 2011).

Em algumas ocorrem peregrinações regulares a exemplo da Gruta de São Francisco em Quixadá (DIÁRIO DO NORDESTE, 2009), da Gruta da Anunciação em Nazaré (AGÊNCIA ECCLESIA, 2009), e do Santuário do Bom Jesus da Lapa, localizado em um município homônimo (BARBOSA; TRAVASSOS, 2008).

Na atualidade, ao mesmo tempo, continuam os relatos de casos de pessoas que, por motivos diferentes, moram em cavernas e esses ambientes servem de abrigo no Brasil e em outros países (AVELAR, 2009; AFP, 2010). Em Sergipe, no Povoado Machado, Laranjeiras, é conhecido o caso de uma moradora que ao ser expulsa de casa se abrigou na Gruta Raposinha, sendo a responsável pela quebra dos espeleotemas presentes nessa caverna. Mas atualmente não se abriga mais nesta cavidade.

Os usos das cavernas pelo homem não se restringiram a moradias, locais de cultos e santuários. São várias as utilidades encontradas para cavernas espalhadas pelo mundo. Muitas delas servem como aquíferos para abastecimento de água de fazendas, povoados e cidades, como a Gruta de Captação de água em Altinópolis, São Paulo (LINO, 2001) e o Abismo de Simão Dias, localizado em município homônimo em Sergipe.

Cavernas serviram como esconderijos de sequestradores e ladrões (EFE, 2009) e mesmo de refugiados de guerra, como a Caverna dos Vieira localizada no Vale do Ribeira em São Paulo em que famílias se refugiaram durante a Revolução de 1932 (LINO, 2001)

Pode-se encontrar na Europa cavernas sendo utilizadas para cultivo de cogumelos, para curar queijos, servir de adegas, abrigarem hospitais (pois seu microclima e condições propícias à saúde servem para a cura de doenças pulmonares e da pele), alojarem laboratórios (como o de Moulis na França), hotéis (LINO, 2001) e escolas (THE ASSOCIATED PRESS e THE DAILY PRESS, 2009).

São o espeleoturismo e a mineração, todavia, as formas mais usuais de utilização de cavernas. O primeiro tem relatos de início no século XIX como as grutas de Fingal na Grã-Bretanha, mas estima-se que tenha iniciado ainda em 1213 à Caverna de Postojna. Atualmente cavernas europeias recebem mais de duzentos mil visitantes por ano, como a caverna Han-Sur-Lesse na Bélgica. Mas é a Caverna de Postojna na Eslovênia a cavidade natural mais visitada na Europa com uma média de quinhentos mil visitantes anuais, e que em 1962 atingiu a marca de cinco milhões de visitantes em um único ano (TRAVASSOS; BATELLA, 2010). No Brasil existem mais de cinquenta cavernas com turismo regular, incluindo religioso, como a Caverna do Diabo em São Paulo, Maquiné em Minas Gerais e Lapa Doce na Bahia.

A mineração foi o primeiro tipo de uso das cavernas no Brasil nos tempos de Colônia e Império para retirada de salitre, mineral utilizado para fabricar pólvora. Calcita, chumbo, cobre e guano de morcegos (para uso como adubo) também foram explorados em cavernas. Hoje em dia é retirado principalmente o calcário para fabricar cimento e cal, fato esse associado à destruição de cavidades subterrâneas (LINO, 2001).

1.2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE ÀS CAVERNAS SERGIPANAS

As cavidades naturais subterrâneas (CNS) no Brasil são consideradas bens da União, segundo o art. 20, inciso X, da Constituição Federal (BRASIL, 1988), de interesse público e sujeita à forte regramento que provém da proteção do seu uso, de acordo com Ribas e Carvalho (2009). Devido às CNS fazerem parte dos bens ambientais da União, foi facilitada a solução de conflitos de competência entre a União e os Estados. Assim, caso ocorra conflito que prejudique preceitos constitucionais a Corte Suprema tem decidido a favor do cumprimento da Constituição e não a legislações estaduais e municipais (MARRA, 2008).

De acordo com o Decreto Federal de nº 6.640, de 7 de novembro de 2008 entende-se como cavidade natural subterrânea:

todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante. (BRASIL, 2008, artigo 1º, parágrafo único).

Há legislação específica para as CNS: Resolução Conama nº 009/86 de 24 de janeiro de 1986, a qual nomeou a comissão especial para tratar de assuntos relativos à preservação/conservação do patrimônio espeleológico; a Resolução Conama nº 347/04 de 10 de setembro de 2004, que dispõe sobre a proteção do Patrimônio Espeleológico; a Portaria IBAMA nº 887 de 15 de junho de 1990, que regulou o uso das cavidades subterrâneas, entre outros; a Portaria IBAMA nº 078 de 03 de setembro de 2009, a qual institui o CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2009); o Decreto Federal nº 6.640 de 7 de novembro 2008, o qual dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta o art. 5, alínea A e B, ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que determina a proteção das CNS existentes no Brasil.

Com a institucionalização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a partir da Lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007, todas as questões relacionadas com o estudo e o manejo de cavernas passaram a ser atribuição desse recente órgão ambiental federal, atualmente mais especificamente ao CECAV. Enquanto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), restou, entre outras competências, a proteção do Patrimônio Espeleológico Nacional (PEN) através do licenciamento, da fiscalização e compensações aos impactos ocorridos devido ao uso das cavernas e seus entornos (BRASIL, 2008).

Ao poder público compete ainda fomentar pesquisas a fim de ampliar o conhecimento sobre as cavernas existentes no território nacional (BRASIL, 1990). E os estudos para definição do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas impactadas deverão ocorrer financiados através do responsável pelo empreendimento e será o órgão ambiental competente que deverá classificar o grau de relevância da caverna (BRASIL, 2008).

Com esse panorama atual da legislação referente ao Patrimônio Espeleológico, pode-se identificar que o tratamento jurídico ao PEN mudou com o passar do tempo. Inicialmente com a Portaria IBAMA nº 887 de 15 de junho de 1990 e o Decreto Federal nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, a legislação era mais conservadora e restritiva quanto ao uso das cavidades naturais, o que valorizou as cavernas brasileiras. Atualmente, com a Resolução Conama nº 347 de 10 de setembro de 2004, o Decreto de nº 6.640, de 7 de novembro de 2008 e a Instrução Normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009, a legislação referente ao uso de cavernas está mais flexível, abrindo possibilidade de degradação ambiental a cavernas.

Destacam-se como pontos preocupantes dessa nova fase legislativa: a desobrigação de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), nas atividades ligadas a empreendimentos em áreas de ocorrência de cavernas; e o fato de apenas cavidades classificadas como de relevância máxima estarem totalmente protegidas contra qualquer impacto negativo irreversível (CRUZ et al., 2010).

Pode-se observar que o Decreto Federal nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, expunha as cavernas brasileiras como os ecossistemas mais amplamente protegidos, sendo todas entendidas como de alta relevância. Entretanto, devido à grande pressão das mineradoras, em 2008 outro decreto foi aprovado, o Decreto de nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. E a partir dessa aprovação, as CNS que antes eram todas consideradas como de máxima relevância, são colocadas em categorias de máxima, alta, média e baixa relevância. Nessas categorias apenas as de máxima relevância serão totalmente conservadas.

As CNS de alta relevância, caso sejam destruídas, o prejuízo será reparado com a conservação de duas outras cavidades de alta relevância de mesma litologia e com atributos similares à que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho, devendo ser efetivada, sempre que possível, em área contínua e no mesmo grupo geológico da cavidade que sofreu o impacto. Caso não ocorra na área do empreendimento outras CNS representativas que possam ser conservadas sob a forma de cavidades testemunho, o ICMBio poderá definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação.

As cavernas de média relevância podem ser destruídas desde que o empreendedor coopere para a conservação e o uso adequado do PEN, especialmente das cavernas com grau de relevância máximo e alto. As CNS de baixa relevância, caso sejam destruídas, o empreendedor não estará obrigado a adotar ações para assegurar a conservação de outras cavernas (BRASIL, 2008), mas deverá fazer compensação ambiental seguindo a legislação referente a esse assunto (BRASIL, 2000).

A metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas foi estabelecida pela Instrução Normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a), a qual possui em anexo tabelas a serem preenchidas durante o estudo e avaliação das cavernas. As características a serem observadas para definir se a cavidade possui importância regional ou local são expostas durante todo o corpo do texto, agregando mais informações aos atributos já explanados no Decreto de nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Os estudos espeleológicos devem ser realizados por equipes interdisciplinares e os profissionais responsáveis pela realização dos estudos espeleológicos devem estar inscritos no Cadastro Técnico Federal (BRASIL, 2008).

Critérios de análise dos seus atributos para a determinação do grau de relevância devem ser realizados comparando com outras cavidades. Os atributos são classificados observando-se onze indicadores: gênese única ou rara; morfologia única; dimensões notáveis em extensão, área ou volume; espeleotemas únicos; isolamento geográfico; abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais; habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos; habitat de troglóbio raro; interações ecológicas únicas; cavidade testemunho; ou destacada relevância histórico-cultural ou religiosa, entre outros. E serão utilizados para a classificação da caverna em termos de sua importância, em acentuados, significativos ou baixos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Espeleologia (2009), com o novo regramento 70% das cavernas brasileiras correm o risco de desaparecer, o que constitui uma ameaça sem precedentes ao meio ambiente e ao patrimônio cultural de nosso país. A SBE e ONGs espeleológicas identificaram perigo na metodologia e nos critérios de classificação das cavernas, pois poderiam ser usadas como uma autorização da destruição de cavernas no País.

Em paralelo, o Governo Federal criou um programa para promover a conservação do Patrimônio Espeleológico e aumentar o conhecimento científico na área. Nesse Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, instituído pela Portaria Ministerial nº 358 de 30 de Setembro de 2009, prevê-se a criação de trinta Unidades de Conservação, como parques ou monumentos naturais, para proteger as cavernas relevantes do País. Além de publicar uma revista nacional de espeleologia, a qual teve seu primeiro número lançado em 2010, intitulada Revista Brasileira de Espeleologia (RBE). Conjectura-se também que seja implementado um curso de pós-graduação na área, bem como a realização de diagnósticos das

áreas que concentram cavidades (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009b), iniciando com o PAN Cavernas do São Francisco.

A Portaria Ministerial nº 358 de 30 de Setembro de 2009 é um reforço para conservar o PEN, mas ainda é necessária uma revisão criteriosa da Instrução Normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009, para uma análise mais quantitativa e com menor incidência de observações subjetivas dos critérios avaliados.

1.3 GEOESPELEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA

Os relevos cársticos perfazem um total de aproximadamente 10% das porções emersas do planeta Terra e estão presentes, em sua maioria, sobre rochas carbonáticas. Esses são regiões-chave para o estudo de Paleontologia, Arqueologia e mudanças climáticas globais ocorridas durante o Quaternário (KOHLER, 2008). As feições cársticas podem ser encontradas, por exemplo, na França, Itália, México, Japão e Estados Unidos. No Brasil são notadamente abundantes no oeste do Estado da Bahia, no Estado de Minas Gerais e sul do Estado de São Paulo (SUGUIO, 2008).

Os primeiros estudos em sistemas cársticos foram realizados no início do século por Albrecht Penk, Civic e Grund (CIVIC, 1893; GRUND, 1903; PENK, 1904 apud KOHLER, 2008), foram eles quem primeiro utilizaram a terminologia carste. Pode-se dizer que a carstologia é interdisciplinar, já que para se estudar o carste é indispensável conhecimento de Geomorfologia, Geologia, Climatologia, Geografia, Biologia, Pedologia, Física, Paleontologia, Arqueologia, entre outras ciências. Para tanto, é necessário que o profissional possua conhecimentos prévios dessas áreas ou faça parte de uma equipe interdisciplinar (KOHLER; CASTRO, 2009).

O Brasil possui 19 regiões cársticas espalhadas por seu território, as quais se concentram em maior número e área nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. O Estado de Sergipe insere-se na Região Cárstica do Supergrupo Canudos, formado pelo Grupo Estância e Vaza Barris (Figura 1.1). O Supergrupo Canudos estende-se por uma área de 7.500m², com rochas pertencentes ao período Cretáceo (AULER et al., 2001).

Sergipe possui 821.659.000 toneladas de calcário e 3.790.000 toneladas de dolomito em suas jazidas minerais. As rochas carbonáticas do Estado classificadas petrograficamente como calcários e dolomitos de origem sedimentar possuem seus jazimentos mais importantes

distribuídos na Bacia Sedimentar de Sergipe, no contexto do Grupo Sergipe, diferenciados nas formações Cotinguiba (Membro Sapucari) e Riachuelo (Membro Maruim).

Na Faixa de Dobramentos Sergipana, as camadas de calcários e dolomitos registradas, estão compondo a Formação Acauã (do Grupo Estância), região onde não há relato de atividades de pesquisa, sendo apenas consideradas como ocorrências. Quanto ao mármore e ao calcário quando o metamorfismo foi incipiente, esses estão distribuídos na Faixa de Dobramentos Sergipana, englobados nos grupos Vaza-Barris (camadas de metacarbonatos da Formação Olhos D'Água), Miaba (camadas de metacarbonatos da Formação Jacoca), Macururé (níveis de mármore) e, nos complexos Marancó e Canindé (níveis de mármore) (MORAES-FILHO, 2001).

Entretanto, quando comparada a outras localidades do país, constata-se que em Sergipe a paisagem cárstica não se apresenta bem desenvolvida, contando com formas modestas e de dimensões reduzidas. De acordo com Christofolleti (1980), para o pleno desenvolvimento do modelado cárstico são necessárias condições específicas tais como: uma superfície com considerável espessura de rochas solúveis em condições de acamamento, de fissura e fratura maciça e resistente; níveis moderados de precipitação para a dissolução da rocha; e por fim uma amplitude topográfica acima do nível do mar a qual propicia a livre circulação de água abaixo da superfície.

Por conseguinte, fica evidente o papel do clima na morfogênese desse relevo, especialmente através da temperatura e precipitações. Nesse contexto, o clima tem atuação direta na formação morfológica do carste, uma vez que tanto os processos geomorfológicos, quanto os pedológicos e ecológicos, só podem ser devidamente compreendidos tendo como referência o clima predominante no passado e na atualidade (AYOADE, 2004).

A determinação climática, que em Sergipe é tropical (JACOMINE et al., 1975), implica em características peculiares, contribuindo também para o desenvolvimento diferenciado do carste. São nos trópicos onde a quantidade de insolação recebida é mais elevada, ocorrendo maiores amplitudes entre as variações sazonais de temperatura e precipitação predominantemente de origem pluvial (AYOADE, 2004).

Ainda de acordo com esse autor, a precipitação das regiões tropicais diferencia-se das regiões temperadas, principalmente pelo fato de nessas últimas a precipitação ocorrer por convecção, tendo assim uma distribuição mais localizada espacialmente e se evidenciando um grande número de exemplares de cavernas. Essa característica é justificada pelo fato de nas regiões tropicais existirem massas de ar em menor número e serem similares quanto às suas propriedades térmicas.

Entende-se assim, que a formação do relevo cárstico depende da temperatura, da pluviosidade e da atividade biológica, sendo que a intensidade do processo de carstificação varia de acordo com o clima, atingindo o grau máximo de desenvolvimento em regiões de clima tropical recobertas por densa floresta pluvial (SUGUIO, 1999).

Ainda quanto ao relevo cárstico, existem outras duas terminologias, que são atualmente, utilizadas para descrever os locais de ocorrência de feições cársticas, são elas: paleocársticas e pseudocársticas. Partindo-se do pressuposto que as feições cársticas são todas as formações de relevo ativas elaboradas principalmente por processos de corrosão e de abatimentos, como as dolinas, as feições paleocársticas também são elaboradas pelos processos de corrosão e abatimento, mas hoje não mais funcionais (ativos) a exemplo de dolinas inativas e sumidouros. Por outro lado, o pseudocárste indica feições cársticas que não são formadas por corrosão e abatimento, como as cavernas de origem vulcânica (KOHLENER, 2008) ou as encontradas em rochas ferríferas, como as da Serra dos Carajás, no sudeste do Estado do Pará (PILÓ; AULER, 2010).

Outra diferenciação existente entre os tipos de carste são o exocarste e o endocarste. Boegli (1980 apud KOHLER, 2008) faz uma distinção entre esses dois tipos de carstes, na qual o primeiro representa os relevos localizados na superfície, como as dolinas, os poliés, as uvalas e as torres. Esse, do mesmo modo, pode ser subdividido em microcarste constituído por formas recentes e de pequenas dimensões como os lapiás e o macrocarste com relevos bem desenvolvidos e de grandes dimensões. Enquanto o segundo, endocarste, caracteriza as formas de relevo subterrâneas, com seus vazios sendo representados principalmente pelas cavernas.

O endocarste tem a capacidade de armazenar água, que pode ser facilmente poluível nos locais de afloramentos, pois está ausente o filtro natural formado pelo solo e devido às rochas possuírem macroporosidade. Assim, pode-se observar a qualidade da vida sobre o carste através do monitoramento dessa água, ação fundamental para o gerenciamento desses relevos (KOHLENER; CASTRO, 2009).

As cavernas, principais representantes do endocarste, são domínios da espeleologia e “definidas pela União Internacional de Espeleologia como sendo todos os condutos subterrâneos de acesso ao homem” (KOHLENER, 2008, p. 316).

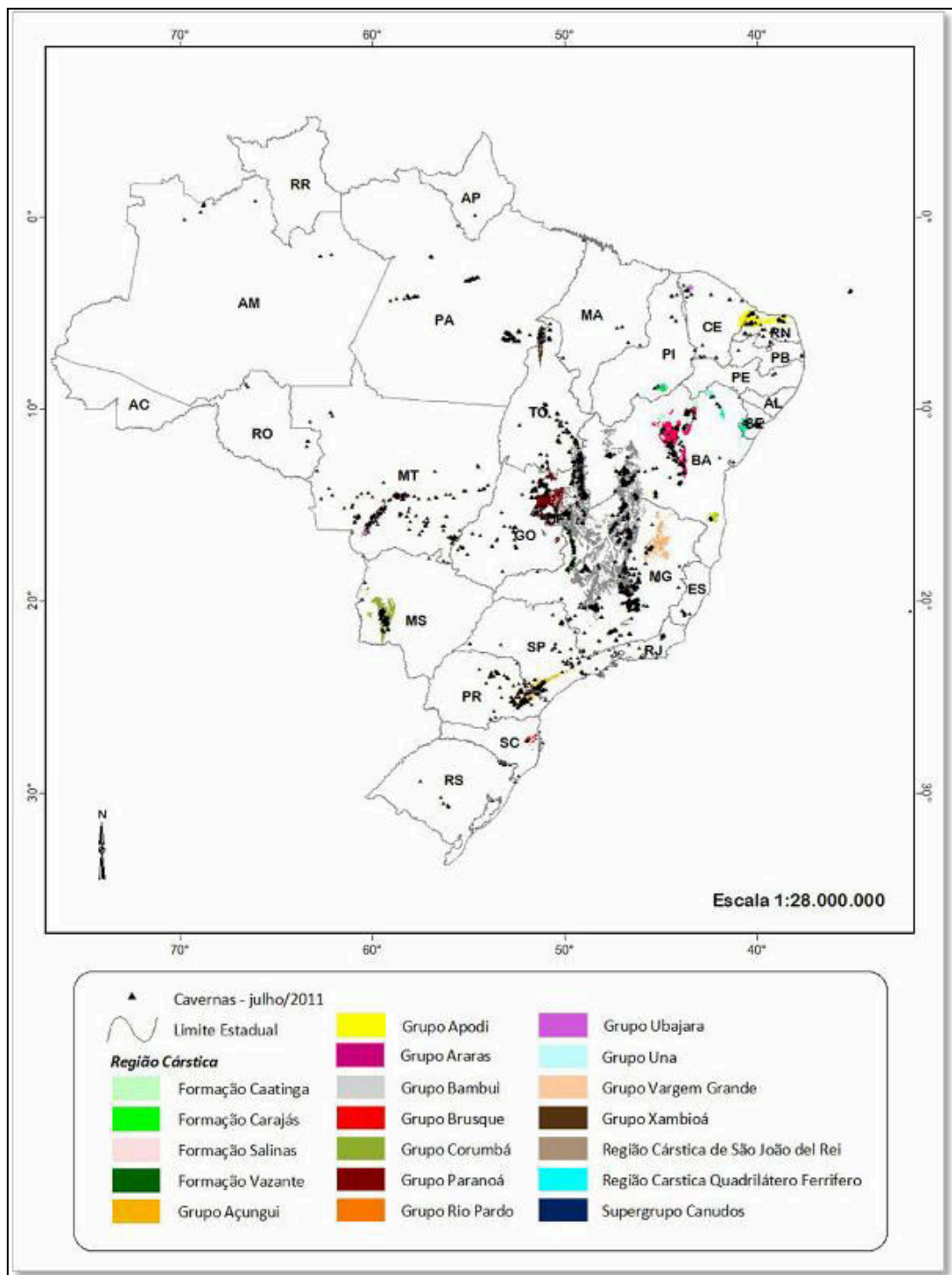


Figura 1.1: Mapa das províncias espeleológicas do Brasil. Fonte: OLIVEIRA-GALVÃO et al., 2009.

Quanto à genética, origem e evolução, as cavernas podem ser contemporâneas à formação da rocha ou posteriores à formação da rocha. Na primeira, a formação ocorre por não preenchimento de espaços vazios durante a deposição de calcário ou durante a construção de recifes de corais, ou ainda devido ao resfriamento diferencial de magmas expelidos por

erupções vulcânicas. Na segunda, a formação das cavernas ocorre por processos mecânicos ou físico-químicos relacionados à carstificação (LINO, 2001).

Em ambientes marinhos os processos mecânicos formam grutas e abismos devido ao macrofraturamento das rochas com aberturas de fendas, a partir da erosão que as ondas provocam pelo poder de desgaste físico através do carreamento de areias e seixos. Mas são os processos físico-químicos, os quais dissolvem as rochas, os formadores da maioria das cavernas descobertas no planeta, sendo encontradas principalmente nas rochas carbonáticas (LINO, 2001). Também segundo esse autor, pode-se verificar a ampliação dos espaços subterrâneos por desabamentos a partir da dissolução ou erosão das rochas, ou mesmo pela incisão, com aberturas de cavidades dentro das cavidades, a partir do rearranjo das forças dos maciços rochosos.

E no interior dessas cavernas podem ser formados por precipitações carbonáticas, principalmente de aragonita, calcita e gipsita, os espeleotemas, os quais, a depender de suas condicionantes ambientais, seus formatos e substâncias formadoras, possuem denominações diferentes, como estalactite, cortina, estalagmite, coluna etc. As estalactites são depósitos de calcita no teto da cavidade e são os espeleotemas mais frequentes; as cortinas são depósitos inclinados com um fio de rastro de calcita escorrendo pela sua superfície; estalagmites são depósitos no solo de carbonato de cálcio; e coluna é o encontro entre uma estalactite e uma estalagmite (BIGARELLA et al., 1994).

1.4 AMBIENTES SUBTERRÂNEOS E BIOTA ASSOCIADA

As cavernas, interstícios e fendas nas rochas ou em contato com o solo são exemplos de ambientes subterrâneos. Esses formam vastas redes de espaços com diferentes dimensões e volumes e que possuem graus desiguais de conectividade entre si (PILÓ, 2000). Em meio aos espaços menores, populações de diferentes organismos, principalmente invertebrados, podem circular e mesmo se estabelecer (FERREIRA, R., 2010).

Esses espaços de dimensões e volumes variados que se sucedem e se distinguem geram habitats subterrâneos que vão desde o ambiente endógeno, abaixo da superfície (ambiente epígeo), passando pelo epicárstico e atingindo o interior de cavernas, ambiente hipógeo (Figura 1.2; FERREIRA, R., 2010). O ambiente endógeno é acessado e habitado por

organismos que vivem no solo, os quais entram nesse habitat por meio de suas descontinuidades ou mesmo a partir de escavação direta realizada por animais fossoriais.

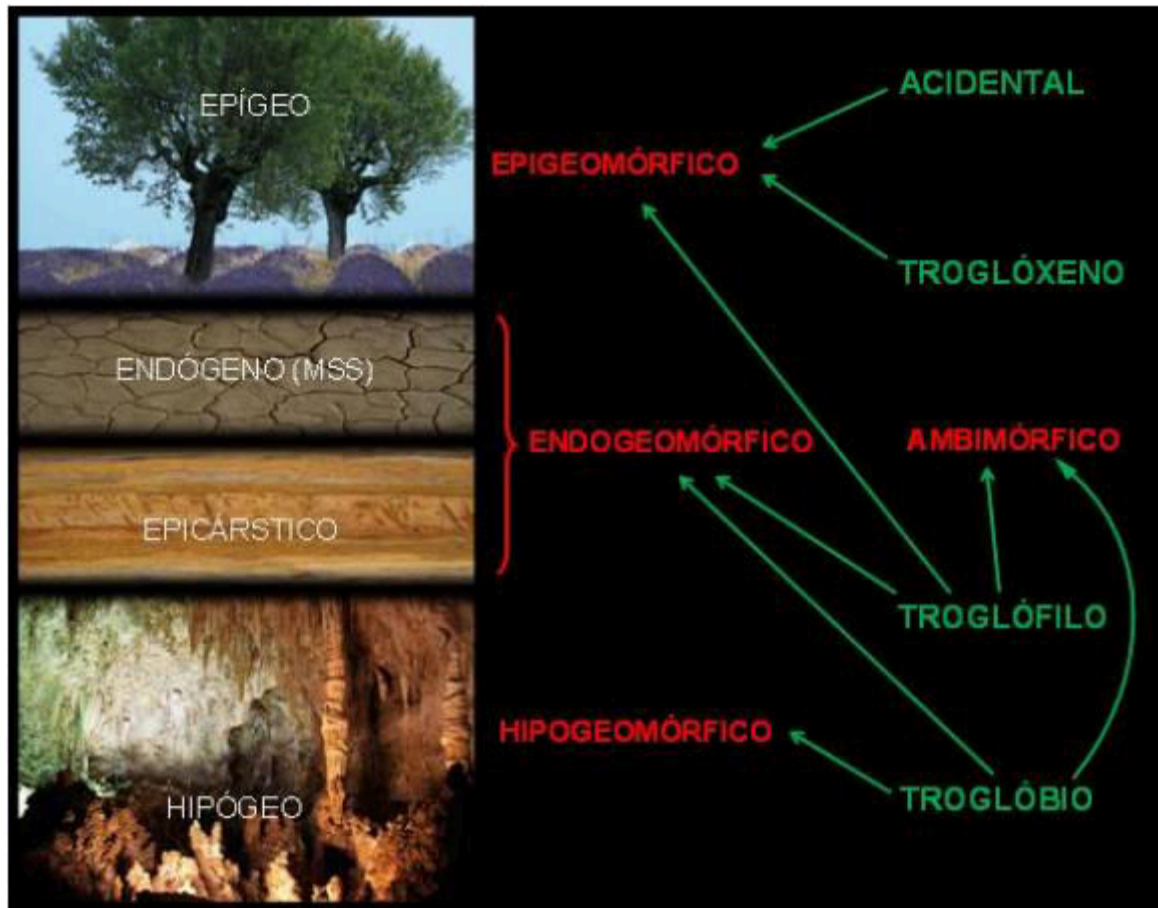


Figura 1.2: “Compartimentos” de habitats desde o sistema epígeo até uma macro-caverna. Legenda: em vermelho, as categorias de morfologia diferenciada mais frequentemente associada a cada compartimento e, em verde, as categorias ecológico-evolutivas de organismos associadas às suas morfologias preferenciais (ou mais frequentemente encontradas). Fonte: FERREIRA, R., 2010.

O ambiente endógeno compõe espaços intersticiais do solo, ou seja, pequenas fissuras e rachaduras associadas ao manto de intemperismo. O local de contato entre o solo e as rochas fragmentadas recebe o nome de meio subterrâneo superficial (MSS). Abaixo desse há o epicarste, que se refere às fendas e descontinuidades da rocha e espaços entre blocos rochosos das rochas encaixantes existentes abaixo do solo profundo e de rochas fragmentadas. Esses espaços, muitas vezes de volume reduzido, mantêm-se úmidos ou encharcados por todo o ano, o que possibilita o estabelecimento de comunidades, as quais em sua maioria constituem-se de invertebrados, muitos deles altamente especializados a esse modo de vida. Após o epicarste encontram-se as macro-cavernas, mais popularmente conhecidas como cavernas, habitats tipicamente hipógeos (FERREIRA, R., 2010).

Cada um desses ambientes possui suas peculiaridades, que pressionam e selecionam os organismos que nelas residem, proporcionando assim a evolução de suas características morfológicas. No ambiente epígeo com presença de radiação solar direta predomina-se espécies epigeomórficas, essas possuem elevada pigmentação tegumentar e estruturas oculares bem desenvolvidas.

Nos habitats endógenos e epicársticos, afóticos e de tamanho reduzido, há predominância de organismos endogeomórficos, os quais se caracterizam pela tendência de redução da pigmentação e das estruturas oculares, mas com apêndices sensoriais e locomotores não alongados. Nos sistemas hipógeos frequentemente evolui-se fauna hipogeomórfica, a qual se caracteriza pela tendência à redução da pigmentação tegumentar e dos olhos e pelo alongamento de apêndices locomotores e sensoriais. Alongamento este que facilita o deslocamento por macro-espacos afóticos (FERREIRA, R., 2010).

Há ainda organismos ambimórficos nos ambientes subterrâneos, os quais possuem características combinadas de outras morfologias. Em cavernas podem-se encontrar categorias de espécies associadas a cada uma dessas morfologias, situação essa discutida a frente neste trabalho.

Segundo Ferreira e Martins (2001), ao discorrer sobre a fauna cavernícola deve-se primeiramente entender que cada caverna é única quanto à riqueza e abundância de indivíduos de cada espécie. Essas entre outras características biológicas, como a frequência, distribuição e relações ecológicas estão muitas vezes relacionadas à localização, dimensão, morfologia interna, umidade e temperatura das cavernas. É necessário também ressaltar que por se tratar de seres vivos, essas características são dinâmicas e podem variar ao longo do tempo, entre diferentes estações do ano ou depender da situação em que se encontra o entorno.

Em paralelo, dentro de uma mesma caverna, regiões distintas, denominadas de zonas, podem variar mais ou menos, dependendo da proximidade em que se encontram do sistema externo. Dessa maneira, quanto mais próxima do meio exterior, a região da caverna torna-se mais influenciada pelas condições ambientais externas e conseqüentemente seus habitantes também (FERREIRA; MARTINS, 2001).

Pode-se identificar até três zonas ambientais determinadas pela intensidade da luz, umidade e temperatura dentro das cavidades subterrâneas. Na Zona de Entrada a luz incide diretamente e a umidade e temperatura varia de acordo com as que ocorrem no ambiente epígeo. A Zona de Penumbra possui incidência indireta de luz e as flutuações da umidade e temperatura são menores que da Zona de Entrada e sua extensão pode variar a depender do formato da entrada e da estação do ano. A Zona Afótica é encontrada normalmente em

cavernas de grandes extensões, permanece sempre afótica e com a temperatura e a umidade tendendo à estabilidade (a qual normalmente é bem alta, entre 90% e 100%) (LINO, 2001; CAMACHO, 1992 apud FERREIRA, R., 2010).

Há outra zonação que Culver (1982 apud PROUS, 2005) descreve, a qual é feita apenas referente à luz, que pode ser mais interessante biologicamente, e também se refere a três zonas distintas: Zona Eufótica (com incidência direta de luz), Zona Disfótica (com incidência de luz refletida) e Zona Afótica (com ausência total de luz). Em cavernas de ambientes tropicais a estabilidade total da temperatura e umidade é mais difícil de ocorrer do que em cavernas de clima temperado, de todo modo, em cavidades grandes chega-se um ponto em que há pouca variação desses índices em um ambiente disfótico ou afótico, independente da localização em ambiente tropical ou temperado.

De acordo com Lino (2001), equivalente às zonas presentes no interior das cavidades subterrâneas, existem outras características importantes para a grande variedade de habitats e as diferenciações nas suas ocupações. São elas: a presença de cursos d'água, solos arenosos, paredes rochosas, guano de morcego, dentre outros.

Algumas cavernas sergipanas possuem a temperatura interna normalmente mais elevada que a externa, além de serem subdivididas nas três zonas ambientais, mesmo com a pequena extensão das mesmas. Essas características foram abordadas por Trajano e Bichuette (2006), as quais indicaram que interferem diretamente na fauna e flora que compõem e se distribuem pelas grutas. E quanto à temperatura, podem ser os fatores bióticos, devido a grande aglomeração de indivíduos, os responsáveis pela sua presença elevada em bat caves como a Caverna do Urubu em Riachuelo, Sergipe (LEÃO et al., 2003).

Para melhor compreender a fauna presente em cavernas utiliza-se a classificação ecológica dos animais cavernícolas do sistema de Schiner-Racovitza modificado por Holsinger e Culver (1988), os quais classificam os animais de cavernas em:

- a) **Troglóxenos** (troglos = caverna, xenos = estrangeiro) são animais que utilizam as cavernas para alguma finalidade (em sua maioria abrigo e alimentação), mas que delas necessitam sair para completar seu ciclo de vida. Nas cavernas sergipanas pesquisadas, ocorrem morcegos, caranguejos, vespas, pererecas, opiliões, urubus, lontras, corujas e abelhas (DONATO et al., 2006a; b; c; DANTAS et al., 2009; FERREIRA et al., 2009b; DANTAS; DONATO, 2011);
- b) **Troglófilos** (troglos = caverna, filios = amigo) mesmo não sendo exclusivamente cavernícolas possuem a capacidade de desenvolver todo seu ciclo de vida no meio subterrâneo, dessa forma, espécies troglófilas podem ser encontradas fora de cavernas.

Exemplos dessa fauna encontrada nas CNS de Sergipe são aranhas, pseudoescorpiões, escorpiões, centopeias, piolho-de-cobra, minhocas, mosquitos, besouros, baratas, isópodes e ácaros (DONATO et al., 2006c; DANTAS et al., 2009; SANTANA et al., 2009);

c) **Troglóbios** (troglos = caverna, bio = vida) são aqueles restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos e podem possuir especializações morfológicas, fisiológicas e comportamentais ao ambiente subterrâneo. Exemplares dessa fauna podem apresentar troglomorfismos como o desprovimento de pigmento e atrofia ocular, fato esse que pode culminar com o total desaparecimento dos olhos. Entretanto, essas não são características obrigatórias a serem apresentadas pela fauna para ser classificada como troglóbia. No Brasil, exemplos interessantes são espécies de peixes, crustáceos e insetos. Em Sergipe, contudo, ainda não foram encontradas espécies troglóbias.

Todos os animais que podem ser encontrados em cavernas, mas não são classificados como troglóxenos, troglófilos ou troglóbios são considerados acidentais ou ocasionais. Os acidentais são animais que podem ser encontrados em cavernas por terem sido carregados através das correntezas de rios subterrâneos, por terem caído em abismos ou dolinas, que entraram para procurar água ou mesmo para se esconder de predadores. Esses fazem parte da fauna externa e não possuem nenhuma pré-adaptação à vida subterrânea (FERREIRA, R., 2010). Em Sergipe têm-se exemplos de raposas, alguns sapos, serpentes e borboletas.

Nos locais sem incidência de luz, além de exemplares da fauna troglóbia (que podem ou não estar presentes) e poucos da troglófila e troglóxena, encontram-se exemplares de algas, líquens, fungos e bactérias que podem estar vinculados ao guano de morcegos (FERREIRA; MARTINS, 1999).

Dentre os exemplares da fauna, os morcegos possuem uma elevada importância no equilíbrio ecológico interno e externo das cavernas e o Estado de Sergipe é rico em bat caves, cavernas com um grande número desses. Os morcegos colaboram no meio hipógeo com a comunidade cavernícola ao defecarem, fornecendo alimento para outras espécies existentes na CNS. Existem diferentes tipos de guano que podem ser encontrados dentro das cavernas a depender da dieta dos morcegos (sangue, frutos, insetos etc.).

Cada tipo de guano possui uma composição química distinta, e por isso abriga e alimenta comunidades de seres vivos diferentes. Existem espécies que podem estar presentes em vários tipos de guano, mas muitas são específicas. Por exemplo, pode-se observar que o guano de hematófagos contém grande número de pequenas larvas de mosca, vermes e besouros, enquanto o guano de insetívoros abriga ácaros e pseudoescorpiões e o de frugívoros

apresenta constantemente quilópodes, diplópodes e coleópteros (FERREIRA; MARTINS, 1999).

No ambiente epígeo, os morcegos também possuem uma ampla importância ecológica, já que possuem um enorme número de espécies, as quais têm uma grande diversidade de alimentação. Dessa forma, as espécies frugívoras são responsáveis pela dispersão de sementes de espécies de plantas diferentes (como maracujá, alecrim, jabuticaba, amêndoa e goiaba), auxiliando na recomposição natural de florestas e matas degradadas. As insetívoras atuam como reguladoras das populações de insetos noturnos. As nectarívoras ajudam na reprodução de mais de quinhentas espécies de plantas, com dois terços das angiospermas das florestas tropicais do mundo sendo polinizadas por elas. As hematófagas e as carnívoras regulam a população de vertebrados ao transmitir para eles doenças como raiva (hematófagos) ou mesmo ao devorá-las (carnívoros), podendo também diminuir pragas em plantações, como os ratos (NOWAK, 1999).

Podem-se encontrar também vestígios fósseis da fauna pré-histórica que fazia parte da comunidade cavernícola ou do entorno. De tal modo, é possível entender como era a comunidade de morcegos das cavernas e da fauna de seu entorno em períodos anteriores. Podem-se encontrar fósseis incrustados, ou seja, conservados pela deposição progressiva de minerais sobre a peça, o que a protegeria, como o esqueleto de uma preguiça gigante. Essa forma de processo ocorre principalmente em grutas de calcário com clima quente e úmido (CARTELLE, 1994). Em Sergipe há registros paleontológicos representados por fósseis incrustados de um réptil pleistocênico no Abismo de Simão Dias (LOBO et al., 2003) e de mamíferos pleistocênicos (*Galea spixii* e *Glyptodon clavipes*) na Toca da Raposa (DANTAS, 2009), ambos no município de Simão Dias.

Ao que se refere à vegetação, quando presente, sua abundância estará relacionada com as regiões onde ocorre a incidência fótica. Em completa ausência de luz, a presença de plantas verdes resume-se, no máximo, a exemplares que ali se encontram pela dispersão de sementes feita por morcegos. Essas não crescem muito e logo morrem por não conseguirem realizar a fotossíntese, a não ser que estejam ocorrendo logo abaixo de grandes dolinas, onde a iluminação é abundante. Assim, normalmente encontram-se nas zonas de entrada e penumbra (LINO, 2001).

É conveniente expressar, contudo, que, quando presente, a vegetação interna mais importante é representada pelas raízes de grandes árvores que penetram por fendas situadas nos tetos, acidificam o solo, aumentam a capacidade de fragmentação das rochas e contribuem para a gênese e evolução dessas cavidades subterrâneas (FERREIRA; MARTINS, 2001). De

tal modo, a flora que possui maior importância ecológica é a que está presente no entorno da caverna.

São nas entradas das cavernas os locais onde se pode encontrar com facilidade a vegetação típica da região, tornando-se uma ilha de flora nativa normalmente rodeada de plantações ou pastagens. Partindo desse pressuposto, as cavernas são consideradas importantes aliadas para a conservação, mesmo que de pequenas áreas florestais nativas, já que acima e na entrada da CNS, nem sempre a área é plana e o solo pode não ser o mais indicado para fazer plantio.

**CAPÍTULO 2 - HISTÓRICO DO USO DA NATUREZA PELO SER
HUMANO**

2 HISTÓRICO DO USO DA NATUREZA PELO SER HUMANO

Desde os primórdios da humanidade o meio ambiente vem sofrendo impactos progressivos. Esses, provavelmente, derivaram-se do domínio do fogo e cresceram com a necessidade de sedentarização e suas consequências. Por exemplo, há o início da agricultura, pecuária e desenvolvimento de novas habilidades tecnológicas para construção de moradias, desenvolvimento de ferramentas de trabalho, vestimentas, e o aproveitamento de energia hidráulica e eólica (BRANCO, 1998).

Durante a idade média a humanidade justificava todas as constantes ambientais ou não por meio dos desejos que os deuses possuíam, mas hoje após milhares de anos de evolução é notável o fato do ser humano ser o principal ator social das transformações ocorridas a sua volta. Na modernidade o homem percebe-se diante de um sentimento de angústia, prisioneiro das ansiedades concebidas pelo próprio modelo civilizatório que propõe (WALDMAN, 2006).

O impacto do homem sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos se intensificou após o surto industrial do século XIX. Mais do que as mudanças ocorridas pelas atividades agrícolas antes da revolução, há agora também modificações decorridas da tecnologia e do desenvolvimento industrial do planeta. Nessas transformações começa-se a ser percebida a separação do meio ambiente do mundo econômico capitalista (DREW, 1999).

Em meio ao crescente pensamento capitalista, desde o final do século XIX, o mundo vem conhecendo os resultados do que o homem é capaz de fazer para satisfazer seus desejos, mesmo sendo esses fúteis. Com o crescimento da mentalidade capitalista baseada por Adam Smith (apud BRANCO, 1989), o valor mercadológico atingiu potenciais substancialmente evolutivos devido à grande aceitação dessa ideia no campo econômico atual. Assim, são lançadas formas de se obter lucros sem a mínima preocupação com o resultado, o qual é a degradação do meio ambiente, acarretando na dificuldade da manutenção natural da funcionalidade dos ecossistemas (WOOD, 2001).

Com o advento da industrialização a fabricação de bens de consumo aumentou demasiadamente, pois o que antes era produzido por apenas um artesão e demorava semanas ou meses para ficar pronto, com o aparecimento de maquinários e da repartição do trabalho teve seu número de artigos aumentados em um tempo de fabricação reduzido. Esse aumento da produção gerou a necessidade de fortalecer também o consumismo para que os bens formados fossem vendidos e gerassem o lucro esperado aos seus fabricantes (Ibid).

Para tanto, uma das principais forças que a produção encontrou para vender seus produtos foi a moda, pois com ela os produtos passaram a ter um determinado prazo para serem consumidos. Já que a partir de certo momento aquela peça ou utensílio já não estava mais “adequado” e assim deveria ser trocado por outro novo, recém fabricado (PORTILHO, 2005).

Para se atingir o objetivo de lucro o homem buscou formas de aumentar o descarte dos produtos consumidos, aliado à crescente demanda de materiais descartáveis ou de baixa durabilidade, de maneira a criar um maior padrão de consumo. Utilizando-se também de estratégias como o marketing que faz o indivíduo acreditar precisar de algo, que na realidade não lhe tem utilidade. Essa alienação em massa para produzir, manter e lucrar com futilidades prejudica o andamento natural da cadeia evolutiva dos ecossistemas, porque utiliza demasiadamente de recursos naturais, muitos não renováveis e lança no meio uma quantidade de resíduos maior do que a que pode ser absorvida, prejudicando a sustentabilidade ambiental (SILVA, 2003).

Aliado à crescente demanda de materiais descartáveis ou de baixa durabilidade, consumo excessivo de bens materiais e ao crescimento dos setores produtivos desse tipo de mercadoria está o perfil sócio-ambiental brasileiro. O qual tem como características predominantes a má distribuição de renda (que agrava a situação de miséria de uma grande parcela da população com consequências imediatas em problemas ambientais), devastação ambiental crescente e desenfreada, consciência ambiental limitada do meio empresarial e do mercado consumidor, mínima efetividade de medidas mitigadoras nas questões de degradação ambiental e uma legislação ambiental ampla, mas com fiscalização pouco efetiva (Ibid).

Como se pode imaginar, muitos são os exemplos da interferência humana no ambiente e vários são os impactos aos ecossistemas. Como o derramamento de óleo no mar, os grandes desmatamentos permanentes, extração de minerais, petróleo e gás natural do solo, queimadas, a poluição e secagem de rios, redução de terras antes cultiváveis, desertificação, aumento do efeito estufa, aumento do buraco da camada de ozônio, diminuição de espécies animais, o lançamento de resíduos industriais no meio, o despejo de esgoto não tratado nos lençóis freáticos e construção de aterros sanitários próximos a lençóis de água (BRANCO, 1989; SILVA, 2003; SANCHES, 2008).

Entre os exemplos de impactos ambientais ocorridos nos ecossistemas, especificamente no Brasil, pode-se ressaltar a produção de dezenas de milhares de toneladas de lixo diariamente, das quais, cerca da metade não é sequer coletada. Dessa metade recolhida pelos órgãos encarregados da limpeza urbana, somente uma parte tem um destino aceitável,

principalmente para a formação dos denominados aterros sanitários. A outra parte, porém, é despejada a céu aberto, nos chamados "lixões", que apresentam variadas formas de poluição: mau cheiro, proliferação de ratos e insetos, poluição visual e produção de um líquido (chorume) mais poluente que o esgoto, o qual pode se infiltrar nos lençóis freáticos e contaminar as nascentes que abastecem os rios e lagos (SILVA, 2003).

Vários são os problemas acarretados pelo lixo e outros poluentes nos sistemas ecológicos. Como obtenção de cadeia química extremamente diferente do elemento extraído na fonte, a grande velocidade de produção em detrimento do tempo de absorção ecológica, deposição do lixo a céu aberto e falência dos sistemas de aterros sanitários, os quais possuem o risco de lixiviação (Ibid).

Dessa forma, são notáveis em nossa civilização moderna ações humanas sedimentadas em seus valores econômicos, políticos e sócio-culturais desencadeando impactos ambientais no meio. E as transformações geradas na Terra tendem, com o passar do tempo, a degradarem mais, pois os efeitos colaterais dos distúrbios nos ecossistemas causados pelo homem também têm resultados em longo prazo (BRANCO, 1989).

Esses impactos, diretos ou indiretos, causam uma reação em cadeia que provoca desorganização dos sistemas naturais e até extinção de todo o sistema, pois introduzem elementos estranhos ou retiram outros essenciais à natureza. O que acarreta em distúrbios da dinâmica dos ambientes naturais e urbanos, já que são interdependentes, podendo causar danos irreversíveis (Ibid).

Para entender isso, deve-se ter ideia de que o organismo, sociedade ou ecossistema possui uma intensidade tolerável de absorver informações, tempo limite suportável de exposição a essas informações e evolução de caracteres devido a essa exposição. Isso acarreta na forma do meio se manter em sua dinâmica característica, ou seja, é necessário que esses três pontos sejam seguidos para que ocorra uma conservação das características natas do meio em questão (MACHADO, 1984).

Para se verificar a existência de impacto ambiental em um determinado local é necessária a realização da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Essa pode ser entendida, segundo Jain (1981 apud ALMEIDA, 2008) como o estudo das prováveis mudanças sócio-econômicas e biofísicas do ambiente que resultem de uma ação proposta ou já em curso. Métodos podem ser utilizados para a realização dessa avaliação, entendendo-se método como mecanismo estruturado pra analisar, comparar e organizar informações a respeito dos impactos de uma proposta, abrangendo a apresentação escrita e visual dessa proposta.

Os métodos de AIA existentes podem ser utilizados em conjunto e mesmo serem adaptados a realidade a ser estudada, já que podem não ser compatíveis com as condições sócio-econômicas e políticas brasileiras. Definir o método a ser empregado na AIA consiste em determinar os critérios e procedimentos claramente expressos para obtenção das informações (ALMEIDA, 2008).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 001/86 é quem regulamenta a AIA de dezesseis categorias de projetos. Esses podem ser instalados ou ampliados através da elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o qual é um resumo do EIA e tem a função de ser de fácil acesso e compreensão para toda a sociedade (BRASIL, 1986).

As funções da AIA não são apenas voltadas aos projetos a serem instalados ou expandidos, assim, a depender do objetivo existem métodos mais favoráveis para se encontrar o resultado desejado. Existem metodologias para quantificar (como modelos de simulação e análise multicritérios); agregar (como diagramas e matrizes); ordenar, (como listas de controle); e representar em forma de gráficos (como diagramas e matrizes) informações originadas em estudos (IBAMA, 1995).

O estado e o funcionamento do ambiente podem ser conhecidos através de informações advindas de parâmetros, os quais são conhecidos como indicadores, ou seja, propriedades do meio que podem ser observadas ou mensuráveis. Cada parâmetro ou indicador quantifica e agrega dados que podem ser medidos e monitorados quando ocorre mudança no sistema.

Um dos modelos mais utilizados para orientar a organização de dados ambientais, e que o faz baseando-se na casualidade é o modelo estrutural “Pressão - Estado - Resposta” (P-E-R), desenvolvido pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Esse modelo pressupõe que as atividades humanas exercem pressão no ambiente, levando a mudanças no estado ambiental e que a sociedade responde às alterações nas pressões ou estado (OECD, 1993).

O modelo P-E-R propõe organizar as informações ambientais como indicadores, em uma matriz ou tabela, agrupando-os em três tipos principais de parâmetros: os indicadores de pressão ambiental (pressões de atividades humanas sobre o ambiente), os indicadores de estado ambiental (condições ambientais diagnosticando o estado em que se encontra o ambiente) e os indicadores de resposta da sociedade (medidas que mostram como a sociedade está respondendo às preocupações com as mudanças ambientais) (Ibidem).

Através dos benefícios sociais e econômicos para a população pode-se medir os impactos benéficos, que podem ser a criação de empregos, a dinamização da economia, a educação ambiental, a educação patrimonial, programas de responsabilidade social, entre outros. Entretanto, é importante diferenciar o impacto potencial do real, uma vez que, por exemplo, os empregos criados podem necessitar de uma capacitação que a população local não apresente, dessa forma, os postos de trabalho seriam preenchidos por pessoas de fora da comunidade que acolhe o empreendimento. Assim, como Sánchez (2008) enfatiza, para que o impacto potencial seja realmente benéfico é

[...] necessário o desenvolvimento de programas específicos, como de qualificação de mão-de-obra, capacitação gerencial, fornecimento de crédito e de assistência técnica, aparelhando a comunidade para aproveitar o empreendimento como fator de desenvolvimento regional (SÁNCHEZ, 2008, p.355)

Pode-se, dessa forma, finalizar o debate sobre impacto ambiental e sua avaliação através de seu conceito, o qual não é consenso na literatura, variando de acordo com o foco de estudo do pesquisador, por exemplo, aquele que faz estudos de impacto ambiental se referiria somente às mudanças que decorreriam da realização de projetos ou atividades de cunho econômico. E para o planejamento ambiental, além das atividades humanas, os fenômenos naturais também são considerados atores que provocariam alteração perceptível no meio, comprometendo a dinâmica dos sistemas naturais (SANTOS, 2004).

Mas, para efeito deste trabalho, é utilizada a conceituação do CONAMA nº001/86 que define impacto ambiental como sendo

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

IV – a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, art. 1º).

E os impactos ambientais nos ecossistemas cavernícolas são o resultado de uma política ambiental, já que o ambiente cavernícola é um ecossistema aberto, não limitado em si mesmo e que mantém uma relação de dependência com outros ecossistemas e com o sistema econômico, social e cultural que o envolve.

2.1 O IMPACTO AMBIENTAL NAS CAVERNAS

As cavernas com seus conteúdos biológicos e minerais extremamente frágeis e interligados com o ambiente externo estão à mercê de alterações ambientais, essas, mesmo pequenas, podem representar grandes ameaças à integridade dos ecossistemas cavernícolas. No Brasil, os impactos ambientais vêm ocorrendo desde o início das explorações das cavernas. Iniciou-se com a retirada de salitre no século XVI, extração essa que também removeu vestígios arqueológicos e paleontológicos. A partir do século XVII a utilização religiosa das cavernas foi inicializada e gerou grandes impactos devido ao aplainamento do solo, pavimentação do piso, retirada de espeleotemas, construção de altares e oratórios (AULER; ZOGBI, 2005).

Atualmente autores concordam que os impactos ambientais em ecossistemas cavernícolas permanecem nas mais diversas formas, como pelos impactos da mineração, nas águas, de obra de engenharia, da visitação, de atividades espeleológicas realizadas de forma inadequada e de depósito de dejetos e poluentes domésticos, agrícolas e industriais (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005; AULER, 2006).

Os impactos da mineração continuam ocorrendo para retirada da calcita em depósitos secundários; de cobre e chumbo presentes na rocha (com o cobre formando espeleotemas raros de cor azulada); e, de maneira mais presente, com a extração do calcário para a produção de cal, cimento e corretivo de solos ácidos na agricultura. Essa extração, mais do que destruir uma caverna pode também descaracterizar a área cárstica por inteiro (LINO, 2001).

No Brasil, não se sabe o número exato de cavernas destruídas para retirada de minérios, mas um exemplo notável desse tipo de impacto foi a Lapa Vermelha de Lagoa Santa localizada em Minas Gerais, a qual possuía grande relevância arqueológica e foi destruída na década de 1970 (AULER; ZOGBI, 2005). Em Sergipe há conhecimento de uma caverna descaracterizada (Gruta da Pedra Furada, município de Laranjeiras) restando atualmente apenas uma formação do tipo abrigo sob rocha devido à retirada de calcário para produzir cimento e alicerce de casas.

Os impactos nas águas subterrâneas são, principalmente, a contaminação, a extração de água e o assoreamento das cavernas. A contaminação é decorrente de defensivos agrícolas e fertilizantes que penetram no solo adentrando por gotejamento na caverna ou pelo lençol freático, como em cavernas de Itaquara na Bahia (LINO, 2001).

Há contaminação dos lençóis freáticos devido à entrada de rios contaminados pela caverna, seja por: vazamentos de esgotos e fossas; depósito de animais mortos; alteração da temperatura e turbidez da água; e devido a compostos químicos lançados por indústrias. Como exemplo desse último tipo de contaminação tem-se o rio Bluestone, que corre pela fronteira entre os estados da Virgínia e Virgínia Ocidental, nos Estados Unidos. Ele em 2010 teve sua água poluída devido ao escoamento de resíduos tóxicos de uma usina hidrelétrica abandonada acima de uma caverna o que afetou o ecossistema da CNS e prejudicou a qualidade da água a ser consumida também pela população humana (STREATER, 2010).

Tais situações são frequentes em regiões em que os rios passam por alta densidade de fazendas e cidades, como na região de Lagoa Santa em Minas Gerais. Já a extração de água é prejudicial, pois pode provocar, após excesso, o secamento de rios e/ou o afundamento do terreno que não consegue se sustentar sem a pressão da água embaixo. Quanto ao assoreamento, esse pode ocorrer com o desmatamento em áreas de nascentes, fazendo com que o solo desprotegido seja carregado pela correnteza e levado até cavernas, as quais podem ser entupidas com argila e areia, como ocorreu na Gruta Olhos d'água em Itaquara, que teve um estreito conduto obstruído, o qual ligava ao restante da caverna (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005).

Os impactos gerados por obras de engenharia são principalmente as barragens, urbanização e adaptação para turismo. As barragens podem provocar impactos à medida que têm condições de alagar cavernas que estejam na área a ser inundada. Por mais que áreas cársticas sejam pouco favoráveis à construção de barragens, já que as cavernas podem representar rotas de fuga da água, algumas foram construídas nesse tipo de ambiente no Brasil, como a Sobradinho que abarca os Estados de Bahia, Pernambuco e Piauí; a da Serra da Mesa no Estado de Goiás onde 139 cavernas foram inundadas em 1996; e a de Xingó em Sergipe, na qual abrigos sob rocha com pinturas rupestres foram perdidos no final da década de 1990 (LINO, 2001).

A urbanização gera problemas, como a contaminação do lençol freático pelos esgotos e fossas sépticas, a extração desenfreada da água subterrânea por poços, desmatamento realizado por causa do aumento da população. O resultado disso é a depredação das cavernas de fácil acesso pelas pessoas. Por exemplo, há a construção do Aeroporto Internacional de Confins, o qual está encravado no carste ao norte de Belo Horizonte em Minas Gerais e que seu projeto urbanístico causou alterações ambientais e não foram feitos estudos para se identificar os problemas gerados nos sítios arqueológicos e ecossistemas cavernícolas presentes na região (ÂNGELO, 2010).

Mais recentemente uma obra de pavimentação da Rodovia BR-135 foi parada, pois estava passando por cima da Caverna Buraco do Inferno da Lagoa do cemitério causando desmoronamentos e essa atividade poderia ser mais prejudicial, já que a caverna abriga o maior lago subterrâneo brasileiro (lago subterrâneo do Cruzeiro, de 13.860 m²). Ela integra o sistema de João Rodrigues, no carste de São Desidério na Bahia, o qual contém cerca de 30 grutas importantes e a água é utilizada para abastecimento humano (ÂNGELO, 2010).

Em relação à adaptação para o turismo em massa podem ser gerados transtornos a exemplo da instalação de luz artificial e fiação elétrica para holofotes; construção de passarelas, colocação de piso, pontes e escadas; represamentos, rebaixamentos e desvios dos cursos d'água; instalação de sistemas de som e vozerio de centenas de visitantes (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005).

A presença de visitantes e de iluminação modifica as condições ambientais no interior das cavernas, conduzindo às mudanças na umidade relativa e temperatura do ar, concentração de CO₂, a proliferação de algas e diminuição de condições ideais para o troglóbios e troglófilos viverem. Esses processos produzem uma deterioração progressiva na qualidade ambiental e favorecem a degradação de espeleotemas, arte rupestre e biodiversidade de troglóbios (FERNÁNDEZ et al., 1986; ANDRIEUX 1988; CIGNA 1993; MANGIN; D'HULST 1996; BAKER; GENTY 1998; SÁNCHEZ-MORAL et al., 1999 apud CALAFORRA et al., 2003). Essas situações ocasionam a descaracterização do espaço subterrâneo, como na Furna dos Morcegos localizada em Alagoas, que sofreu danos irreversíveis com a construção de um chafariz e da escavação de um elevador na rocha (AULER; ZOGBI, 2005).

Os impactos devido à visitação desordenada e ocasional através do turismo irregular geram pisoteamento, poluição por lixo, destruição de espeleotemas e pichações decorrentes da falta de conscientização ambiental (AULER; ZOGBI, 2005; DONATO et al., 2006d). Cavernas brasileiras apresentam esse tipo de impacto, bem como cavernas sergipanas a exemplo da Toca da Raposa em Simão Dias com pichações e a Gruta do Tramandaí em Laranjeiras com grande acúmulo de lixo.

Os impactos decorrentes de atividades espeleológicas realizadas de forma inadequada estão presentes em todos os países onde ocorra esse tipo de uso, incluindo o Brasil, porém vem diminuindo com a conscientização da população do entorno e dos pesquisadores. Dentre os exemplos de degradações tem-se o fato de deixar resto de carbureto (utilizado para queimar produzindo luz) dentro das cavernas; pisotear e sujar os espeleotemas; retirada de minérios e espeleotemas para colocar em coleções particulares e mesmo em museus; coletas de fauna

exacerbadas e mesmo de forma errada; destruição de sítios arqueológicos e paleontológicos devido a tentativas de retirada do material de formas inadequadas. Assim, as coletas de fauna, arqueologia e paleontologia devem ser seletivas e realizadas por pesquisadores e instituições científicas credenciadas e restritas ao mínimo, além das coleções particulares serem desestimuladas, devido ao impacto gerado (LINO, 2001).

Os impactos provocados pela deposição de lixo é frequente em cavidades brasileiras, incluindo as que serviram como lixeiros naturais e hoje estão soterradas por entulhos dos mais variados tipos (LINO, 2001). Quanto ao endocarste sergipano, observam-se vestígios de ações diretas de deposição de lixo. Desde a entrada até os salões dessas cavidades avistam-se objetos abandonados que vão desde chinelos, passando por embalagens plásticas, roupas velhas, garrafas de vidro, potes de barro, até armadilhas feitas de lata para captura de caranguejo (DONATO et al., 2006d). Esses resíduos podem obstruir passagens e modificar o ambiente natural de forma agressiva e duradoura, podendo ocasionar modificação na fauna e mesmo uma colonização exótica.

Dos resíduos presentes em cavernas, os objetos que possuem a consequência mais destrutiva são os pneus, que são utilizados para espantar a fauna de quirópteros da caverna através de sua queima, causando asfixia. Esse tipo de ação causada pela desinformação dos moradores da região sobre a ecologia desses morcegos e dos ambientes cavernícolas como um todo proporciona resultados alarmantes, como o aumento de resíduos químicos suspensos dentro da caverna e a diminuição das populações não só de morcegos, mas também de outros representantes faunísticos como as cobras, invertebrados terrestres e mosquitos. Por essa situação de desconhecimento da importância dos ecossistemas cavernícolas e o descaso que ele enfrenta, é necessário se pensar na conservação das cavernas (FERREIRA, 2001).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3 METODOLOGIA

3.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no Município de Laranjeiras, Sergipe (Figura 3.1), o qual 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 (SERGIPE, 2002).

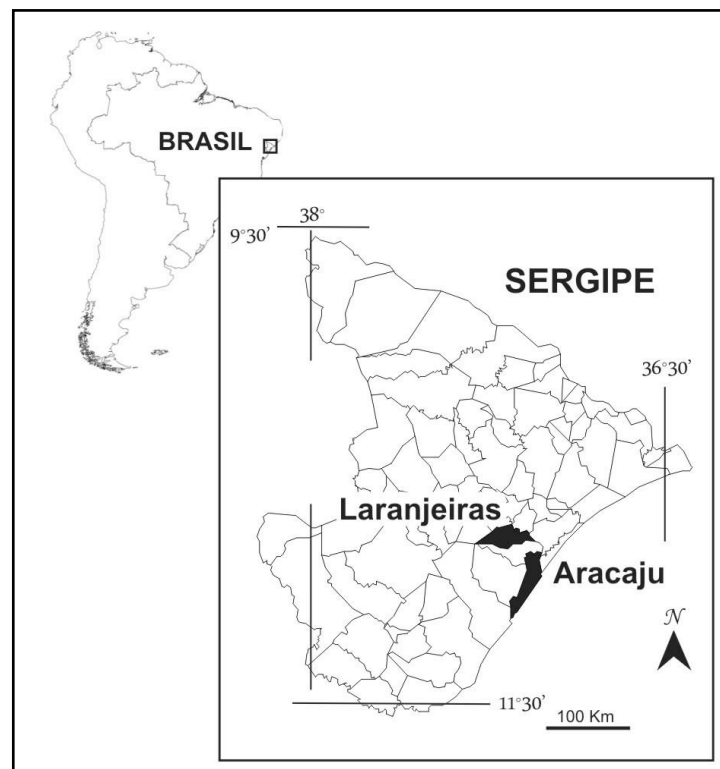


Figura 3.1: Mapa de localização do município de Laranjeiras. Fonte: Dantas et al. (2009).

O nome do município deu-se devido às árvores de laranjeiras que ficavam às margens do rio Cotinguiba onde foi construído um porto e moradores e viajantes começaram a identificar o local como porto das laranjeiras. Isso ocorreu após a dizimação das nações indígenas pelas tropas de Cristóvão de Barros, por volta de 1530, pois colonos se fixaram nas margens do rio Cotinguiba (IBGE, 2010b).

É considerado o município berço da cultura, educação, política e economia e apenas não se tornou capital de Sergipe devido a uma manobra política do Barão de Maruim, quem transferiu a sede de São Cristóvão para Aracaju. Situa-se a 18km de Aracaju e possui marcas da época colonial com ruas, casarios e igrejas que fazem parte do patrimônio histórico de Sergipe, já que possui características da época, as quais estão em estado de restauração (IBGE, 2010b). A existência desse acervo cultural e histórico fez com que, em março de 1971, através do Decreto nº 2.048, do Governo Estadual, a cidade de Laranjeiras fosse decretada Monumento Histórico. Em 1996, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) decretou o tombamento definitivo do Conjunto Arquitetônico (SERGIPE, 2008; IPHAN, 2009).

O período de chuva concentra-se entre os meses de março a agosto e os meses mais secos vão de setembro a fevereiro. O índice pluviométrico médio é de 1200 mm por ano, e a temperatura média anual é de 25,5°C (PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJEIRAS, 2003). Com esses dados, a partir da Classificação de Köppen, tem-se que a área de incidência de cavernas na Mata Atlântica de Laranjeiras compreende o clima tropical chuvoso com verão seco, na qual a estação chuvosa se adianta para o outono, antes do inverno (JACOMINE et al., 1975).

A bacia hidrográfica onde está situado o município é a do Rio Sergipe representada principalmente pelo Rio Cotinguiba e Madre-deus (ou Buri). Quanto à geomorfologia encontra-se na maior parte do município superfície dos rios e remanescentes de planície costeira e tabuleiros costeiros. Geologicamente está inserida em quatro áreas: Barreiras e Angico para oeste e Taquari/Maruim e Cotinguiba/Membro Sapucarí a leste, além de depósitos de pântanos e mangues nas margens dos rios. Possui solos dos tipos: podzólico vermelho-amarelo, brunizem avermelhados e halomórficos (indiscriminados de mangue) (CORREIA, 2004).

Destacam-se as rochas da Formação Riachuelo (do Grupo Sergipe, idade Aptiano-Albiano) aflorando em uma faixa de aproximadamente 20 km de largura entre os municípios de Itaporanga d'Ajuda e Pacatuba. Como litótipos característicos podem ser encontrados complexos clástico-carbonáticos formados por calcarenitos, calciruditos oncolíticos/oolíticos, localmente dolomitizados, calcilutitos, folhelhos e, mais localmente, arenitos siliciclásticos/bioclásticos e conglomerados (SOUZA-LIMA et al., 2002).

Quanto à vegetação a maior parte do solo é coberta por áreas cultivadas e pastagem, existe manguezal próximo aos rios, com poucos espaços de mata secundária e menos ainda de Mata Atlântica. Em relação ao relevo, esse é formado por colinas, tabuleiros e baixas

planícies, essas últimas são constituídas por várzeas e correspondem a uma pequena área do Município. A formação do solo apresenta grandes faixas de calcário, o que naturalmente propicia a presença de cavernas e também a implantação de indústrias de cimento e cal na região, as quais causam problemas de poluição do ar e das águas (PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJEIRAS, 2003).

Laranjeiras possui 26.867 habitantes (IBGE, 2010b). Quanto à situação da sua população 74,85% são alfabetizados, 38,5% da sua população está na escola, sua renda per capita é de 87,63 reais. No que se refere ao saneamento básico somente 14,1% das casas são conectadas à rede geral de esgoto; 69,6% por rede de abastecimento de água; e 64,4% possuem seu lixo coletado (CORREIA, 2004).

Nos povoados em que ocorrem as cavernas estudadas, a população analisada em 2008 indicava a presença de: 70 moradores no Povoado Machado, onde ocorrem as cavernas Gruta da Janela, Gruta do Tramandaí, Gruta dos Orixás, Gruta Raposinha e Gruta da Pedra Furada; e 40 moradores no Povoado Comandaroba, onde ocorrem as cavernas Gruta Aventureiros, Gruta da Raposa, Gruta da Matriana e Gruta da Pseudomatriana (ENDAGRO, 2008).

O município abriga 243 empresas, com 5.327 pessoas em ocupações assalariadas (IBGE, 2010a). Comporta ainda 199 estabelecimentos agropecuários de lavouras permanentes, o que equivale a 397 hectares e tem como principais culturas a banana, o café arábica, o café canephora e a laranja. Possui 80 estabelecimentos agropecuários de lavouras – temporárias, com 4.184 hectares e tem como principais culturas a cana-de-açúcar, feijão de cor, feijão de corda, mandioca, milho, soja e trigo. Além de 94 estabelecimentos agropecuários de Pastagens naturais, totalizando 2.007 hectares. Os principais rebanhos são de bovinos, aves, equinos, ovinos, suínos, muares, bubalinos e caprinos (IBGE, 2006).

A base econômica do município é a indústria açucareira e petroquímica, sendo as principais representantes a Usina de Açúcar São José do Pinheiro, a FAFEN (Fertilizantes Nitrogenados do Nordeste) e a fábrica de cimento CIMESA (Cimento Sergipe S/A) do grupo Votorantim. Já em relação ao setor terciário, o comércio é inexpressivo, devido à proximidade com a capital do Estado e a estrutura voltada para o turismo ainda é bastante precária, fato esse sem justificativa (PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJEIRAS, 2003).

Esse Município foi escolhido por quatro motivos: reúne o maior acervo de cavernas próximas, no Estado de Sergipe, registradas junto a Sociedade Brasileira de Espeleologia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA, 2009); há diferenças significativas na formação dos ecossistemas de suas cavernas; está localizada 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.

3.1.1 Cavernas de Laranjeiras

Este estudo foi realizado nas cavidades naturais: Gruta Aventureiros (SE-3), Gruta da Raposa (SE-5), Gruta da Matriana (SE-15) e Gruta da Pseudomatriana (SE-24) localizadas no Povoado Comandaroba; Gruta da Janela (SE-13), Gruta do Tramandaí (SE-23), Gruta dos Orixás (SE-19), Gruta Raposinha (SE-17) e Gruta da Pedra Furada (SE-7) localizadas no Povoado Machado. Ambos povoados pertencem ao Município de Laranjeiras, Estado de Sergipe (Tabela 3.1 e Figura 3.2). Para facilitar a plotagem em mapas, tabelas e para processamento em programas de estatística cada cavidade natural recebeu um código: CAV1, CAV2, CAV3, CAV4, CAV5, CAV6, CAV7, CAV8, CAV9 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Nome das cavidades estudadas e suas respectivas localizações por localidade, coordenadas decimais e coordenadas geográficas.

Código	Caverna	Localidade	Coordenadas Decimais	Coordenadas Geográficas
CAV1	Gruta Aventureiros	Povoado Comandaroba	-10,8032 S -37,1804 W	S 10°48'11.5'' W 37°10'49.3''
CAV2	Gruta da Janela	Povoado Machado	-10,8228 S -37,1744 W	S 10°49'22.2'' W 37°10'28''
CAV3	Gruta da Raposa	Povoado Comandaroba	-10,8143 S -37,1793 W	S 10°48'51.6'' W 37°10'45.4''
CAV4	Gruta do Tramandaí	Povoado Machado	-10,8176 S -37,1701 W	S 10°49'03.5'' W 37°10'12.5''
CAV5	Gruta da Matriana	Povoado Comandaroba	-10,8011 S -37,1797 W	S 10°48'04.0'' W 37°10'46.8''
CAV6	Gruta da Pseudomatriana	Povoado Comandaroba	-10,7977 S -37,1821 W	S 10°47'51.6'' W 37°10'55.7''
CAV7	Gruta dos Orixás	Povoado Machado	-10,8179 S -37,1738 W	S 10°49'04.6'' W 37°10'25.5''
CAV8	Gruta Raposinha	Povoado Machado	-10,8136 S -37,1744 W	S 10°48'48.9'' W 37°10'27.8''
CAV9	Gruta da Pedra Furada	Povoado Machado	-10,8208 S -37,1778 W	S 10°49'14.7'' W 37°10'40.2''

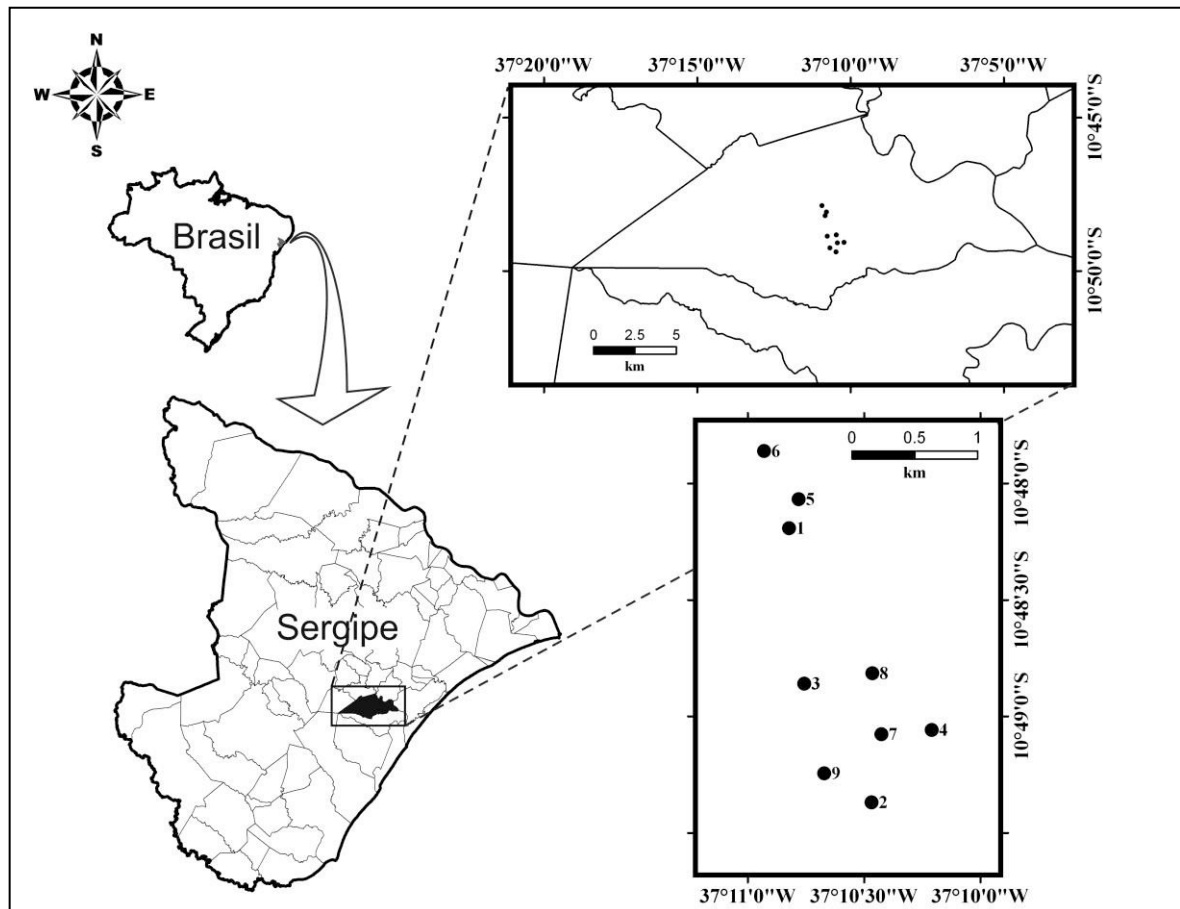


Figura 3.2: Mapa de localização da área de estudo com destaque no município de Laranjeiras/SE com as cavernas estudadas plotadas com numeral de seu respectivo código. Legenda: Caverna Aventureiros (1); Gruta da Janela (2); Gruta da Raposa (3); Gruta do Tramandaí (4); Gruta da Matriana (5); Gruta da Pseudomatriana (6); Gruta dos Orixás (7); Gruta Raposinha (8); Gruta da Pedra Furada (9). Organizado por: Patrício Adriano da Rocha, Mário André Trindade Dantas e Christiane Ramos Donato. 2011.

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. A única caverna deixada de fora da pesquisa atual, ficando para futuros estudos, foi a Pedra Furada II localizada no povoado Mussuca, por sua localização tardia (mês de maio).

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A presente pesquisa tem finalidade prática e de análise de acordo com a classificação feita por Trujillo (1974 apud MARCONI; LAKATOS, 1999). E segundo Abramo (1979 apud

MARCONI; LAKATOS, 1999) é do tipo interdisciplinar, aplicada, de observação direta e indireta, de profundidade e por amostragem.

Esta pesquisa também pode ser considerada sistêmica ao passo que descreve o estado de conservação, como estão as cavernas neste momento, o que abre a perspectiva de possibilidade de mudanças, de poderem estar diferentes em outro momento. O que sugere a possibilidade de modificação do estado atual de conservação de acordo com a mudança de sentidos atuais estabelecidos por aqueles que se relacionam com as cavernas.

A seguir estão as metodologias vinculadas a cada um dos objetivos específicos da pesquisa. Ressalta-se que todos os organismos coletados estavam de acordo com a licença fornecida pelo IBAMA/CECAV (25316-1) para realização desta pesquisa.

3.2.1 Análise qualitativa de dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos 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.

Para obter dados da biota, recursos hídricos, valor cênico, paleontológico, arqueológico e relevância das cavernas observou-se essas características durante as visitas a campo e preencheu-se fichas padronizadas (Apêndice B e anexo da IN nº2 de 20 de agosto de 2009). A ficha de campo de caracterização geral produzida pelo grupo de espeleologia Guano Speleo – IGC/UFMG (DIAS, 2003) foi modificada para esse trabalho. Elas tiveram o intuito de auxiliar a análise dos dados adquiridos com as avaliações preliminares de impactos ambientais e coleta de fauna.

Essas fichas padronizadas contaram com informações preenchidas sobre características gerais das cavernas, tais como: espeleomensura, dados físico-químicos, Geoespeleologia, Bioespeleologia, Arqueologia e Paleontologia. O preenchimento foi realizado a partir dos conhecimentos da pesquisadora e do auxílio de um paleontólogo, sendo assim, apenas dados básicos de espeleomensura, Arqueologia e Geoespeleologia foram adquiridos. Isso caracteriza a importância de uma equipe interdisciplinar para realizar o estudo espeleológico de maneira mais aprofundada e com análises mais consistentes. O

resumo de como foi realizada a análise ambiental encontra-se na Figura 3.3.

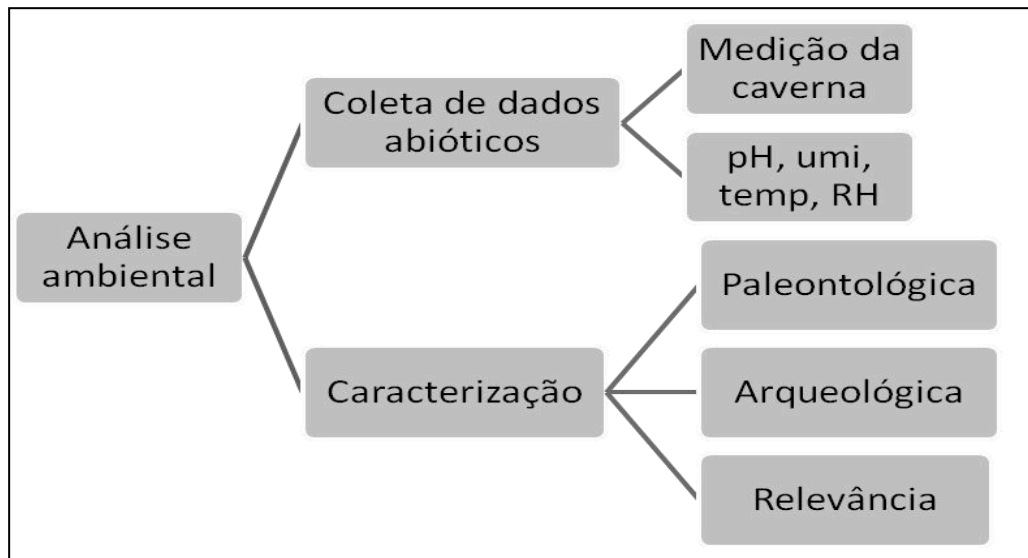


Figura 3.3: resumo da metodologia empregada para analisar qualitativamente os dados ambientais, de recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos e da relevância das cavernas.

3.2.2 Levantamento da flora relacionada ao meio epígeo das cavernas

Para avaliar a flora associada ao entorno das cavernas, sempre que possível, foram demarcados 20m de raio, a partir da entrada da caverna. A medição foi feita a partir do meio de cada entrada. As cavernas Gruta do Tramandaí e Gruta da Pedra Furada tiveram a medição realizada duas vezes em 180°, já que possuem duas entradas opostas que sofrem a influência do meio externo. O valor da área encontrada foi de 1.256 m² para o entorno de cada cavidade com apenas uma entrada. Para a Gruta do Tramandaí foi de 1.734 m² (foram acrescentados os 7m de comprimento de distância entre uma entrada e a outra) e para a Gruta da Pedra Furada foram 2.640m² (foram acrescentados os 18m de comprimento de distância entre uma entrada e a outra), uma vez que cada entrada influencia a facilidade de obtenção de matéria orgânica do meio externo.

O senso populacional da vegetação no entorno das cavernas ocorreu com a coleta que seguiu as técnicas e terminologias propostas por Fidalgo e Bononi (1984). Os indivíduos foram marcados com “x” feito com tinta acrílica branca, e foram anotados o nome regional da espécie e o diâmetro.

Coletou-se material botânico das espécies amostradas, o qual foi devidamente herborizado e preparado para realizar a identificação, por comparação em literatura

taxonômica especializada e com auxílio de especialistas taxonômicos do Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), fazendo-se o seu registro. As espécies foram agrupadas em famílias botânicas e classificadas de acordo com o Sistema Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

A análise da vegetação arbórea foi realizada com todos os indivíduos vivos com circunferência à altura do peito (CAP – 1,30 m do solo) ≥ 15 cm equivalente 4,8 cm de diâmetro, sendo identificada a espécie (sempre que possível) e determinada a circunferência. Os indivíduos com ramificação abaixo do ponto de medida tiveram seus ramos medidos separadamente e reunidos depois do cálculo da área basal de cada ramificação.

Para cada espécie foram calculados os parâmetros necessários aos estudos fitossociológicos: área basal total da vegetação (AB); densidade absoluta da vegetação (DA= número de indivíduos /área); densidade relativa (DR); dominância em termos de área basal por metro quadrado (DoA); dominância relativa (DoR); e índice de valor de cobertura das espécies (VC /VC - %).

A partir das coletas e observações da flora do entorno foi avaliado o estágio de sucessão em que se encontra a vegetação próxima às cavernas, a presença de flora exótica e os exemplares remanescentes da Mata Atlântica. A escolha de coletar e avaliar apenas dados referentes a espécies arbóreas remete-se ao fato de que são essas as espécies da Mata Atlântica utilizadas para verificar o estágio sucessional em que se encontra a área estudada. Sabe-se da importância da vegetação herbácea para a composição florística do entorno como importantes fornecedoras de matéria orgânica, mas a análise dessa parcela da vegetação ficou para momento posterior.

Na classificação das espécies em grupos ecológicos foi utilizada a classificação de Gandolfi et al. (1995), na qual as espécies foram distribuídas em três grupos, sendo elas: pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST). Para a determinação da diversidade florística foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Winner (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J). Para o cálculo desses parâmetros foi utilizado o programa Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006). O resumo de como foi realizada a análise florística encontra-se na Figura 3.4.

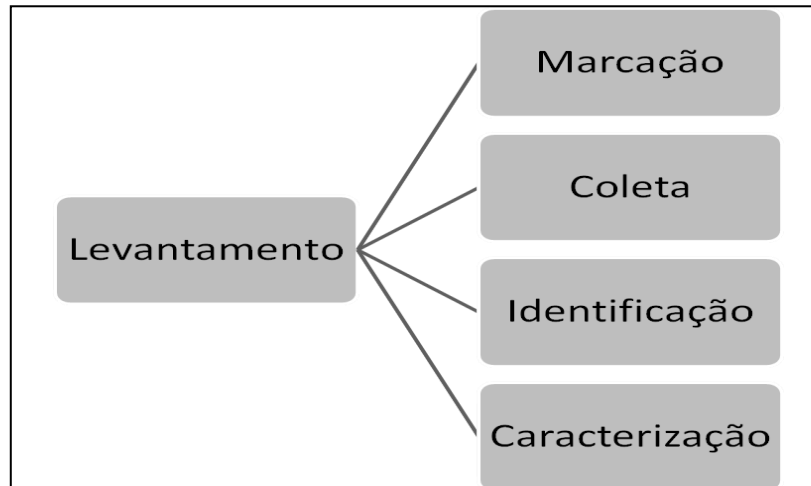


Figura 3.4: Resumo da metodologia empregada para analisar a flora do entorno das cavernas.

3.2.3 Levantamento da fauna associada ao meio hipógeo das cavernas

O inventário da fauna hipógea ocorreu durante os meses chuvosos (maio – junho – julho) e secos (novembro – dezembro – fevereiro), quando foram realizadas as coletas de fauna presente dentro das cavernas. A coleta nesses seis meses secos e chuvosos teve como objetivo verificar se há diferença na comunidade cavernícola quanto à utilização das cavernas em estações diferentes, contabilizando assim seis coletas no total.

A avaliação da composição da biota interna das cavernas foi feita com coleta aleatória da fauna de invertebrados segundo metodologia de Gomes et al. (2000), Hunt e Millar (2001) e Silva (2006). O estudo de campo para análise da fauna de invertebrados foi realizado por meio de observação in locu e busca ativa das distribuições dentro da caverna, fazendo anotação das posições (guano antigo ou não guano) e quantidade de indivíduos de cada morfoespécie coletada na caverna para posterior identificação em laboratório (Figura 3.5). Como as cavidades são de tamanho reduzido foram considerados todos os indivíduos coletados para as análises estatísticas, não havendo exclusão de morfoespécies consideradas acidentais, uma vez que a circulação de espécies é facilitada pela reduzida dimensão das cavidades. A análise excluindo os espécimes acidentais ficou para ser realizada em trabalho futuro, o qual terá seus resultados comparados com o apresentado nesta dissertação.

Inicialmente a caverna teve sua área medida de forma aproximada para fazer o cálculo de esforço amostral a ser utilizado segundo Silva (2006). Estipulou-se que cada metro quadrado da caverna representaria um minuto de busca ativa, assim, se a caverna tivesse

60m², seriam gastos em busca ativa por toda a caverna 60 minutos a cada visita. Entretanto o tempo gasto observando cada 1 metro de habitat não era fixo, mas sim relativo à abundância da fauna encontrada. Essa metodologia foi escolhida para padronizar as coletas nas nove cavernas, devido à peculiaridade de CNS (como a Gruta da Janela, Gruta da Raposa e Gruta da Pseudomatriana) com elevada abundância de espécimes no guano, o que dificulta a utilização da metodologia de Ferreira (2004) com contagem da fauna e plotagem em croqui.

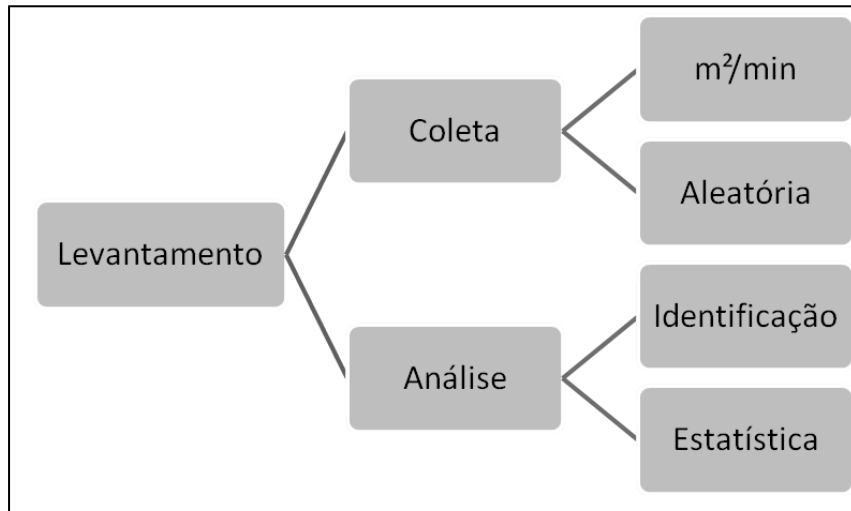


Figura 3.5: Resumo da metodologia empregada para analisar a fauna hipógea das cavernas.

A busca ativa de invertebrados foi feita com auxílio de iluminação artificial (lanternas e lamparinas), de lupas de mão, pinças e pincéis. Todos invertebrados foram guardados em frascos etiquetados com álcool a 70%. As buscas foram realizadas periodicamente por todas as zonas acessíveis da cavidade, inspecionando habitats potenciais à existência de organismos: acúmulos de matéria orgânica, depósitos de sedimento, blocos, paredes, guano antigo e teto. Para melhor visualizar os estados sucessionais, optou-se por coletar apenas no guano antigo e em outros substratos diferentes de guano novo e reservatórios de água. As cavernas Gruta da Raposa e Caverna dos Aventureiros não tiveram todos os seus habitats inspecionados, pois parte de sua extensão apresentava dificuldades para a coleta, como condutos muito estreitos e pequenos abismos. A fauna aquática existente na Gruta Aventureiros não foi coletada e analisada neste trabalho devido ao fato de não poder ser comparada com as demais cavidades. No entanto, reforça-se a importância da análise dessa fauna para uma caracterização completa da caverna.

Os invertebrados foram armazenados em frascos etiquetados, conservados em álcool 70% para análise e identificação por chaves taxonômicas e por comparação com material

depositado no próprio Laboratório de Entomologia – UFS e por comparação com coleções taxonômicas de outras instituições, como o Instituto Butantan (IBu) de São Paulo.

A amostragem da comunidade de morcegos das cavernas foi feita por captura com puçá para identificação mais detalhada das espécies encontradas. Apenas exemplares de espécies ainda não indicadas como existentes na região foram coletadas e armazenadas para servir de testemunho. Os morcegos coletados foram guardados em frascos etiquetados, fixados em formol 10% e posteriormente conservados em álcool 70% para análise no Laboratório de Ecologia da Conservação – UFS.

Os padrões ecológicos analisados foram os parâmetros: riqueza, abundância, diversidade, similaridade, composição e constância de ocorrência das espécies, com base nos dados tomados em cada uma das nove cavernas segundo Magurran (1988). Para tanto foram utilizados o software livre PAST versão 2.02. (HAMMER et al., 2001) para análise de Cluster e índices de diversidade α e β e o software livre R estatística 2.12.1 para os testes ANOVA e Shapiro test (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

A riqueza de espécies de cada área foi avaliada através das curvas de rarefação e do índice de Jachnife. As larguras de nicho espacial (substrato) foram calculadas para cada espécie através do índice de diversidade de Shannon-Winner (H') e a sobreposição espacial (substratos) e temporal (períodos do ano) entre as espécies encontradas foram calculadas pelo índice de sobreposição simétrica (PIANKA, 1973).

Para analisar os dados referentes à fauna foi feita uma matriz de similaridade usando o índice de Jaccard qualitativo (binário) de acordo com Magurran (1988). Essa matriz se baseia em dados de presença e ausência das morfoespécies encontradas em cada setor (guano antigo e não guano) na coleta de busca ativa, em cada mês. A partir dela foi feita uma análise de agrupamento (“cluster analysis”) com a regra UPGMA (médias aritméticas não ponderadas), também para cada mês de coleta, para se verificar como os setores (guano antigo e não guano) se agrupavam em função das morfoespécies presentes em cada um deles.

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.

3.2.4 Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em cavernas

Para agregar informações referentes ao estado em que se encontram as cavernas quanto à presença e ausência de impactos ambientais ao longo dos trabalhos de campo para coletar fauna, flora entre outros dados também foi realizada avaliação dos impactos ambientais que assolavam cada uma das cavidades naturais estudadas.

Para a avaliação dos impactos ambientais foram utilizadas duas estratégias de coleta de dados: visitação às cavernas para a constatação do impacto e conversa informal com pessoas das comunidades do entorno dessas cavidades e outros indivíduos, mesmo não moradores das redondezas, que conhecem as CNS.

A identificação dos impactos presentes (estado) e de seus possíveis causadores (pressão) foi expressa em uma tabela elaborada para este fim (Apêndice B – preenchido como exemplo com dados da Gruta da pedra Furada). O protocolo foi construído com base no modelo estrutural “Pressão - Estado - Resposta” (P-E-R), desenvolvido pela OECD (1993), com o indicador de resposta sendo retirado da tabela e utilizado apenas nas proposições de resoluções das pressões e mudanças de estado ambiental.

Os indicadores utilizados são quali-quantitativos, visando uma melhor comparação entre dados de impacto ambiental existente em trabalhos diferentes. Os parâmetros utilizados como indicadores foram construídos de acordo com informações obtidas em trabalhos anteriores de impacto ambiental em cavernas (e.g. LINO, 2001; AULER, 2006; FERREIRA, C., 2010; MEGUERDITCHIAN et al., 2011) e na fauna cavernícola (SOUZA-SILVA, 2008). As categorias de situação de impacto foram elaboradas de acordo com a metodologia utilizada por Carmo (2010). Assim, a construção e composição da nova metodologia resumem-se como se mostra a Figura 3.6.

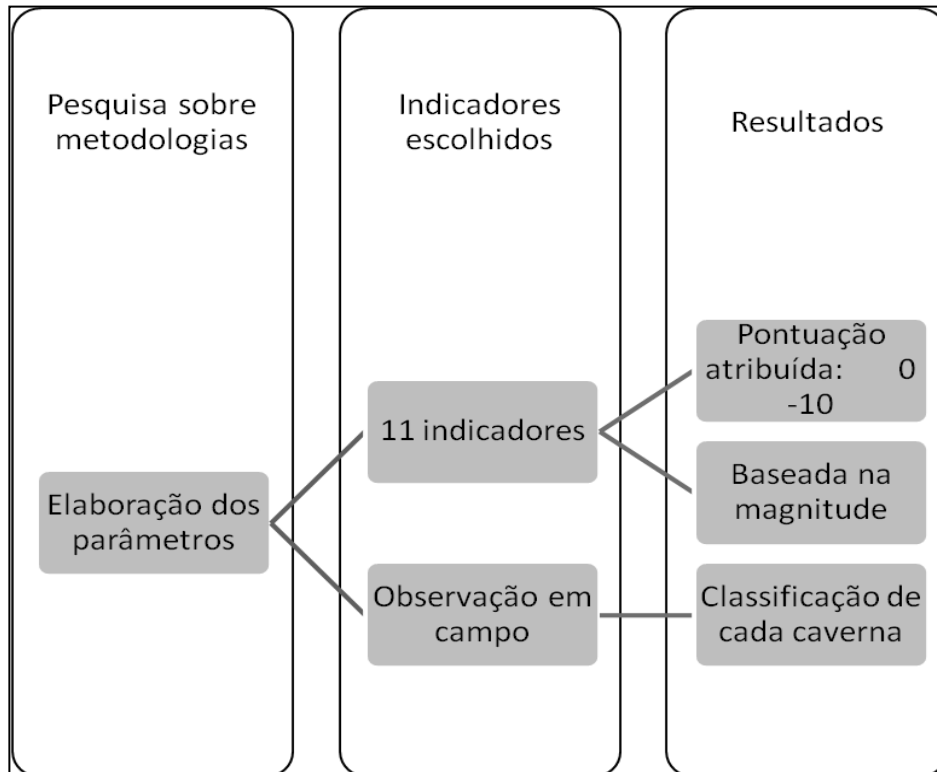


Figura 3.6: Resumo da metodologia empregada para analisar impacto ambiental em cavernas.

3.2.5 Construção de um protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração

Para finalizar a caracterização do estado de prioridade de conservação/restauração das cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe após as quatro primeiras fases do trabalho foi preenchida uma ficha (Apêndice D– preenchido como exemplo com dados da Gruta da Pedra Furada) com dados referentes à fauna, flora presente no entorno, recursos hídricos, arqueológicos, paleontológicos, características antrópicas e heterogeneidade do carste.

Cada característica tem pontuação diferenciada, com peso referente à sua importância na avaliação. Quanto maior a quantidade de características que necessitam ser conservadas/restauradas, maior a pontuação e maior a urgência do Patrimônio Espeleológico ter ações efetivadas para tal. O que não significa que as de menor prioridade não precisam ser conservadas/restauradas, apenas indica a ordem de início para essas ações.

O protocolo deve ser comparado entre cavernas de mesma litologia, devido a peculiaridades que podem apresentar impossibilidade de comparação. Os dados obtidos foram comparados entre si e as cavernas foram ordenadas em ordem crescente da menos a mais

prioritária. Dessa forma, a elaboração e composição da nova metodologia resumem-se como mostra a Figura 3.7.

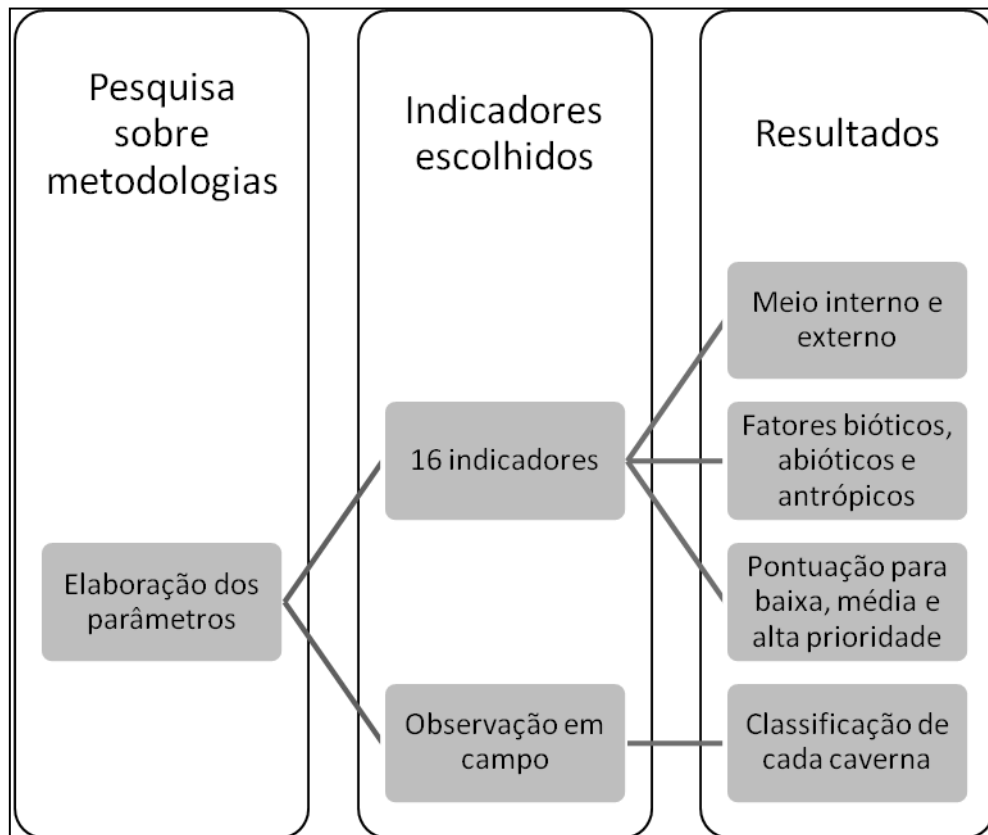


Figura 3.7: Resumo da metodologia empregada para analisar o estado em que se encontram as cavernas.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE QUALITATIVA DE DADOS AMBIENTAIS, DE RECURSOS HÍDRICOS, ARQUEOLÓGICOS, PALEONTOLÓGICOS E DA RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS

Todas as cavidades estudadas estão em litologia de calcário, no Bioma Mata Atlântica e não compreendem sistemas de cavernas interconectadas. Somente duas cavidades possuem topografia realizada (Gruta Aventureiros – topografia incompleta, e Gruta da Raposa – topografia finalizada), as demais apresentam apenas dados recolhidos incompletos e sem elaboração de croqui.

Em seguida cada uma das cavidades estudadas será caracterizada de acordo com os critérios presentes no Apêndice B e na IN nº2 de 20 de agosto de 2009.

4.1.1 Gruta Aventureiros

É uma cavidade (Figura 4.1a), de fácil acesso, localizada em uma Área de Proteção Permanente (APP) por encontrar-se em área de mata ciliar. Seu entorno possui mata fechada e está no plano do terreno. Encontra-se encoberta por solo, no alto de um pequeno morro e sua rocha encaixante está parcialmente coberta pela vegetação.

Esta caverna não possui indício observado da presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Mas há uso educacional, recreativo e esportivo esporádico e casual.

Esta cavidade possui topografia incompleta, mas até então são registrados os seguintes valores: desenvolvimento linear (DL) de 27m, projeção horizontal (PH) de 26m e desnível total de 2,5m. Os dados foram obtidos pelo sistema BCRA, grau 4C. A entrada, do tipo fenda inclinada, possui 1,63m de altura, por 1,26m de largura, o que equivale a 2,05m² de área da entrada. Dos 27m de DL apenas 16,2m (32,93m²) foram vasculhados para coleta da fauna, devido à dificuldade de coleta nos metros restantes quanto à largura dos condutos que impossibilitavam o encontro das mãos, já que eram muito estreitos.

Quanto à Hidrologia, contém água perene com um “braço” do rio Cotinguiba, de fluxo médio, passando por seu interior, possuindo assim, do lado direito da entrada uma surgência

que desemboca a água saída da caverna em um riacho perene. A água não apresenta turbidez quando não há pessoas no interior da CNS, ficando com alta turbidez, de cor castanha, ao andar-se na cavidade com os pés na água.

Suas características físico-químicas foram colhidas e realizadas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.1). A umidade interna variou bem entre os períodos seco (mínimo de 59%) e chuvoso (máximo de 87%) e a externa variou menos entre os períodos com mínima de 54% no período seco e máxima de 79% no período chuvoso. Já quanto à temperatura, a variação menor aconteceu no lado interno com 4,7°C, enquanto que a temperatura externa teve uma variação de 6,7°C.

Os dados dos substratos nem sempre foram amostrados devido à impossibilidade de utilizar em algumas condições o termo-higrômetro. No período úmido o solo estava muito molhado, impossibilitando o uso do aparelho, já que se apresentava compactado, provavelmente devido ao aumento do nível da água durante a maré cheia que mantinha o solo com muito acúmulo de água.

As medidas de umidade e pH do solo (ácido) se mantiveram constantes durante todo o período seco. E o guano antigo não foi possível medir em nenhum momento, já que não se acumulava em quantidade suficiente para utilização do aparelho de medição (Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Características físico-químicas da Gruta Aventureiros. 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).

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

Em sua ornamentação podem ser observadas estalactites, colunas, escorrimentos e cortinas espalhadas por toda extensão da caverna, estando em maior quantidade no primeiro salão. Os espeleotemas em maior quantidade são as estalactites, as quais possuem formatos diferentes (Figura 4.1b).

A fauna é constituída de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pelas zonas de entrada, penumbra e afótica. Não há local com incidência direta de luz possuindo assim apenas zonas disfótica e afótica (maior extensão). A maioria da fauna é de invertebrados e possui morcegos, cobras, rãs e pererecas como exemplares de vertebrados. Nesta gruta não há

constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano (porém boa parte cai na água), serrapilheira na área de entrada e água, por toda a extensão da cavidade, menos na área de entrada.



Figura 4.1: Gruta Aventureiros. a- entrada (Willy Leal, 2011); b- estalactites e cortinas do salão principal (Centro da Terra, 2007).

Quanto ao seu nível de relevância, caracteriza-se como de alta relevância devido às características: presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, drenagem subterrânea e influência sobre o sistema cárstico, de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, incisos II, XVI e XIX. Apresenta população residente de quirópteros e média riqueza de espécies para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I e VI (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.2 Gruta da Janela

É uma cavidade de teto baixo (Figura 4.2a), localizada na Área de Reserva Legal (ARL) da CIMESA. Está em área de mata fechada, mas próximo a uma área de mineração. Encontra-se no plano do terreno, encoberta pelo solo, parcialmente coberta pela vegetação do entorno, mas seu acesso e tipo de exploração são fáceis.

Esta cavidade não possui indício observado quanto à presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Mas há uso esporádico e casual, já que em sua entrada encontra-se lixo (garrafas de vidro de bebida e lona preta).

Não possui topografia realizada, mas em campo para o mestrado foram registrados os seguintes valores: DL de 12,03m e 78,92m² de área. A entrada principal é do tipo arco, com 1,03m de altura, por 3,28m de largura, e a segunda entrada (uma clarabóia do tipo circular) possui 0,65 x 0,85 de largura. A área geral da entrada equivale a 3,93m².

Em relação à Hidrologia, não possui drenagem de água sendo assim classificada como senil, entretanto possui água de percolação o que deixa a cavidade com o teto e paredes úmidos e com gotejamentos em locais isolados. Quanto à sua ornamentação apenas estão presentes estalactites e cortinas de pequeno desenvolvimento e escorrimentos em pequena quantidade localizados em pontos isolados da cavidade.

Troglóxenos, troglófilos e acidentais, constituem sua fauna, a qual está espalhada pela zona de entrada e de penumbra, apenas disfóticas devido à vegetação do entorno. Sendo sua maioria de invertebrados e possuindo morcegos, rãs, sapos e pererecas como exemplares de vertebrados. Nesta gruta não há constatação de uso para nidificação de aves silvestres.

Os principais aportes energéticos são guano (de morcegos e anfíbios) por toda a extensão da cavidade (Figura 4.2b); serrapilheira na área de entrada; e raízes, galhos e folhas, próximos à clarabóia e da entrada principal.



Figura 4.2: Gruta da Janela. a- entrada; b- depósitos de guano novo e velho espalhados por toda a extensão da caverna. Fotos de Willy Leal, 2011.

As informações físico-químicas foram colhidas e feitas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.2). A umidade interna variou (mínimo de 40% e máximo de 78%) mais que a externa (mínimo de 37% e máximo de 71%), entretanto as variações maiores, tanto internas quanto externas, ocorrem durante o período úmido e não de um período para outro.

A variação maior da temperatura aconteceu de um período para o outro no lado externo com 8,4°C, enquanto que a temperatura interna teve apenas uma variação de 5,7°C. Os dados do substrato somente foram colhidos em guano antigo, já que a quantidade de solo exposta na cavidade é pequena e pouco profunda, inviabilizando o uso do termo-higrômetro. A umidade do guano variou muito, saindo de 60% a 15%, enquanto o pH ácido pouco se alterou com o tempo (Tabela 4.2).

Tabela 4.2: Características físico-químicas da Gruta da Janela. 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).

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

A respeito de seu nível de relevância, caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Apresenta população residente de Chiroptera e alta diversidade de substratos orgânicos para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I e III (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.3 Gruta da Raposa

É uma cavidade natural (Figura 4.3a), localizada em área particular que possui como principal uso do solo a pecuária de bovinos, estando assim em uma área de pasto. O afloramento encontra-se encoberto por solo, no alto de um pequeno morro, parcialmente encoberto por uma vegetação esparsa, com acesso fácil, mas tipo de exploração difícil devido a condutos muito estreitos e acentuado declive em um deles.

Esta cavidade não possui indício observado quanto à presença de sítio arqueológico, porém, possui vestígios paleontológicos de fauna do Cretáceo (gastrópode e tubarão – CARVALHO; GALLO, 2002). Há uso esporádico e casual, constatado através de fotos postadas em sites de relacionamentos e por presença de lixo (saco de armazenamento de alimentos rasgado).

Possui topografia realizada e finalizada, sendo registrados os seguintes valores: 25m de DL e de PH e desnível total de 6m. Os dados foram obtidos pelo sistema BCRA, grau 2B. A entrada principal, do tipo circular, possui 0,91m de largura, por 1,34m de altura. E a entrada secundária (clarabóia), também circular, possui 0,51m x 0,64m de largura, o que equivale no total da soma das áreas das duas entradas a 1,55m² de área da entrada. Dos 25m

de DL apenas 20,22m (70,77m²) foram vasculhados para coleta da fauna, devido à dificuldade de coleta nos metros presentes no conduto com desnível de cerca de 5m.

Não possui drenagem de água, sendo do tipo senil. Todavia, apresenta água de percolação, o que deixa a cavidade com o teto e paredes úmidos e com gotejamentos em locais isolados. Possui ornamentação espalhada por toda a gruta e em grande quantidade, principalmente de estalactites. Há presença também de escorrimentos, estalagmites, colunas e cortinas (Figura 4.3b).



Figura 4.3: Gruta da Raposa. a- entrada; b- estalactites presente na caverna. Fotos de Willy Leal, 2011.

Em relação às suas características físico-químicas, as informações foram colhidas e feitas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.3). A umidade interna variou (mínimo de 37% e máximo de 66%) mais que a externa (mínimo de 34% e máximo de 53%). As variações internas maiores ocorreram em períodos diferentes, enquanto as variações externas foram maiores durante o período seco. A variação maior de temperatura aconteceu de um período para o outro no lado externo com 11°C, enquanto que a temperatura interna teve apenas uma variação de 9,1°C.

Quanto às medidas de dados do substrato, as informações do guano antigo não foram possíveis de serem medidas no período seco, pois a espessura de seus acúmulos não viabilizava a utilização do termo-higrômetro. De forma geral, a umidade do solo e do guano antigo foi de 100%, enquanto que o pH ácido de ambos variaram com o tempo, com o pH do solo mudando muito de um período para o outro, tornando-se mais ácido no período úmido (Tabela 4.3).

Sua fauna de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalha-se pelas zonas de entrada, penumbra e afótica, sendo principalmente composta por áreas afóticas e com local eufótico apenas durante o período seco e na parte inicial da entrada (com vegetação herbácea em menor quantidade). A maioria da fauna é de invertebrados e possui morcegos, cobras, rãs e

pererecas como exemplares de vertebrados. Nesta gruta não há constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano (de morcegos e anfíbios), serrapilheira na área de entrada e raízes no salão principal.

Tabela 4.3: Características físico-químicas da Gruta da Raposa. 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).

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

Caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Também apresenta população residente de quirópteros e presença de registros paleontológicos para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I e XI (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.4 Gruta do Tramandaí

É uma cavidade do tipo abrigo sob rocha (Figura 4.4a), pois possui duas grandes entradas em lados opostos. Está em área de mata em terreno particular utilizado anteriormente como sítio, mas agora abandonado.

Encontra-se no plano do terreno, encoberta pelo solo, coberta pela vegetação do entorno, mas seu acesso e tipo de exploração são fáceis. Não há constatação de presença de sítios paleontológicos e arqueológicos nesta cavidade. Mas há uso esporádico e casual e grande acúmulo de lixo em seu interior e entorno.

Os dados de espeleometria foram obtidos em campo para o mestrado, pois não possui topografia realizada, sendo registrados os seguintes valores: DL de 10,29m e 72,13m² de área. As duas entradas principais são do tipo arco, com a Entrada A medindo 2,09m de largura, por

1,23m de altura, e a Entrada B com 3,15 de largura x 0,87 de altura. A área geral da entrada equivale a 12,69m².

Referente à sua Hidrologia, não possui drenagem de água sendo assim classificada como senil. Em relação à sua ornamentação estão presentes estalactites, cortinas e escorrimentos em pequena quantidade localizados em pontos isolados da cavidade (Figura 4.4b).



Figura 4.4: Gruta do Tramandaí. a- entrada; b- estalactites e início de cortinas presente na caverna. Fotos de Willy Leal, 2011.

Os dados físico-químicos foram colhidos e suas médias para cada visita foram realizadas e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.4). A umidade interna variou de 51% a 80%, proporcional à variação da úmida externa de 52% a 83%, ocorrendo essas grandes variações durante o período úmido. A temperatura variou mais no lado externo com 6°C, ocorrendo esta situação no período úmido, enquanto que a temperatura interna teve apenas uma variação de 3,5°C, a qual ocorreu de um período para o outro.

Somente foi possível colher em guano antigo no período seco, pois no período úmido estava revolvido e com espessura menor que a necessária para fazer sua medição. A umidade do guano variou muito, saindo de 75% a 15% apenas no período seco. Do mesmo modo, a umidade do solo também variou bastante, principalmente no período seco, saindo de 60% para 10% enquanto o pH ácido, tanto do guano antigo quanto do solo pouco se alterou com o tempo (Tabela 4.4).

Contém fauna de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pelas zonas de entrada e de penumbra, sendo totalmente disfótica. Com o acúmulo de lixo e grandes entradas fica difícil afirmar até que ponto a fauna de invertebrados é cavernícola ou oportunista de ombrófilos quanto à obtenção de recursos alimentares. A maior parte da comunidade é de invertebrados e apresenta apenas morcegos como exemplares de vertebrados, sem constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano (de

morcegos), serrapilheira, raízes e lixo doméstico.

Tabela 4.4: Características físico-químicas da Gruta do Tramandaí. Descrição das abreviações: 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).

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

Sua área deve ter o lixo retirado para recompor os habitats naturais e agregar valor estético à cavidade. Com essa limpeza, é interessante a progressão de estudos para analisar as características ecológicas da fauna associada com o passar do tempo e mudança de aporte alimentar.

Em relação ao seu nível de relevância, caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Também apresenta população residente de Chiroptera para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, inciso I (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.5 Gruta da Matriana

É uma cavidade do tipo abrigo sob rocha (Figura 4.5a), o qual é constituído de um complexo com dois paredões que constituem uma área aberta em forma circular em seu interior. Encontra-se no plano do terreno, encoberta pelo solo, parcialmente coberta por vegetação arbórea, com acesso e tipo de exploração fácil.

Localiza-se em meio ao canavial da Usina de Açúcar São José do Pinheiro, estando assim em uma área aberta de cultivo constantemente queimada para colheita. Parte de sua estrutura é frequentemente atingida pelo fogo que deixa marcas nas rochas.

Esta cavidade não possui indício observado quanto à presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Mas há uso turístico esporádico e casual, e moradores da

região a têm como exemplo de lugar belo, sendo reconhecida pelo governo municipal como local turístico e indicado para visita. Há também pintura a óleo feita por artista local ainda no século XIX para expressar sua beleza (Figura 4.5b).

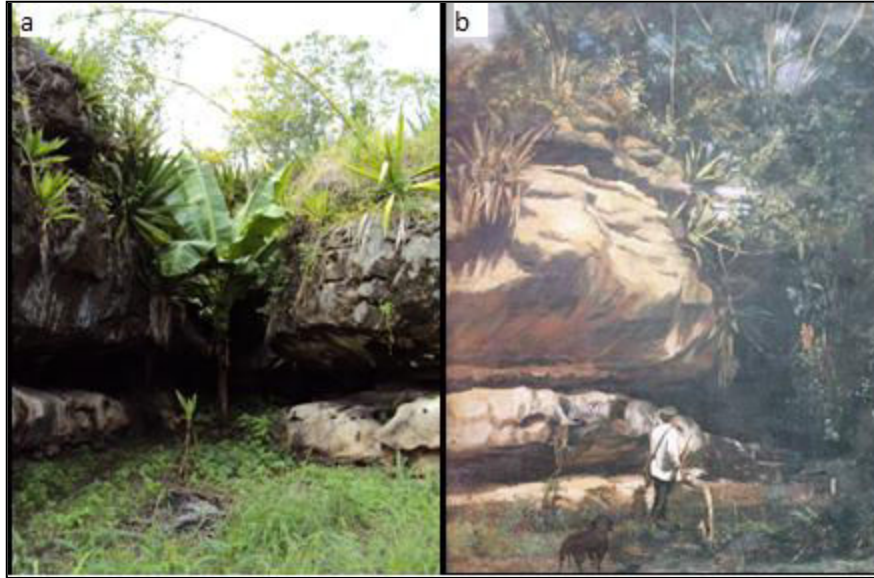


Figura 4.5: Gruta da Matriana. a- entrada em foto de Willy Leal (2011). b- pintura da Gruta da Matriana feita no século XIX, representada em óleo sobre tela por Horácio Hora.

Não possui topografia realizada, mas em campo para o mestrado foram registrados os seguintes valores: DL total de 34,1m (22,1 m lado A e 12m lado B) e 81,7m² (34,7m² lado A e 47m² lado B) de área. São dois paredões constituídos apenas por entrada em formato de arco com a Entrada A com 0,81m de altura, por 3,9m de largura (3,2m²), e a Entrada B possui 1,58 x 34,7 de largura (54,8m²). A área geral da entrada equivale a 58m².

Não há ornamentação, e em relação à Hidrologia, não possui drenagem de água, sendo assim classificada como senil. Entretanto possui água parada em interstícios das rochas, a qual aumenta em quantidade durante a época úmida e é utilizada pela fauna que a abriga.

Os dados das suas características físico-químicas foram colhidos e suas médias foram realizadas para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.5). A umidade interna variou (mínimo de 34% e máximo de 85%) semelhante à externa (mínimo de 39% e máximo de 83%), com as variações maiores ocorrendo de um período para o outro.

A maior variação da temperatura aconteceu de um período para o outro no lado externo com 9,7°C de diferença, enquanto que a temperatura interna teve apenas uma variação de 5,1°C, sendo sempre menor que a externa. Quanto às medidas do substrato não foi possível fazer coleta de dados, pois ou o mesmo era composto pela rocha exposta ou por solo muito raso.

Tabela 4.5: Características físico-químicas da Gruta da Matriana. 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).

Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	60	65	29.4	30.9	na	na	na	na
Dez/10	Seco	34	39	31.5	35.7	na	na	na	na
Fev/11	Seco	59	58	30.1	31.5	na	na	na	na
Mai/11	Úmido	85	83	28.1	28.5	na	na	na	na
Jun/11	Úmido	63	68	25.5	26	na	na	na	na
Jul/11	Úmido	66	68	26.5	28.1	na	na	na	na

Ombrófilos oportunistas constituem sua fauna, a qual está espalhada pela zona de entrada, possuindo áreas eufóticas e disfóticas. Fica difícil de afirmar que há exemplares troglóxenos e troglófilos, pois é um abrigo de pouca profundidade, uma zona de entrada constante. Entretanto, há exemplares que ocorrem nesta e em outras cavidades mais fechadas do município.

Há exemplares de fauna aquática que se abrigam próximos ou dentro das poças de água acumuladas nos interstícios da rocha encaixante. A maioria da fauna é apenas de invertebrados e possui lagartos e urubus (os quais fazem nidificação sobre este abrigo) como exemplares de vertebrados. E os principais aportes energéticos são serrapilheira, raízes, folhas e guano (de lagarto e urubu).

Esta cavidade caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Também se constatou uso da cavidade por ave silvestre como local de nidificação (urubu), média riqueza de espécies e reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos II, IV e X (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.6 Gruta da Pseudomatriana

É uma cavidade natural (Figura 4.6a), localizada também em área de canal da Usina de Açúcar São José do Pinheiro, estando em área de cultivo constantemente queimada para colheita, mas com mata fechada em seu entorno mais próximo. Encontra-se no plano do

terreno, encoberta pelo solo, parcialmente coberta pela vegetação com acesso e tipo de exploração fácil.



Figura 4.6: Gruta da Pseudomatriana. a- entrada em foto de Gladston Oliveira (2011); b- vestígio de prática religiosa próxima à entrada da caverna em foto de Willy Leal (2011).

Esta cavidade não possui indício observado quanto à presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Mas há uso esporádico e casual, principalmente para práticas religiosas em seu entorno, com oferendas presentes próximo à entrada ou nos paredões rochosos (Figura 4.6b).

Em campo para o mestrado foram registrados os seguintes valores espeleométricos: DL de 13,2m e 120,91m² de área. A entrada é do tipo arco, com 2,56m de altura, por 11,3m de largura, e a área geral da entrada equivale a 28,93m². Não possui topografia realizada.

Referente à Hidrologia não possui drenagem de água, e, portanto, é classificada como senil, porém apresenta água de percolação o que deixa a cavidade com o teto e paredes úmidos e com gotejamentos em locais isolados. Em sua ornamentação apenas estão presentes escorrimentos em grande quantidade espalhados pela cavidade e cortinas quebradas presentes na entrada.

Em relação às suas características físico-químicas, as informações foram coletadas e feitas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.6). A umidade interna variou (mínimo de 45% e máximo de 70%) menos que a externa (mínimo de 41% e máximo de 73%), porém as variações maiores externas ocorreram de um período para o outro e na interna variou tanto de um período para o outro como em um mesmo período (seco).

Quanto à temperatura, a variação maior aconteceu de um período para o outro no lado externo com 9,6°C, enquanto que a temperatura interna teve uma variação de 7,6°C. As variações de umidade e temperatura foram irregulares havendo momentos que o meio externo e interno revezavam quanto ao que estava mais úmido e quente em um mesmo dia.

A umidade do guano antigo normalmente foi maior que do solo e o pH do guano teve picos de acidez maior que o do solo. A umidade do guano variou muito, indo de 40% a 100%, e a do solo variou de 15% a 70%. O pH do guano variou de 6,7 a 4,3, enquanto o do solo pouco se alterou com o tempo (de 6,2 a 6,8) (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Características físico-químicas da Gruta da Pseudomatriana. 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).

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

Sua fauna é constituída de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pela zona de entrada e de penumbra, possuindo apenas zona disfótica. Sua fauna é constituída em maioria por invertebrados e possui morcegos e urubus como exemplares de vertebrados. Sobre a toca há constatação de uso para nidificação de ave silvestre (urubu). E os principais aportes energéticos são guano (por toda a extensão da cavidade), serrapilheira, galhos e folhas na área de entrada.

Quanto ao seu nível de relevância, caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Possui população residente de quirópteros e uso da cavidade por ave silvestre como local de nidificação (urubu), para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I e II (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.7 Gruta dos Orixás

É uma caverna (Figura 4.7a), de teto baixo, localizada também na ARL da CIMESA, em uma área de mata fechada, mas próximo a um campo de futebol da comunidade e de área

de mineração. Encontra-se no plano do terreno, encoberta pelo solo, parcialmente coberta pela vegetação do entorno, mas seu acesso e tipo de exploração são fáceis.



Figura 4.7: Gruta dos Orixás. a- entrada em foto de Mário Dantas (2010); b- espeleotemas presentes no segundo salão da caverna, em foto de Willy Leal (2011).

Não apresenta indício observado quanto à presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Atualmente há uso esporádico e casual, mas já foi utilizada para práticas religiosas em seu interior possuindo vestígios dessa utilização (peças íntimas, garrafas de bebidas quebradas e de potes de barro e conchas de bivalves marinhos)

Não possui topografia, assim foram realizados em campo para o mestrado os seguintes registros espeleométricos: DL de 17,45m e 41,69m² de área. Possui duas entradas: a Entrada A possui formato de fenda inclinada, com 1,64m de altura, por 0,83m de largura, e a Entrada B, do tipo abismo retangular, possui 0,56 x 1,61 de largura. A área geral da entrada equivale a 2,28m².

Sobre as suas características físico-químicas, as informações foram colhidas e realizadas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.7). A umidade externa variou (mínimo de 40% e máximo de 78%) mais que a interna (mínimo de 55% e máximo de 80%), todavia, as variações maiores, tanto internas quanto externas, ocorrem durante o período seco e não de um período para outro.

Quanto à temperatura a variação maior aconteceu de um período para o outro no lado externo com 12°C, enquanto que a temperatura interna teve apenas uma variação de 5,6°C. As medidas do substrato não foram colhidas, pois esse ou era rocha exposta ou guano com quantidade pequena e pouco profunda, inviabilizando o uso do termo-higrômetro.

Não contém drenagem de água, sendo classificada como senil. Contudo, possui água de percolação o que deixa a cavidade com o teto e paredes úmidos e com gotejamentos em locais isolados (salão 2).

Tabela 4.7: Características físico-químicas da Gruta dos Orixás. 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).

Mês	Período	Umidin	Umidout	Tempin	Tempout	Umig	Umis	pHg	pHs
Nov/10	Seco	58	40	29.3	34.2	na	na	na	na
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

Em relação à ornamentação podem ser observadas estalagmites pequenas, estalactites e escorrimentos em pontos isolados dos salões 2 e 3 da caverna, estando em maior quantidade as estalactites no salão 2 (Figura 4.7b).

Sua fauna é constituída de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pelas zonas de entrada e de penumbra. Não há local com incidência direta de luz possuindo assim apenas zonas disfótica (maior extensão) e afótica. A maioria de sua fauna é composta por invertebrados e possui morcegos e rãs como exemplares de vertebrados. Nesta gruta não há constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano, serrapilheira, raízes, galhos e folhas na área de entrada.

Cavidade que se caracteriza como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante, de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Apresenta população residente de quirópteros, uso da cavidade por ave silvestre como local de nidificação (urubu) e média riqueza de espécies para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I, II e IV (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.8 Gruta Raposinha

É uma cavidade (Figura 4.8a) localizada em um sítio particular que até novembro de 2009 estava em área de mata fechada, a qual foi retirada para dar local à pastagem, que não foi utilizada, sendo atualmente recoberta por vegetação secundária pioneira. Encontra-se no alto de um pequeno morro, encoberta pelo solo, parcialmente coberta pela vegetação herbácea do entorno com acesso e tipo de exploração fácil.

Não possui indícios observados referente à presença de sítios paleontológicos e arqueológicos. Presentemente há uso esporádico e casual, mas já foi utilizada por um breve período como moradia, fator que resultou na quebra da maioria de seus espeleotemas.

Sem topografia realizada, em campo para o mestrado foram registrados os seguintes valores: possui DL de 10,51m e 83,66m² de área. A entrada é do tipo circular, com 1,92m de altura, por 1,32m de largura, o que equivale a 2,53m². Há ainda uma clarabóia do tipo circular a cerca de 9m da entrada por onde pendem raízes das plantas presentes sobre a caverna.

Referente à ornamentação, podem ser observados escorrimentos, estalactites e cortinas (quebradas ou pequenas) espalhadas por toda extensão da caverna. Quanto a sua Hidrologia, não possui drenagem de água, sendo assim classificada como senil, entretanto possui água de percolação o que deixa a cavidade com o teto e paredes úmidos (principalmente no período chuvoso) e com gotejamentos em locais espalhados pela cavidade.

As informações de suas características físico-químicas foram coletadas e feitas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.8). A umidade interna variou (mínimo de 38% e máximo de 70%) mais que a externa (mínimo de 40% e máximo de 68%), com as variações maiores ocorrendo de um período para o outro. A temperatura interna tende a ser um pouco mais baixa que a externa a variação maior aconteceu no período seco no lado externo com 9,8°C, enquanto que a temperatura interna teve uma variação de 9,2°C.

Em relação às medidas colhidas no substrato somente foi possível colher em solo, pois o guano antigo não tinha em quantidade suficiente para uso dos aparelhos. A umidade do solo variou muito, saindo de 20% a 70%, enquanto o pH ácido pouco se alterou com o tempo. Apenas no último mês não foi possível coletar no solo, pois o mesmo estava compactado, também dificultando o uso do termo-higrômetro (Tabela 4.8).

Sua fauna é constituída de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pela zona I estudada, possuindo zonas eufóticas e disfóticas (maior extensão). Há espaços reduzidos de comprimento e profundidade desconhecida ao fundo da toca, onde se alojam em maior quantidade os morcegos, mas por ser muito estreito dificulta o acesso humano à área e seu respectivo estudo (Figura 4.8b).

A maior parte da fauna é de invertebrados e possui morcegos, pererecas e lagartos como exemplares de vertebrados. Nesta toca não há constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano (morcegos e lagartos e pererecas), serrapilheira, folhas e galhos na área de entrada.

Tabela 4.8: Características físico-químicas da Gruta Raposinha. 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).

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

Quanto ao seu nível de relevância, caracteriza-se como de alta relevância devido à presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante de acordo com a IN nº2 de 20 de agosto de 2009, art.7, inciso II. Também apresenta população residente de Chiroptera e média riqueza de espécies para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I e IV (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

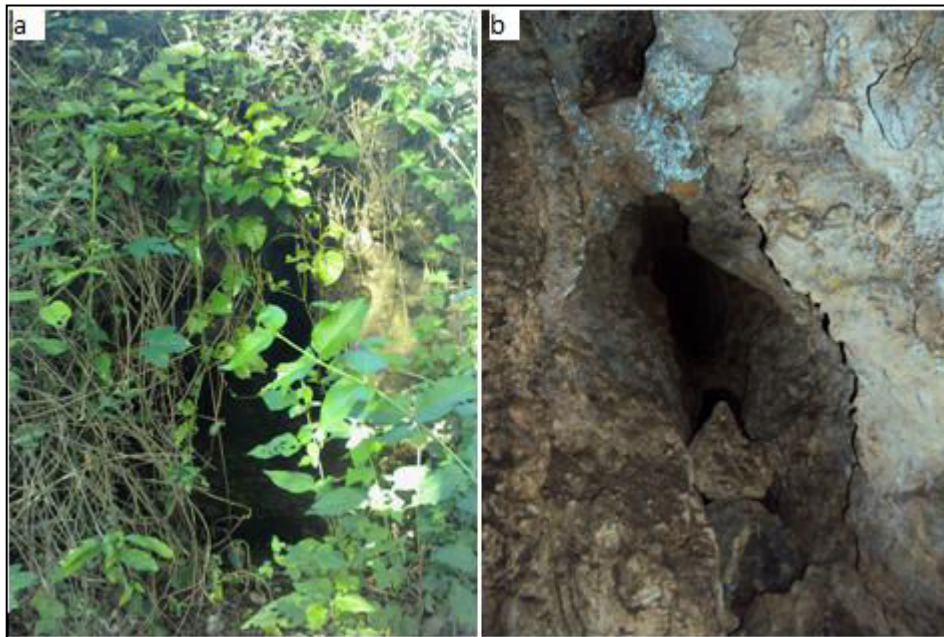


Figura 4.8: Gruta Raposinha. a- entrada; b- conduto estreito onde se alojam a maioria dos morcegos da caverna. Fotos de Willy Leal, 2011.

4.1.9 Gruta da Pedra Furada

É uma cavidade tipo abrigo sob rocha (Figura 4.9a), com uma segunda parte anexada do tipo toca, possuindo assim duas grandes entradas em lados opostos do abrigo e uma menor

referente à toca. Está em terreno particular, em área aberta com mata em seu entorno mais próximo e acima de sua estrutura rochosa. Encontra-se no plano do terreno, encoberta pelo solo, coberta por vegetação densa do entorno, incluindo espécie endêmica da Mata Atlântica, com acesso e tipo de exploração fácil.

Não há constatação de presença de sítios paleontológicos e arqueológicos nesta cavidade, mas é a caverna do município mais conhecida e que possui lendas quanto ao seu uso e às riquezas que esconde em condutos que levam a uma igreja distante 2 km da cavidade. A ligação ainda não foi comprovada, caso seja, faria com que esta fosse a maior cavidade do Estado de Sergipe. Há uso educacional e recreativo periódico na caverna e observam-se também práticas religiosas em seu interior (Figura 4.9b).



Figura 4.9: Gruta da Pedra Furada. a- entrada; b- vestígio de prática religiosa na caverna. Fotos de Mário Dantas, 2010.

Os dados de espeleometria foram obtidos em campo para o mestrado, pois não tem topografia realizada, sendo registrados os seguintes valores: DL de 24,18m e 333,37m² de área total. As duas entradas principais são do tipo arco, com entrada da frente medindo 21,63m de largura, por 5,79m de altura (equivalente a 125,24m²), e a entrada do fundo com 17,77 de largura x 4,29 de altura (equivalente a 75,38m²). A área geral da entrada equivale a 204,59m².

Em relação a sua Hidrologia, não possui drenagem de água, sendo assim classificada como senil. Referente à sua ornamentação apenas estão presentes estalactites (quebradas) e escorrimentos localizados por toda a cavidade.

Suas características físico-químicas foram coletadas e feitas suas médias para cada visita e plotadas em tabela para melhor visualização (Tabela 4.9). A umidade interna variou de 34% a 81%, mais que a da úmida externa de 39% a 70%, ocorrendo essas grandes variações de um período para o outro. A temperatura variou mais de um período para o outro no lado externo com 11,7°C, enquanto que a temperatura interna teve uma variação de 10,7°C.

Quanto às medidas colhidas no substrato somente não foi possível colher em guano antigo no mês de junho e no solo no mês de maio, pois o guano estava revolvido e com espessura menor que a necessária para fazer sua medição e o solo com umidade menor que 10%. A umidade do guano variou muito, saindo de 15% a 100% de um período para o outro. Do mesmo modo, a umidade do solo também variou, principalmente no período seco, saindo de 20% para 60% enquanto o pH ácido, tanto do guano antigo quanto do solo pouco se alterou com o tempo (Tabela 4.9).

Tabela 4.9: Características físico-químicas da Gruta da Pedra Furada. 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).

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

Sua fauna é constituída de acidentais, troglóxenos e troglófilos espalhados pela zona de entrada, apresentando locais com incidência direta e indireta de luz, possuindo assim apenas zonas eufótica e disfótica. A maior parte de sua fauna é de invertebrados, mas possui morcegos, lagartos, sapos, rãs e pererecas como exemplares de vertebrados.

Nesta cavidade não há constatação de uso para nidificação de aves silvestres. E os principais aportes energéticos são guano (morcego, boi e cavalo); serrapilheira, galhos, raízes e folhas na área da Entrada C e nas bordas das Entradas A e B.

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 nº2 de 20 de agosto de 2009, art.3, inciso XI.

Possui presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante e alta riqueza de espécies de acordo com art.7, incisos II e IV. Há ainda população residente de quirópteros, reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade e visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local para caracterizar como alta relevância local de acordo com o art.8, incisos I, X e XI. E reconhecimento regional do valor estético/cênico da cavidade e uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos para caracterizar como importância significativa sob enfoque local e

regional de acordo com o art.9, incisos X e XI (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009a).

4.1.10 Análise Geral

As características ambientais de cada uma apresentam diferenças quando comparadas. Somente a Gruta da Raposa e a Gruta Aventureiros possuem as três zonas ambientais. O pH do solo e do guano de forma geral é ácido, sendo o guano normalmente mais ácido que o solo.

De acordo com o teste ANOVA, a temperatura interna da caverna de forma geral variou de um período para o outro ($F = 35.1409$ e $p = 4.306e-07$ ***), da mesma forma a temperatura externa ($F = 27.3327$ e $p = 4.524e-06$ ***), mas não teve relação com o local. Assim 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. 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 $p = 0.056406$), sendo nesta última pouco significativa.

A umidade do ar tende 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.

Dessa forma, uma caverna com grande desenvolvimento horizontal e que possua uma única e pequena entrada tenderá a ser mais estável do que outra com várias entradas amplas. E como a maioria das cavernas de Laranjeiras possui mais de uma entrada, clarabóia ou essas são amplas, faz com que a variação de umidade e temperatura ocorra em maior grau.

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 8 cavidades apenas estão como de Relevância Alta, entretanto, como a coleta de invertebrados foi recente, os estudos para identificação de espécies de troglóbios raros, endêmicos ou relictos e mesmo de novas espécies ainda está em andamento. E a autora deste trabalho também não possui vasta experiência em Geoespeleologia, não podendo justificar como ausente ou presente nenhum desses critérios presentes na IN nº 2 de 20 de agosto de 2008, o que torna necessária a avaliação por especialista das áreas. Logo, na ausência de dados científicos conclusivos, a opção recomendada é a de usar o princípio da precaução/prevenção, princípio legal que dispõe que:

sempre que houver boas evidências de que um ecossistema é frágil ou ameaçado, deve-se sempre assumir o cenário mais desfavorável, optando pela ação que garanta a proteção nesse cenário. [...] Do mesmo modo, é razoável supor, e assumir para fins de políticas de conservação, que ecossistemas que perderam uma porcentagem grande de sua área de distribuição, como é o caso clássico da Mata Atlântica (que já perdeu mais de 80% de sua área) e, mais recentemente, o Cerrado, que encolhe a olhos vistos, devam ser integralmente protegidos, de modo que empreendimentos com impactos irreversíveis sejam exceções muito bem justificadas politicamente (TRAJANO, 2010, p. 137).

Como já exposto, todas as cavernas encontram-se em área de mata secundária pertencendo ao Bioma Mata Atlântica e este é o primeiro estudo sistemático das nove cavidades naturais, sendo necessário um acompanhamento por maior espaço temporal e com o auxílio de outros especialistas. 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 quanto à relevância.

4.2 LEVANTAMENTO DA FLORA RELACIONADA AO MEIO EPÍGEO DAS CAVERNAS

4.2.1 Composição florística

Foram amostrados 370 indivíduos, distribuídos em 37 espécies (três não

identificadas), 37 gêneros (três não identificados) e 24 famílias no entorno das nove cavernas estudadas em Laranjeiras, Sergipe. As famílias mais expressivas em termos de indivíduos foram: Indeterminada (17,03%), Rhamnaceae (15,14%), Anacardiaceae (14,05%) Fabaceae (12,7%) e Rubiaceae (5,14%), somando 64,06% do total de indivíduos amostrados. Em relação ao número de espécies, as famílias mais ricas foram: Fabaceae (5), Anacardiaceae (3) e Myrtaceae (3) (Tabela 4.10).

Um conjunto de 17 espécies possui menos de cinco indivíduos amostrados, sendo que 5 espécies possuem apenas um indivíduo. Esse conjunto de espécies sumariza apenas 38 indivíduos (10,27% do total amostrado) e, portanto, são espécies pouco abundantes na área total de estudo (Tabela 4.10). Em florestas tropicais é típica a ocorrência de um pequeno número de espécies com alta densidade (PARTHASARATHY, 1999) e um grande número de espécies com baixa densidade (HARTSHORN, 1980).

Quanto aos grupos ecológicos, considerando-se todos os entornos de cavernas juntos, foram identificadas 19 espécies pioneiras (51,35%), 2 secundárias iniciais (5,41%), 12 secundárias tardias (32,43%) e 4 não classificadas (10,81%) pela falta de registro nas literaturas consultadas ou por não terem sido identificadas (Tabela 4.10).

A área basal total da amostragem foi 11,4903 m².ha⁻¹(Tabela 4.10). O valor baixo encontrado na área de estudo pode ser justificado pela baixa densidade das espécies pioneiras. Este grupo de espécies normalmente apresenta baixa longevidade e conseqüentemente um menor incremento de área basal (VALE et al., 2009).

Tabela 4.10: Lista das espécies arbóreas, em ordem alfabética, amostradas no entorno de cada uma das nove cavernas. Legenda: números na coluna “entorno onde ocorrem” corresponde às nove cavernas: Gruta Aventureiros (1), Gruta da Janela (2), Gruta da Raposa (3), Gruta do Tramandaí (4), Gruta da Matriana (5), Gruta da Pseudomatriana (6), Gruta dos Orixás (7), Gruta Raposinha (8), Gruta da Pedra Furada (9). Quanto ao grupo ecológico: Pioneira (PI), Secundária Inicial (SI) e Secundária Tardia (ST). Quanto à fitogeografia: Mata Atlântica (MA), Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE), Pantanal (PAN), Pantropical e Neotropical.

Família/Espécie	Nome Vulgar	Nº Indivíduos	% Total	Entorno onde ocorrem	Grupo Ecológico	Origem	Fitogeografia
ANACARDIACEAE							
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	22	5,95	1, 4, 5, 6	ST	Nativa	AM, MA
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira	27	7,3	2, 4, 7, 8	PI	Nativa	MA, NEOTROPICAL
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	3	0,81	4, 5	ST	Exótica	Índia
ANNONACEAE							
<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum cagão	7	1,89	1, 2, 4	ST	Nativa	CE, MA
BIGNONIACEAE							
<i>Handroanthus</i> Mattos	Ipê amarelo	2	0,54	6, 9	ST	Nativa	CE, MA, CA
CACTACEAE							
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> Berger (endêmica)	Cacto	1	0,27	9	PI	Nativa	-
CAPARACEAE							
<i>Capparis</i> sp.	Caparaceae	7	1,89	2, 7, 9	PI	Nativa	MA, CA
<i>Crateva tapia</i> L.	Trapiá	3	0,81	6, 7, 9	PI	Nativa	MA
CARICACEAE							
<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro	2	0,54	6, 7	PI Frutífera	Exótica	Neotropical, Origem México
EUPHORBIACEAE							
<i>Croton</i> sp. L.	Marmeleiro Branco	14	3,78	1, 6, 7, 8	PI	Nativa	CA

Tabela 4.10 (continuação)

Ditaxis malpighiacea (Ule) Pax & K. Hoffm.	D3	3	0,81	6	NC	Nativa	-
FABACEAE							
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	Falso Ingá	25	6,76	1, 8	ST	Nativa	CA, MA
Machaerium aculeatum Raddi	Mau Vizinho	15	4,05	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8	ST	Nativa	MA
Senna sp. Mill.	Sena	5	1,35	2	SI	Nativa	-
Erythrina velutina Willd.	Mulungu	1	0,27	9	SI	Nativa	CA, MA, PANTANAL
Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Bordão de velho	1	0,27	9	ST	Nativa	MA, PANTANAL
MALPIGHIACEAE							
Malpighia glabra L.	Acerola	1	0,27	4	PI	Exótica	America Central
MALVACEAE							
Guazuma ulmifolia Lam.	Mutamba	6	1,62	1, 2, 7	PI	Nativa	MA
Ceiba glaziovii (Kuntze) K. Schum.	Barriguda	5	1,35	9	ST	Nativa	CA, MA
MELIACEAE							
Guarea guidonia (L.) Sleumer	Guaria	4	1,08	1	ST	Nativa	MA, CE
MORACEAE							
Ficus eximia Schott	Gameleira	3	0,81	9	PI	Nativa	MA, CE, CA
MYRTACEAE							
Campomanesia dichotoma (O. Berg) Mattos	Guabiroba	3	0,81	1, 9	PI Frutífera	Nativa	MA, AM
Psidium guajava L.	Goiaba	10	2,7	3, 4, 5, 7	PI Frutífera	Nativa	MA
Syzygium jambolanum (Lam.) DC.	Jamelão	1	0,27	4	PI Frutífera	Exótica	Índia
NYCTAGINACEAE							

Tabela 4.10 (continuação)

Pisonia sp. L.	João Mole	8	2,16	2, 4, 7, 9	PI	Nativa	MA
PIPERACEAE							
Piper arboreum Aubl.	Pipeira	15	4,05	2, 3, 6, 7, 9	PI	Nativa	MA, AM
POACEAE							
Bambusa sp. Schreb.	Bambu	2	0,54	4	PI	Exótica	Japão
RHAMNACEAE							
Zizyphus joazeiro Mart.	Juazeiro	56	15,14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	ST	Nativa	CA
RUBIACEAE							
Genipa americana L.	Jenipapo	18	4,86	1, 2, 3, 6, 7, 8	ST	Nativa	MA
RUTACEAE							
Citrus sp. L.	Laranjeira	1	0,27	4	PI Frutífera	Exótica	-
Zanthoxylon Walter	Laranjeira brava	10	2,7	2, 6, 8, 9	NC	Nativa	-
SAPINDACEAE							
Sapindus saponaria L.	Saboneteira	5	1,35	6	ST - Carrapaticida	Nativa	-
SAPOTACEAE							
Sideroxylon obtusifolium (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Quixabeira	4	1,08	4, 5	PI	Nativa	MA, CA, PANTANAL
SOLANACEAE							
Cestrum laevigatum Schtdl.	Quarana	3	0,81	4, 7	PI	Nativa	MA

Tabela 4.10 (continuação)

URTICACEAE							
Cecropia pachystachya Trécul	Embaúba	14	3,78	1, 2, 4, 6, 8	PI	Nativa	MA
INDETERMINADA							
Indeterminada 1	D1	56	15,14	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9	NC	NC	-
Indeterminada 2	D2	7	1,89	2, 9	NC	NC	-

4.2.2 Diversidade florística

Os valores dos parâmetros quantitativos da vegetação para cada categoria variaram de acordo com o entorno de cada caverna analisada (Tabela 4.11).

Tabela 4.11: Diversidade da flora do entorno (20m de raio a partir da entrada) das cavernas estudadas. Legenda: Código da Caverna (Cod Cav); Número de indivíduos (N); riqueza de espécies arbóreas (S); índice de diversidade Shannon-Weaver (H'); índice de uniformidade de Pielou (J).

Cod Cav	Cavernas	N	S	H'	J
Cav1	Gruta Aventureiros	52	12	1,93	0,78
Cav2	Gruta da Janela	54	14	2,38	0,90
Cav3	Gruta da Raposa	6	4	1,33	0,96
Cav4	Gruta do Tramandaí	64	15	2,29	0,85
Cav5	Gruta da Matriana	20	7	1,44	0,74
Cav6	Gruta da Pseudomatriana	46	14	2,4	0,91
Cav7	Gruta dos Orixás	34	14	2,36	0,89
Cav8	Gruta Raposinha	29	9	1,97	0,90
Cav9	Gruta da Pedra Furada	65	15	2,09	0,77
Geral		370	37	3,03	0,83

Ao analisar individualmente cada entorno das nove cavernas, observa-se a ocorrência de pequena variação entre os valores de diversidade de Shannon-Weaver (H'), de 1,33 nats/ind. (Gruta da Raposa) a 2,38 nats/ind. (Gruta da Pseudomatriana). E há alta variação quanto à riqueza de espécies, variando de 4 espécies (Gruta da Raposa) a 15 espécies (Gruta do Tramandaí e Gruta da Pedra Furada).

Os valores de H', na maioria das vezes, situam-se entre 1,3 e 3,5 podendo alcançar 4,5 em ambientes florestais tropicais (FELFILI; RESENDE, 2003). Com isso, pode-se considerar que todos os entornos estão dentro da faixa de variação para esse índice. Entretanto, ao comparar esses índices com os dados de sucessão ecológica, pode-se observar que nem sempre o valor de diversidade encontrada refere-se ao ambiente em estágio sucessional mais elevado e mesmo podem não ser os com maior riqueza de espécies (Tabela 4.12). Quanto à equabilidade de Pielou (J), o maior valor foi de 0,96 para o entorno da Gruta da Raposa, que sugere alta uniformidade nas proporções do número de indivíduos/número de espécies dentro da comunidade vegetal (6 indivíduos e 4 espécies).

4.2.3 Similaridade florística

Os índices de similaridade florística calculados entre os entornos de cavernas estão expressos na Figura 4.10 e variaram de cerca de 10% a cerca de 50%. Segundo Kent e Coker (1992), valores maiores ou iguais a 50% indicam alta similaridade, sendo assim, as cavernas Gruta da Pseudomatriana e Gruta Raposinha podem ser consideradas com alta similaridade florística, e todas as demais cavernas possuem similaridade baixa. A Gruta da Raposa apresentou maior divergência florística em relação às demais o que pode estar relacionado à baixa riqueza (4) e abundância (6) de espécies que apresenta.

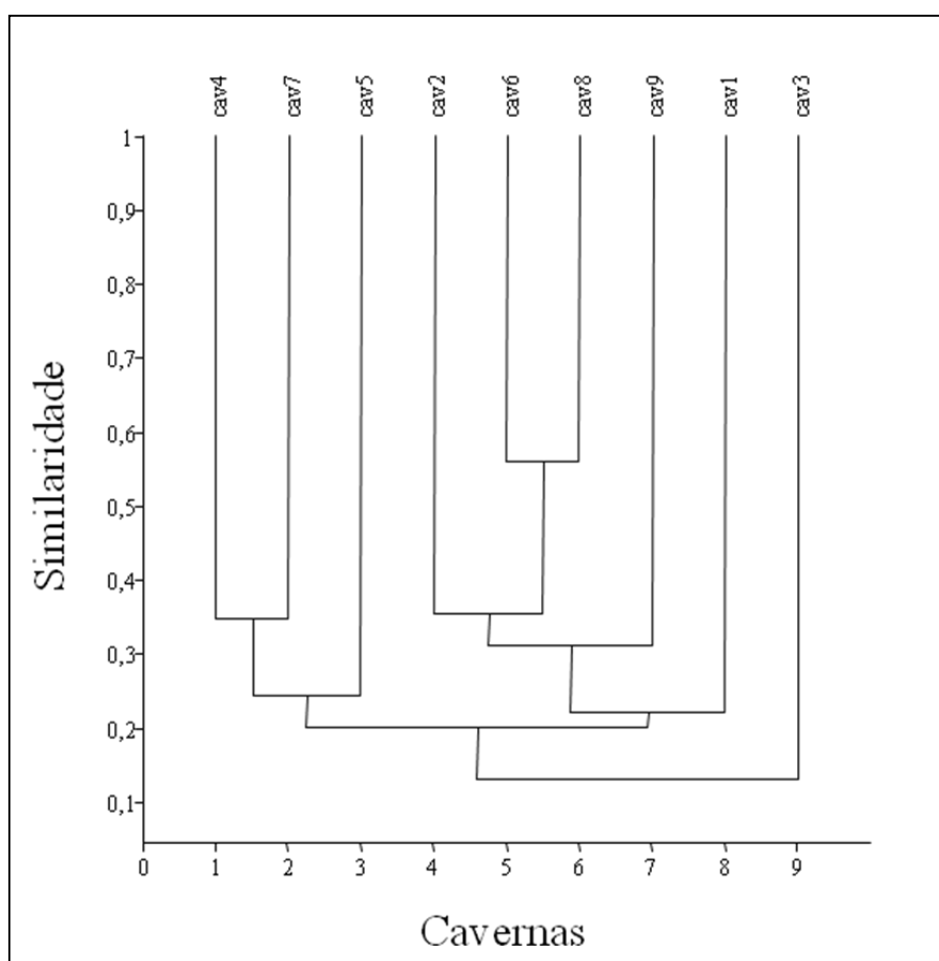


Figura 4.10 - Dendrograma de similaridade florística entre os nove entornos de cavernas do município de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Bray-Curtis. Legenda: Gruta Aventureiros (CAV1), Gruta da Janela (CAV2), Gruta da Raposa (CAV3), Gruta do Tramandaí (CAV4), Gruta da Matriana (CAV5), Gruta da Pseudomatriana (CAV6), Gruta dos Orixás (CAV7), Gruta Raposinha (CAV8), Gruta da Pedra Furada (CAV9).

Essa baixa similaridade entre fragmentos de vegetação dos entornos das cavernas pode se dever à heterogeneidade florística determinada por fatores edáficos, hidrológicos e de

processo ecológicos sucessionais. Deve-se observar também que há alta equabilidade em todos os entornos, mas os valores de diversidade diferem.

4.2.4 Análise fitossociológica: estrutura horizontal

No levantamento foram registradas cinco espécies exóticas nos entornos das cavernas: *Mangifera indica*, *Carica papaya*, *Malpighia glabra*, *Syzygium jambolanum*, *Bambusa sp* e *Citrus sp*. Entretanto, não foi observada uma dominância destas espécies nas áreas avaliadas, sendo desconsiderado o processo de invasão por plantas exóticas (Tabela 4.10).

De acordo com Budowski (1970), o estágio sucessional de uma floresta é dado pelo grupo sucessional que apresentar mais de 50% dos indivíduos. Assim, cada entorno de caverna foi avaliado e os resultados sugerem que a Gruta Aventureiros possui o fragmento de Mata Atlântica em estágio sucessional mais avançado e as Grutas da Raposa e Raposinha em estágio de desenvolvimento sucessional mais baixo.

A Gruta Aventureiros obteve a maior densidade relativa de plantas em estágio sucessional secundário tardio (ST), o que correspondeu a 80,76% do total de sua densidade relativa (DR). Pode-se considerar esse sendo representado principalmente pela *Spondias mombin*, a qual obteve 29,98% no índice de valor relativo de cobertura das espécies (VC%) e por *Lonchocarpus sericeus* com 28,34% de VC% (Tabela 4.12). Possivelmente, o fato de ser o entorno mais conservado e estar em estágio mais avançado de sucessão pode estar relacionado à sua ocorrência se dar em uma área pública em Área de Preservação Permanente (APP), já que um braço do Rio Cotinguiba passa através da caverna e parte do entorno refere-se à mata ciliar.

A Gruta da Janela possui 22,22% da DR de sua flora não classificada (NC) quanto ao estágio sucessional, entretanto 37,04% da DR das espécies são de formação pioneira (PI), representado com dominância pela espécie pioneira *Cecropia pachystachya*, com 14,54% de VC%. E 40,74% de sua DR são de sucessão secundária (31,48% de ST e 9,26% de SI), representada principalmente pela espécie *Zizyphus joazeiro*, a qual possui 22,39% de sua VC% (Tabela 4.12). Esta cavidade está localizada em Área de Reserva Legal (ARL) pertencente a uma indústria mineradora (Cimento Sergipe S/A - CIMESA). Está no estágio sucessional secundário inicial, mas em regeneração tendendo a mudar de estágio.

A Gruta da Raposa localiza-se em área particular de uso para pastagem de bovinos apresentando baixa riqueza arbórea (4) e abundância (6) de espécies. 66,66% (4 unidades) presentes na propriedade pertencem ao estágio secundário tardio, o que é observado devido ao alto valor de *Genipa americana* com 62,02% de VC% (Tabela 4.12). Todavia, isso não é o suficiente para indicar que a área está em estágio sucessional secundário inicial, já que há domínio de espécies herbáceas na área e seus valores de riqueza e abundância de espécies arbóreas são baixos. Assim, considera-se esse fragmento em estágio secundário pioneiro de desenvolvimento sucessional.

A Gruta do Tramandaí possui maior riqueza e abundância de espécies arbóreas que a Gruta da Raposa. Contudo, também se apresenta em estágio secundário pioneiro, já que 59,38% de sua DR pertencem a espécies PI, sendo representada principalmente por *Schinus terebinthifolia*, a qual possui 23,95% de VC% (Tabela 4.12).

Como área particular, onde já foi sítio encontra-se entre suas 15 espécies, 5 de origem exótica, o que corresponde a 6,25% da flora deste fragmento, agravando o estado de conservação deste remanescente de Mata Atlântica. Entretanto, devido à maior riqueza (15) e abundância (64) de espécies encontradas e à presença de 40,62% da DR estar em estágio secundário tardio pode-se indicar que este fragmento está em regeneração.

O entorno da Gruta da Matriana encontra-se em meio a uma plantação de cana-de-açúcar da Usina de Açúcar São José do Pinheiro. A DR é de 80% de espécies ST, sendo representada essa situação principalmente pela *Spondias mombin*, a qual possui 63,75% da VC% (Tabela 4.12). O fato de esses exemplares arbóreos estarem presentes principalmente sobre a rocha encaixante da caverna ou próxima a ela indica a importância dessa cavidade para a manutenção de espécies.

Esses exemplares são principalmente de espécies frutíferas, possivelmente para poderem ser utilizados pelos próprios trabalhadores que cuidam da terra. Assim, pode-se dizer que acima da Gruta há um pequeno fragmento em estágio sucessional secundário tardio, devido a espécies ST, mas está seriamente ameaçado pela monocultura canavieira e por espécie exótica (*Mangifera indica*), a qual representa 5% de sua riqueza.

O entorno da Gruta da Pseudomatriana também se encontra em meio ao canavial da Usina de Açúcar São José do Pinheiro com 34,79% de sua DR de espécies não classificadas quanto ao estágio sucessional. No entanto, quanto às classificadas 19,56% são de espécies PI, sendo representada principalmente pela *Cecropia pachystachya* com 17,43% de VC% e 45,65% de sua DR são de espécies ST, sendo representada principalmente pela *Sapindus saponaria* com 19,32% de VC% (Tabela 4.3).

Há também espécie exótica presente (*Carica papaya*), a qual representa 2,17% da riqueza de espécies. E dentre os exemplares de sucessão secundária encontrados, a maioria são de espécies frutíferas. Mas com sua maior riqueza (14) e abundância (46) de espécies, comparado ao entorno da Gruta da Matriana, e o valor de sua DR de espécies ST, pode-se considerar que está em estágio sucessional secundário inicial com tendência a regeneração principalmente na área sobre a gruta.

A Gruta dos Orixás encontra-se também na ARL pertencente à CIMESA e está próxima a um campo de futebol feito para a população do Povoado Machado. Há ocorrência de espécie exótica (*Carica papaya*), a qual representa 2,94% da riqueza de espécies. Dentre os valores encontrados, 58,83% da DR referem-se a espécies PI, com a espécie *Schinus terebinthifolius* possuindo 16,67% de VC%, enquanto 35,29% da DR referem-se a espécies ST, com a espécie *Zizyphus joazeiro* possuindo 23,38% de VC% (Tabela 4.12). Devido aos valores das DR's e como está em ARL, este fragmento está em estágio sucessional secundário pioneiro, mas possui tendência a regeneração.

A Gruta Raposinha encontra-se em uma propriedade privada que possui a maioria de suas espécies não classificadas quanto ao estágio sucessional, representando assim 41,37% da DR. Quanto às espécies classificadas, a maioria (34,49% da DR) é pioneira, situação esta representada principalmente pela espécie *Cecropia pachystachya*, a qual possui 16,65% de VC% (Tabela 4.12).

O desmatamento da área é recente, tendo ocorrido em outubro de 2010 para utilização como pastagem para bovinos. Há permanência de espécies arbóreas associadas à entrada da caverna, onde escondem a gruta. A presença de espécies ST (*Genipa americana* e *Lonchocarpus sericeus*) provavelmente deve-se ao fato de serem frutíferas e poderem ser utilizadas na alimentação da família proprietária da terra. Assim, pode-se considerar a área como de sucessão secundária pioneira.

A Gruta da Pedra Furada localiza-se em propriedade privada pertencente à Fazenda Boa Luz. É o fragmento que possui maior abundância (65) e uma das maiores riquezas (15) de espécies, as quais se encontram principalmente sobre a caverna. A maioria das espécies não foi classificada quanto à sucessão ecológica (46,15% da DR), mas entre as classificadas a maioria é secundária tardia (29,23% da DR), sendo representadas principalmente pelas espécies *Zizyphus joazeiro* (15,93% de VC%) e *Ceiba glaziovii* (15,2% de VC%).

Esse valor alto de DR de espécies ST refere-se principalmente à presença da *C. glaziovii*, a qual adulta possui indivíduos com alto valor de circunferência como um exemplar de 321 cm. Pode-se dizer que é um fragmento em estágio sucessional secundário inicial com

tendência à regeneração, principalmente na área acima da caverna, o que indica a importância da mesma para a conservação de espécies como a *Ceiba glaziovii* e *Brasiliopuntia brasiliensis*, espécie endêmica da região de Mata Atlântica (restinga).

De forma geral, observa-se que apenas o fragmento em propriedade pública (Gruta Aventureiros) está em estágio sucessional avançado (secundário tardio), com maior diversidade de espécies arbóreas. Os fragmentos que possuem tendência maior à regeneração estão em ARLs de propriedades privadas (Gruta da Janela e Gruta dos Orixás).

Em alguns fragmentos as espécies ST e SI encontram-se principalmente sobre as cavidades naturais (Gruta da Matriana e Gruta da Pedra Furada), indicando assim a importância dessas cavernas para a permanência desse tipo de espécies na área. Em outros fragmentos a existência de espécies ST deve-se principalmente às mesmas serem frutíferas e poderem ser utilizadas na alimentação de quem é proprietário ou trabalhador na área (Gruta Raposinha), mesmo que esta esteja desocupada (Gruta do Tramandaí).

Não foram encontrados, como se esperava, entornos de todas as cavernas com estágio sucessional avançado. Mesmo com as legislações existentes para proteção do patrimônio espeleológico isso não vem sendo cumprido.

A coleta de exemplares florísticos não foi realizada nos 250m de raio do entorno. Isso decorreu por: 2 cavernas estarem inseridas em canavial (Gruta da Matriana e Pseudomatriana); 1 estar próxima à moradia do proprietário (Gruta Raposinha) e a uma pequena horta; e as demais não apresentaram indivíduos com 15 cm ou mais de circunferência (CAP – 1,30 m do solo).

A vegetação natural no entorno das cavidades possui funções ecológicas importantes relacionadas com o meio hipógeo. Dessa forma, a manutenção dessa vegetação, exigida por lei (BRASIL, 2004) em pelo menos 250 metros de raio no entorno é importante como fonte de recursos alimentares para troglóxenos e mesmo para a fauna interna a partir das fezes desses troglóxenos, ou por meio de serrapilheira, galhos, folhas e raízes que são transportados pelo vento e pela água. Ressalta-se que para aves e morcegos um entorno de 250 metros de raio pode ser considerado muito reduzido em relação ao tamanho de seu nicho ecológico. As raízes ainda podem contribuir para reter o transporte de sedimento fino para o interior das cavernas durante chuvas fortes (BÁRÁNY-KEVEI, 2003) e mesmo auxiliar na contínua formação da caverna por meio da acidificação do solo (FERREIRA; MARTINS, 2001).

Segundo Prous e colaboradores (2004), a flora que envolve o entorno das cavernas, principalmente a presente próximas às entradas, auxiliam na diminuição da temperatura, luz direta, mantém a umidade e a sombra. Características essas que possibilitam a presença de um

maior número de espécies nas entradas, com uma maior variedade de habitats a serem explorados.

Como se pode ver neste trabalho, com apenas 20m de raio é possível indicar que de forma geral todas as cavidades presentes em área particular não estão respeitando esta legislação. A riqueza de espécies da vegetação do entorno não teve associação com a riqueza da fauna do interior das cavernas estudadas.

Tabela 4.12: Composição arbórea e fitossociologia das espécies presentes no entorno de cada uma das cavernas estudadas no município de Laranjeiras/SE. Legenda: número de indivíduos (N); área basal total da vegetação (AB); densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR); dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR); índice de valor bruto de cobertura das espécies (VC); índice de valor relativo de cobertura das espécies (VC %).

Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta Aventureiros								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Spondias mombin	4	0,6411	31,831	7,69	5,102	52,27	59,965	29,98
Lonchocarpus sericeus	22	0,1763	175,07	42,31	1,403	14,37	56,679	28,34
Cecropia pachystachya	3	0,1519	23,873	5,77	1,209	12,38	18,152	9,08
Genipa americana	8	0,0338	63,662	15,38	0,269	2,75	18,137	9,07
Guarea guidonia	4	0,0374	31,831	7,69	0,298	3,05	10,745	5,37
Annona cacans	2	0,0617	15,915	3,85	0,491	5,03	8,875	4,44
Croton sp.	3	0,0156	23,873	5,77	0,124	1,27	7,04	3,52
Guazuma ulmifolia	1	0,0484	7,958	1,92	0,385	3,95	5,871	2,94
Indeterminada 1	2	0,0244	15,915	3,85	0,194	1,99	5,833	2,92
Machaerium aculeatum	1	0,0248	7,958	1,92	0,198	2,03	3,949	1,97
Zizyphus joazeiro	1	0,0072	7,958	1,92	0,057	0,58	2,507	1,25
Campomanesia dichotoma	1	0,004	7,958	1,92	0,032	0,32	2,246	1,12
*** Total	52	1,2265	413,8	100	9,76	100	200	100

Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta da Janela								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Zizyphus joazeiro	10	0,333	79,577	18,52	2,65	26,27	44,788	22,39
Cecropia pachystachya	2	0,3218	15,915	3,7	2,56	25,38	29,088	14,54
Genipa americana	4	0,1888	31,831	7,41	1,502	14,9	22,303	11,15
Indeterminada 1	9	0,0401	71,62	16,67	0,319	3,16	19,832	9,92
Piper arboreum	8	0,0189	63,662	14,81	0,15	1,49	16,307	8,15
Guazuma ulmifolia	3	0,1187	23,873	5,56	0,945	9,37	14,922	7,46
Senna sp.	5	0,0713	39,789	9,26	0,568	5,63	14,887	7,44
Schinus terebinthifolia	3	0,0685	23,873	5,56	0,545	5,4	10,959	5,48
Capparis sp.	3	0,0156	23,873	5,56	0,124	1,23	6,79	3,39
Annona cacans	2	0,037	15,915	3,7	0,294	2,92	6,622	3,31

Tabela 4.12 (continuação)

Machaerium aculeatum	1	0,037	7,958	1,85	0,295	2,92	4,772	2,39
Indeterminada 2	2	0,0098	15,915	3,7	0,078	0,77	4,475	2,24
Zanthoxylon sp.	1	0,0043	7,958	1,85	0,034	0,34	2,193	1,1
Pisonia sp.	1	0,0027	7,958	1,85	0,021	0,21	2,062	1,03
*** Total	54	1,2676	429,72	100	10,087	100	200	100
Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta da Raposa								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Genipa americana	2	0,1296	15,915	33,33	1,031	90,71	124,04	62,02
Zizyphus joazeiro	2	0,004	15,915	33,33	0,031	2,77	36,103	18,05
Psidium guajava	1	0,0075	7,958	16,67	0,06	5,27	21,939	10,97
Piper arboreum	1	0,0018	7,958	16,67	0,014	1,25	17,918	8,96
*** Total	6	0,1428	47,746	100	1,137	100	200	100
Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta do Tramandaí								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Schinus terebinthifolia	17	0,1905	135,28	26,56	1,516	21,34	47,902	23,95
Zizyphus joazeiro	14	0,122	111,41	21,87	0,97	13,66	35,538	17,77
Spondias mombin	4	0,1907	31,831	6,25	1,517	21,36	27,611	13,81
Mangifera indica	2	0,101	15,915	3,12	0,804	11,32	14,44	7,22
Cecropia pachystachya	2	0,0909	15,915	3,12	0,724	10,19	13,313	6,66
Machaerium aculeatum	3	0,0572	23,873	4,69	0,455	6,41	11,1	5,55
Psidium guajava	5	0,0164	39,789	7,81	0,13	1,84	9,648	4,82
Pisonia sp.	4	0,0292	31,831	6,25	0,233	3,28	9,526	4,76
Sideroxylon obtusifolium	3	0,031	23,873	4,69	0,246	3,47	8,157	4,08
Annona cacans	3	0,0148	23,873	4,69	0,118	1,66	6,343	3,17
Bambusa sp.	2	0,0165	15,915	3,12	0,132	1,85	4,977	2,49
Cestrum laevigatum	2	0,0061	15,915	3,12	0,048	0,68	3,804	1,9
Malpighia glabra	1	0,0182	7,958	1,56	0,145	2,04	3,604	1,8
Syzygium jambolanum	1	0,0049	7,958	1,56	0,039	0,55	2,116	1,06
Citrus sp.	1	0,0032	7,958	1,56	0,025	0,36	1,92	0,96
*** Total	64	0,8925	509,3	100	7,103	100	200	100
Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta da Matriana								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Spondias mombin	11	0,2365	87,535	55	1,882	72,49	127,491	63,75
Machaerium aculeatum	3	0,0245	23,873	15	0,195	7,5	22,496	11,25
Zizyphus joazeiro	1	0,0258	7,958	5	0,205	7,9	12,895	6,45
Indeterminada 1	2	0,0078	15,915	10	0,062	2,38	12,379	6,19
Psidium guajava	1	0,0178	7,958	5	0,142	5,46	10,456	5,23
Sideroxylon obtusifolium	1	0,0107	7,958	5	0,085	3,27	8,269	4,13

Tabela 4.12 (continuação)

Mangifera indica	1	0,0033	7,958	5	0,026	1,01	6,014	3,01
*** Total	20	0,3262	159,16	100	2,596	100	200	100

Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta da Pseudomatriana

Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Sapindus saponaria	5	0,272	39,789	10,87	2,164	27,77	38,637	19,32
Cecropia pachystachya	4	0,2562	31,831	8,7	2,039	26,16	34,854	17,43
Indeterminada 1	9	0,0694	71,62	19,57	0,552	7,08	26,648	13,32
Zizyphus joazeiro	7	0,0841	55,704	15,22	0,669	8,58	23,798	11,9
Spondias mombin	3	0,1384	23,873	6,52	1,101	14,13	20,648	10,32
Zanthoxylon sp.	5	0,0625	39,789	10,87	0,497	6,38	17,249	8,62
Ditaxis malpighiacea	3	0,0433	23,873	6,52	0,345	4,43	10,947	5,47
Genipa americana	2	0,0163	15,915	4,35	0,13	1,67	6,017	3,01
Machaerium aculeatum	2	0,0159	15,915	4,35	0,127	1,63	5,976	2,99
Croton sp.	2	0,0058	15,915	4,35	0,047	0,6	4,945	2,47
Piper arboreum	1	0,0076	7,958	2,17	0,06	0,77	2,946	1,47
Crateva tapia	1	0,0032	7,958	2,17	0,025	0,33	2,499	1,25
Handroanthus sp.	1	0,0026	7,958	2,17	0,021	0,27	2,443	1,22
Carica papaya	1	0,0021	7,958	2,17	0,017	0,22	2,392	1,2
*** Total	46	0,9795	366,06	100	7,795	100	200	100

Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta dos Orixás

Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Zizyphus joazeiro	8	0,072	63,662	23,53	0,573	23,23	46,757	23,38
Schinus terebinthifolia	5	0,0578	39,789	14,71	0,46	18,64	33,349	16,67
Machaerium aculeatum	3	0,0531	23,873	8,82	0,422	17,1	25,926	12,96
Croton sp.	4	0,0388	31,831	11,76	0,309	12,52	24,283	12,14
Guazuma ulmifolia	2	0,0267	15,915	5,88	0,213	8,62	14,505	7,25
Pisonia sp.	2	0,0246	15,915	5,88	0,195	7,92	13,798	6,9
Psidium guajava	3	0,0101	23,873	8,82	0,08	3,25	12,077	6,04
Crateva tapia	1	0,0079	7,958	2,94	0,063	2,55	5,491	2,75
Genipa americana	1	0,0056	7,958	2,94	0,045	1,8	4,745	2,37
Indeterminada 1	1	0,0038	7,958	2,94	0,03	1,21	4,15	2,08
Carica papaya	1	0,0034	7,958	2,94	0,027	1,1	4,041	2,02
Cestrum laevigatum	1	0,0026	7,958	2,94	0,02	0,82	3,764	1,88
Capparis sp.	1	0,002	7,958	2,94	0,016	0,66	3,597	1,8
Piper arboreum	1	0,0018	7,958	2,94	0,014	0,58	3,517	1,76
*** Total	34	0,3102	270,56	100	2,468	100	200	100

Tabela 4.12 (continuação)

Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta Raposinha								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Indeterminada 1	9	0,053	71,62	31,03	0,422	7,88	38,914	19,46
Genipa americana	1	0,2149	7,958	3,45	1,71	31,95	35,395	17,7
Cecropia pachystachya	3	0,1544	23,873	10,34	1,228	22,95	33,291	16,65
Croton sp.	5	0,049	39,789	17,24	0,39	7,29	24,529	12,26
Lonchocarpus sericeus	3	0,0696	23,873	10,34	0,554	10,35	20,692	10,35
Zanthoxylon sp.	3	0,0676	23,873	10,34	0,538	10,05	20,396	10,2
Machaerium aculeatum	2	0,0433	15,915	6,9	0,345	6,44	13,337	6,67
Schinus terebinthifolia	2	0,0153	15,915	6,9	0,121	2,27	9,165	4,58
Zizyphus joazeiro	1	0,0056	7,958	3,45	0,045	0,83	4,28	2,14
*** Total	29	0,6727	230,77	100	5,353	100	200	100
Estrutura Horizontal da flora do entorno da Gruta da Pedra Furada								
Nome Científico	N	AB	DA	DR	DoA	DoR	VC	VC (%)
Indeterminada 1	24	0,941	190,99	36,92	7,488	16,59	53,512	26,76
Zizyphus joazeiro	12	0,7603	95,493	18,46	6,05	13,4	31,865	15,93
Ceiba glaziovii	5	1,2876	39,789	7,69	10,247	22,7	30,393	15,2
Ficus eximia	3	0,5297	23,873	4,62	4,215	9,34	13,953	6,98
Crateva tapia	1	0,5801	7,958	1,54	4,616	10,23	11,764	5,88
Erythrina velutina	1	0,5174	7,958	1,54	4,118	9,12	10,661	5,33
Indeterminada 2	5	0,117	39,789	7,69	0,931	2,06	9,756	4,88
Zanthoxylon sp.	1	0,3852	7,958	1,54	3,065	6,79	8,329	4,16
Piper arboreum	4	0,0107	31,831	6,15	0,085	0,19	6,342	3,17
Handroanthus sp.	1	0,2724	7,958	1,54	2,167	4,8	6,34	3,17
Campomanesia dichotoma	2	0,1807	15,915	3,08	1,438	3,18	6,262	3,13
Capparis sp.	3	0,0492	23,873	4,62	0,391	0,87	5,482	2,74
Samanea tubulosa	1	0,0322	7,958	1,54	0,256	0,57	2,106	1,05
Pisonia sp.	1	0,0047	7,958	1,54	0,037	0,08	1,621	0,81
Brasiliopuntia brasiliensis	1	0,0043	7,958	1,54	0,034	0,08	1,615	0,81
*** Total	65	5,6723	517,25	100	45,139	100	200	100

4.3 LEVANTAMENTO DA FAUNA ASSOCIADA AO MEIO HIPÓGEO DAS CAVERNAS

O levantamento de vertebrados permitiu a identificação de espécies de grupos já estudados para Sergipe e de duas espécies de morcegos sem ocorrência registrada para o Estado. Quanto à diversidade de invertebrados, foco principal da análise da fauna, foram identificados grupos já estudados para o Estado e outros com primeira ocorrência registrada.

4.3.1 Fauna de vertebrados

Nas nove cavernas estudadas foi observada a ocorrência de 20 espécies: quirópteros (6 espécies), ave (1 espécie), serpente (1 espécie), anuros (8 espécies) e lacertílios (4 espécies), como mostra a Tabela 4.13. Todavia apenas as seis espécies de morcegos e uma espécie de anuro são consideradas troglóxenas, as demais sendo ocasionais.

Tabela 4.13: Espécies de morcegos, aves, répteis e anfíbios presentes nas nove cavernas estudadas. 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.

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
<i>Anura sp.1</i>									x	y
<i>Anura sp.2</i>									x	y
<i>Anura sp.3</i>									x	y
<i>Anura sp.4</i>										y
<i>Anura sp.5</i>		x	x						x	y

Tabela 4.13 (continuação)

Lacertília sp.1		x	y
Lacertília sp.2	x	x	yy
Lacertília sp.3		x	y

Avifauna

Nas cavernas Gruta da Janela (Figura 4.11a), Gruta da Matriana (Figura 4.11b) e Gruta da Pseudomatriana é possível visualizar exemplares de *Coragyps atratus*. Quanto à Gruta da Janela já foram observados indivíduos juvenis em seu interior, comportamento esse visualizado em época de nidificação. Como a cavidade é pequena, de teto baixo e encoberta por vegetação, possivelmente a fêmea escolheu o local por ser mais protegido e seguro para suas crias. Nas duas últimas cavernas as aves ficam sobre a cavidade na área com vegetação mais densa ao logo do ano.

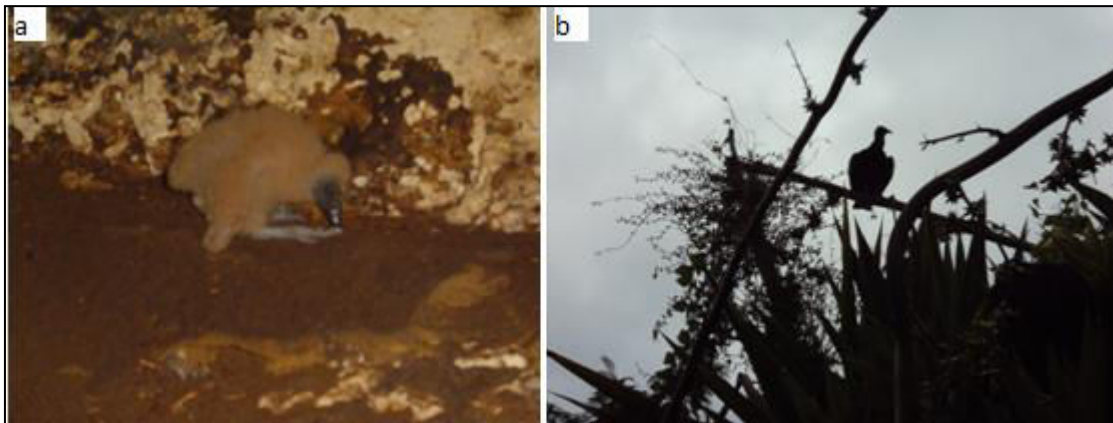


Figura 4.11: *Coragyps atratus*. a- filhote na Gruta da Janela (Centro da Terra, 2008); b- adulto sobre vegetação da Gruta da Matriana (Willy Leal, 2011).

O *Coragyps atratus*, urubu-preto, da família Cathartidae, ordem Cathartiformes (RUXON; HOUSTON, 2004) é uma ave de rapina que se alimenta exclusivamente de carniça e com habito ativo diurno (FERGUSON-LEE; CHRISTIE, 2001). Embora seja raro, na literatura indica-se que recém nascidos mais fortes podem comer mais fracos (filhotes mais novos ou doentes) e os adultos podem se alimentar de indivíduos vivos impedidos de fugir. Também há relato de que se alimentam de frutos, da *Elaeis guineensis* L., dendê (SICK, 1997). Não há relatos de predação de animais da fauna hipógea, o que reforça a ideia do uso de cavidades naturais como abrigo e para nidificação.

A nidificação de aves em cavidades naturais é bem comum, têm-se como exemplos: *Rupicola rupicola* (galos - da - serra) no Amazonas (OMENA JÚNIOR; MARTINS, 2007), o *Strigopshabroptilus* na Nova Zelândia, o pinguim *Eudyptes pachyrynchus* na Austrália e Tasmânia (ROOTS, 2006) e *Tito alba* em várias cavernas brasileiras incluindo na caverna Toca da Raposa, em Simão Dias, Sergipe.

Herpetofauna

A presença de espécies de anfíbios e répteis se repetiu em cavernas diferentes e variou entre a estação seca e a chuvosa. Situação essa que pode afirmar que as cavernas estão servindo como habitat de refúgio para a época de seca proporcionando o ambiente úmido almejado por esse tipo de comunidade.

A cavidade natural que apresentou maior riqueza em sua herpetofauna foi a Gruta da Pedra Furada com cinco espécies de anuros e duas espécies de lacertílios (Tabela 4.12). Os dados de abundância não foram coletados, já que esta comunidade não era o foco do trabalho, entretanto, em cada uma das coletas de campo observou-se toda a fauna que compunha a comunidade hipógea.

Dentre as espécies acidentais uma das mais recorrentes é a *Leptodactylus vastus* (Figura 4.12a), a qual pode se alimentar de artrópodes e pequenos vertebrados, como roedores, serpentes e outras rãs dentro das cavernas. Não foi observada nenhuma atividade ou resultado de prática reprodutiva no interior das cavernas, o que não é improvável, uma vez que a fêmea põe os ovos em ninhos de espuma feitos pelo macho (FREITAS; SILVA, 2007).

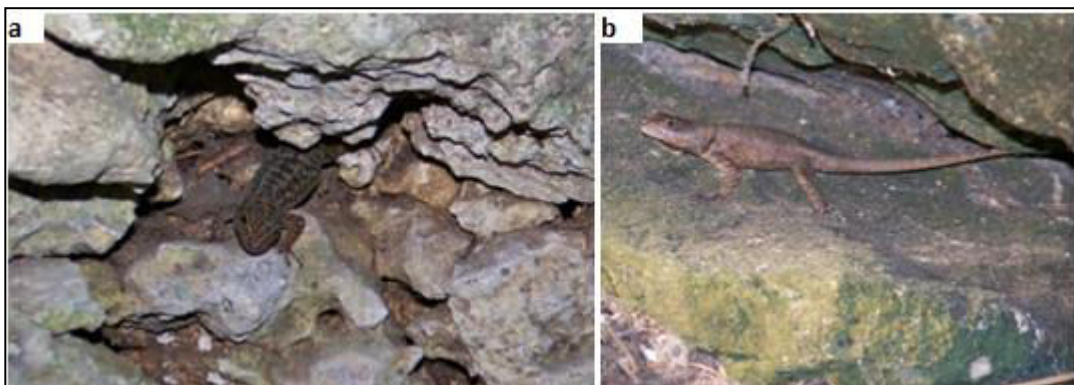


Figura 4.12: Répteis presentes em cavernas de Laranjeiras/SE: a- *Lacertília* sp.1 (Gruta da Pedra Furada, 2011); b- *Lacertília* sp.2. (Gruta da Matriana, 2010). Fotos: Mário Dantas.

Desde que essa característica seja confirmada pode-se, a partir de então, considerar a *L. vastus* como espécie troglóxena. Sua presença foi constatada nas cavernas Gruta da Janela, Gruta da Raposa, Gruta dos Orixás e Gruta da Pedra Furada. Os espécimes encontram-se próximos de locais em que tenham condição de se refugiar como fendas nas rochas e espaço entre blocos de rochas em distâncias variáveis da entrada da caverna. Na Gruta da Raposa, uma das que possuem zona afótica, encontrou-se exemplares dessa espécie principalmente no conduto que desemboca no salão principal.

A espécie *Scinax x-signatus* (Figura 4.13e) é considerada como troglóxena, com seu uso das cavernas contínuo e sua abundância associada ao período. Quando está seco aumenta até 5.000% a abundância dessa perereca dentro das cavidades que habitam e quando está úmido diminui para um ou dois indivíduos, dependendo da caverna observada. Essa constatação já havia sido feita para a Gruta Raposinha (FERREIRA et al., 2009b), porém, somente agora é afirmada para outras cavernas de Laranjeiras (Gruta Aventureiros, Gruta da Janela, Gruta da Raposa, Gruta do Tramandaí e Gruta da Pedra Furada).

As outras dez espécies (*E. assisi*, *P. cuvieri*, *Anura* sp.1, *Anura* sp.2, *Anura* sp.3, *Anura* sp.4, *Anura* sp.5, *Lacertília* sp.1, *Lacertília* sp.2, *Lacertília* sp.3) foram avistadas no período seco, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (Figura 4.12a,b e Figura 4.13 b,c,d,f,g,h). A ocorrência delas pode estar associada a uma forma de refúgio do calor e falta de umidade nesses meses no meio epígeo. Essas motivações são relacionadas com a fisiologia e morfologia apresentada por esse grupo de vertebrados, pois são ectotérmicos (SILVA et al., 2010).

Atualmente, segundo Eterovick et al. (2005), a perda de habitat devido à fragmentação pode estar condicionando a inserção da herpetofauna em ambientes diferentes, como uma comunidade que, a depender das características da caverna (com corpo d'água permanente ou não) e dos hábitos reprodutivos das espécies que a componham, tende a se estabilizar em ambientes cavernícolas como exemplares troglóxenos e mesmo troglófilos.

As cavernas podem representar refúgios para esses sobreviventes de mudanças drásticas no ambiente externo, proporcionando abrigo, recursos alimentares (e.g. Eterovick et al. (2005); SILVA et al., 2010) e condições de reprodução. Dessa forma, a conservação da herpetofauna existente nos fragmentos do entorno das cavernas está vinculada também à conservação dessas cavidades para uso periódico, ou mesmo contínuo.

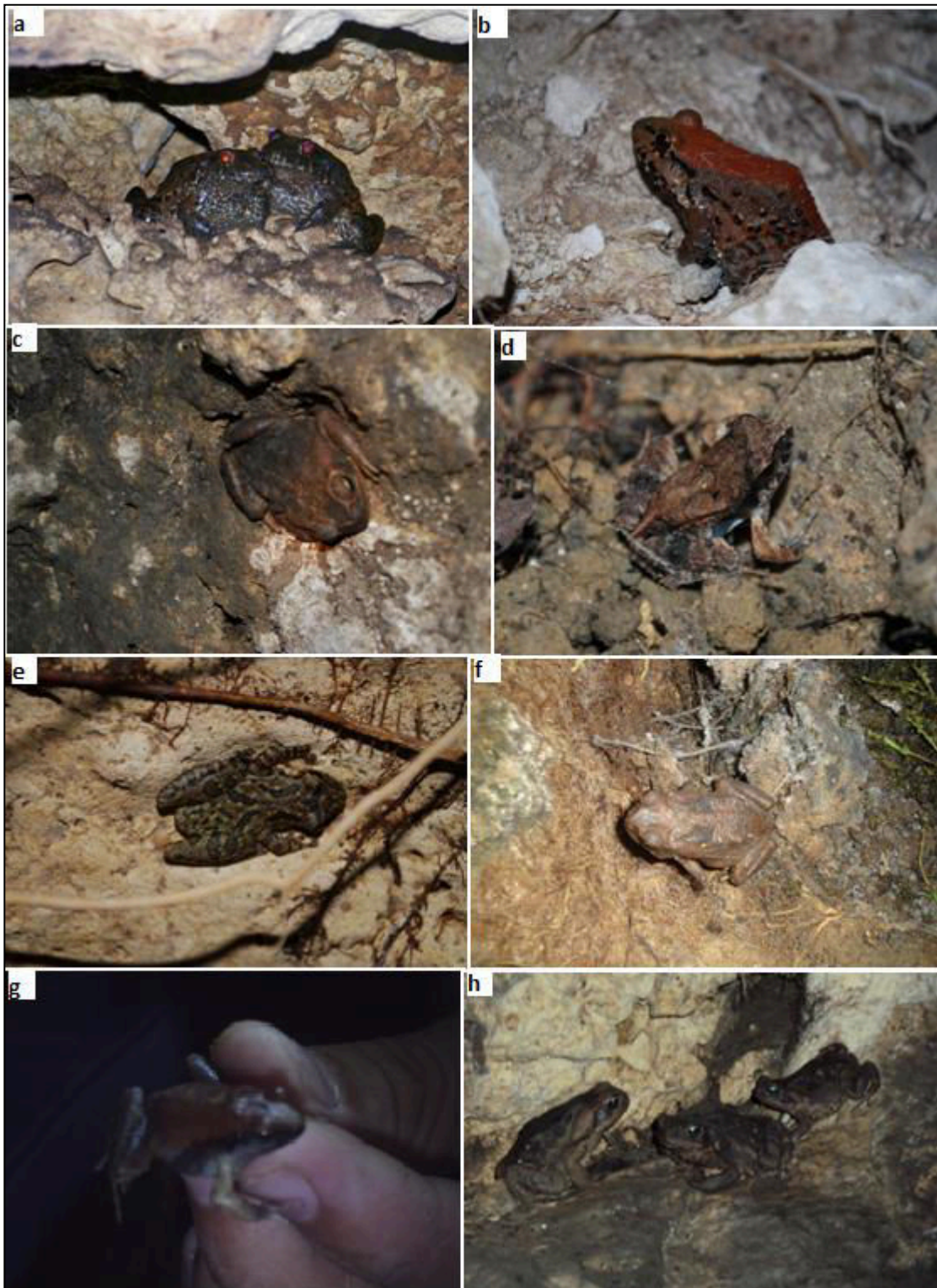


Figura 4.13: Fauna de anuros de cavernas de Laranjeiras/SE: a- *Leptodactylus vastus* (Gruta da Janela); b- *Anura* sp.1 (Pedra Furada); c- *Anura* sp.2 (Pedra Furada); d- *Anura* sp.3 (Pedra Furada); e- *Scinax x-signatus* (Pedra Furada); f- *Anura* sp.4 (Pedra Furada); g- *Physalaemus cuvieri* (Gruta Raposinha); h- *Anura* sp.5 (Gruta da Janela). Fotos: “a” e “h” por Mário Dantas, 2010; “b”, “c”, “d”, “e”, “f” e “g” por Centro da Terra, 2009.

Quiropterofauna

Foi registrada a ocorrência de três famílias de quirópteros habitando cavernas do município de Laranjeiras, são elas: Emballonuridae (1 espécie), Natalidae (1 espécie) e Phyllostomidae (4 espécies). Essa proporção de composição faunística é explicada de acordo com a própria riqueza que cada uma dessas famílias apresenta em território brasileiro.

Para o Brasil são registradas 9 famílias, 64 gêneros e 167 espécies, sendo a segunda ordem em riqueza, perdendo apenas para Rodentia, a qual possui 235 espécies. A família com maior riqueza no Brasil é a Phyllostomidae (90 espécies), a segunda é a Molossidae (26 espécies), em seguida vem Vespertilionidae (24 espécies), Emballonuridae (15 espécies), Mormoopidae e Thyropteridae (cada uma com 4 espécies), Noctilionidae (2 espécies), Furipteridae e Natalidae (cada uma com 1 espécie). Todas elas espalhadas pelo território brasileiro, em todos os tipos de bioma e mesmo em áreas urbanas (REIS et al., 2007).

A família Emballonuridae é composta por morcegos pequenos e insetívoros, como a espécie *Peropteryx macrotis* (Wagner, 1843). Tem como localidade-tipo o Mato Grosso, mas já foi registrado no México, Peru, Bolívia, Paraguai e em outros 15 estados brasileiros (AL, AM, AP, BA, DF, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PE, PR, RJ, RN e SP) (REIS et al., 2007). São encontrados em refúgios bem iluminados próximos ou sobre cursos de água, a exemplo de entrada de cavernas, pontes, troncos de árvores e rochas (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1976 apud REIS et al., 2007).

P. macrotis foi observado apenas na Gruta do Tramandaí, a qual fica próxima de curso d'água e é um abrigo sob rocha com área totalmente disfótica. Com o presente trabalho aumenta-se a riqueza da fauna de quirópteros para o Estado de Sergipe e amplia-se a distribuição dessa espécie para o país.

A família Natalidae também é composta por morcegos insetívoros, mas com tamanhos variados com apenas a espécie *Natalus stramineus* (Gray, 1838) representando esta família no Brasil. Ocorre nas Pequenas Antilhas, México, Bolívia, Paraguai e em 11 estados brasileiros e no distrito federal (BA, CE, ES, GO, MG, MS, PB, PE, RJ, RR e SP) (REIS et al., 2007).

Com o registro para Sergipe amplia-se a distribuição dessa espécie para o Estado e para o país. Foi encontrada apenas na Gruta da Raposa, uma das cavidades maiores e mais fechadas do município de Laranjeiras, ambiente típico escolhido por exemplares dessa espécie, a qual possui pouca tolerância a dessecação e por isso é principalmente encontrada em cavernas, minas e túneis em locais mais profundos, quentes e úmidos desses ambientes

(NOWAK, 1994; ARITA; VARGAS, 1995; TADDEI; UIEDA, 2001; MORGAN; CZAPLEWISKI, 2003 apud REIS et al., 2007).

A família Phylostomidae é uma das mais ricas em espécies e possui várias subfamílias, dentre elas a Phylostominae com 47 espécies identificadas no planeta, 33 presentes no Brasil, entre elas *Lonchorhina aurita* (Thomes, 1863). Essa espécie tem como localidade-típica Trinidad e pode ser encontrada do México à Bolívia e no Brasil ocorre em 12 estados e no Distrito Federal (AM, BA, ES, GO, MA, MG, MS, PA, PI, RJ, RR e SP) (REIS et al., 2007).

Os espécimes de *L. aurita* são essencialmente insetívoros, mas podem se alimentar também de aranhas e frutos (ESBÉRARD et al., 1997). Ocorrem em todos os biomas brasileiros e vários tipos de habitats, principalmente os próximos a cavernas (MARINHO-FILHO; SAZIMA, 1998 apud REIS et al., 2007).

Em Sergipe já foi observado nas cavernas Toca da Raposa (Simão Dias) e Gruta da Pedra Furada (Maruim) e em duas cavernas de Laranjeiras (Gruta da Janela e Gruta da Raposa), mas a única citação para essa espécie em bibliografia foi feita em resumo de congresso internacional (DONATO et al., 2006b). Assim, essa espécie ainda não foi registrada de forma expressiva para o Estado, sendo esta uma chance de registrar e ampliar na bibliografia a nível nacional a distribuição dessa espécie para Sergipe e para o Brasil.

Três das nove cavernas estudadas possuem colônias de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810), única espécie hematófaga constatada para a área de estudo, única dentre as três espécies hematófagas que se alimenta de sangue de aves e também de mamíferos. Pertence à subfamília Desmodontinae.

Essa espécie se distribui desde o México até o norte da Argentina e ocorre em todos os Estados brasileiros, em todos os tipos de habitats menos em locais de climas frios (REIS et al., 2007), tendo aumentado a sua abundância devido à introdução de animais domésticos como cavalos, bovinos e suínos (ALTRINGHAM, 1996 apud REIS et al., 2007).

Uma das espécies mais distribuídas pelas cavernas de Laranjeiras é a *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766), a qual pertence à subfamília Glossophaginae que possui apenas exemplares com dieta essencialmente nectarívora, sendo importantes para a polinização de espécies vegetais. É uma espécie com localidade-tipo no Suriname, mas distribuída desde o México até a Argentina e por quase todos os estados brasileiros (exceto AL, RN e TO), ocupando todos os tipos de Biomas e inúmeros tipos de habitats (REIS et al., 2007).

Dentre as seis espécies de morcegos observadas nas cavernas estudadas, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), da família Phylostomidae, subfamília Carollinae, foi a que apresentou maior dispersão (e normalmente uma das maiores abundâncias observadas).

Ocorreu em todas as cavidades, exceto a Gruta da Matriana, a qual não teve nenhuma ocorrência para fauna de quirópteros. Fato esse não relacionado à falta de *Piper arboreum* no entorno como mencionado por Reis et al. (2003), já que nem todas as proximidades das cavidades de Laranjeiras possuem esta espécie florística tão apreciada por esses morcegos e mesmo assim possuindo ocorrência deles.

De modo geral, *C. perspiscillata* é uma espécie frugívora relacionada a áreas abertas, o que muitas vezes a coloca como indicadora de ambientes degradados (REIS et al., 2003). Essa espécie está distribuída pela Bolívia, Brasil (todos os estados exceto RN e TO), Guianas, México, Paraguai, Peru, Tobago e Trinidad e Antilhas (SIMMONS, 2005; PERACCHI et al., 2006 apud REIS et al., 2007).

Nenhuma espécie ocorreu de forma isolada nas cavidades naturais estudadas, compartilhando as cavernas com colônias associadas ou isoladas uma das outras. Na Gruta Aventureiros as três espécies se amontoam principalmente no 1º e no último salão vivendo de forma gregária com colônias de *C. perspiscillata* (Figura 4.14a) próximas das de *D. rotundus* e de *G. soricina*, mas essas duas espécies não ficam próximas uma da outra.

Na Gruta da Janela as colônias de *C. perspiscillata*, *G. soricina* e *L. aurita* ficam próximas uma das outras por toda a cavidade, exceto na zona de entrada (Figura 4.14b, c). Na Gruta da Raposa os *L. aurita* situam-se principalmente no segundo salão, o *N. stramineus* (Figura 4.14d) ocupa o primeiro e maior salão e é a espécie com maiores colônias dentro desta caverna, enquanto as *C. perspiscillata* possuem pequenas colônias próximas às outras duas espécies.

A Gruta do Tramandaí é a que possui a maior riqueza de quirópteros com quatro espécies. Os *P. macrotis* (Figura 4.14e) ficam mais isolados dos demais grupos com suas colônias próximas ou na clarabóia de formato afunilado presente na caverna. Os exemplares de *C. perspiscillata* ou ficam em colônias próximas às de *G. soricina* ou de *D. rotundus*. Na Gruta da Pseudomatriana as *C. perspiscillata* estão espalhadas por toda a cavidade, enquanto os *D. rotundus* (Figura 4.14f) formam pequenas colônias apenas em uma formação abobadada presente no teto do lado direito da entrada.

As cavernas Gruta dos Orixás, Gruta Raposinha e Gruta da Pedra Furada possuem apenas *C. perspiscillata* e *G. soricina* que fazem suas colônias de forma intercalada, sendo que na Gruta dos Orixás estão presentes apenas no 2º salão; na Gruta Raposinha ficam próximo a um conduto muito estreito ou mesmo dentro dele, onde não é possível ver o arranjo das colônias em seu interior; e na Gruta da Pedra Furada encontram-se apenas na parte da

caverna em que há um anexo mais fechado e em uma formação abobadada presente na área mais ampla do abrigo sob rocha.

As informações sobre a quiropterofauna de Sergipe ainda são escassas e de acordo com Rocha et al. (2010), o Estado de Sergipe apresenta 27 espécies. Dessa forma, com o presente levantamento acrescenta-se o registro de mais duas espécies totalizando 29 conhecidas e registradas.



Figura 4.14: Quirópteros presentes nas cavernas de Laranjeiras/SE: a- colônia de *Carollia perspicillata* na Gruta Aventureiros (Centro da Terra, 2007); b- colônia de *Glossophaga soricina* na Gruta da Janela (Willy Leal, 2011); c- exemplar de *Lonchorhina aurita* na Gruta da Janela (Willy Leal, 2011); d- *Natalus stramineus* em voo no salão principal da Gruta da Raposa (Willy Leal, 2011); e- exemplar de *Peropteryx macrotis* após ser coletado na Gruta da Janela (Mário Dantas, 2010); f- colônia de *Desmodus rotundus* na Gruta da Pseudomatriana (Willy Leal, 2011).

4.3.2 Fauna de invertebrados

Composição, riqueza e distribuição dos taxa de invertebrados entre as cavernas estudadas

Foi observado, nas nove cavernas amostradas, um total de 8.257 invertebrados distribuídos em 280 morfoespécies (Figura 4.15) pertencentes à pelo menos 85 famílias (Tabela A.1 - Apêndice A). 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.).

É fato que ter um refinamento taxonômico é a melhor forma de se registrar, com confiabilidade, as espécies presentes em uma caverna. Todavia, para a maioria dos grupos de invertebrados presentes em cavernas brasileiras somente é possível trabalhar com morfoespécies, como exposto por Souza-Silva (2008). Há um grande déficit de especialistas para certos taxa, tanto no Brasil como no exterior, a exemplo dos Pseudoescorpiones, Psocoptera, Collembola, entre outros. Assim, o presente estudo adota as morfoespécies como parâmetro para indicar riqueza e abundância de espécies.

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; Pholsidae sp.1; 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.

A ordem mais rica, como já exposta acima, foi Araneae com 45 espécies distribuídas em 16 famílias (*Amaurobiidae*, *Araneidae*, *Corinnidae*, *Ctenidae*, *Linyphiidae*, *Mysmenidae*, *Oonopidae*, *Pholcidae*, *Salticidae*, *Scytodidae*, *Segestridae*, *Sicariidae*, *Theridiidae*, *Trechaleidae*, *Uloboridae* e *Zodariidae*). Dessas, as famílias mais frequentes em outros

trabalhos de Bioespeleologia são Ctenidae, Pholsidae, Sicariidae e Theridiidae (e.g. TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1991; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2009; SOUZA-SILVA et al., 2011a).

Um dos taxa mais diversos e mais abundantes encontrado foi Acari (com as famílias: Acaridae, Ameroseiidae, Ologamasidae Macrochelidae, e Urodactiniidae) o que pode ser explicado por esse taxa ser largamente associado a depósitos de guano antigo, situação observada também em outros trabalhos (e.g. FERREIRA; POMPEU, 1997).

Não foram encontradas morfoespécies de invertebrados troglóbios, com características troglomórficas nos tratamentos guano antigo e controle (outros substratos exceto guano novo e água). Isso não significa que todas as cavernas estudadas não possuem espécies com características troglomórficas, sendo necessário assim fazer pesquisas também no substrato do tipo guano novo e na porção aquática da Gruta Aventureiros.

Esse fato pode estar relacionado à pequena extensão das cavidades aliada à provável baixa disponibilidade de espaços subterrâneos sub-superficiais (MSS). Cavernas de pequenas extensões podem abrigar espécies troglóbias, desde que a existência de meso e micro espaços subterrâneos tenham permitido o isolamento de populações hipógeas (FERREIRA, 2005; SOUZA-SILVA et al., 2011a,b).

Deve-se também considerar que a identificação de espécies troglomórficas e mesmo troglóbias em Sergipe, como na maioria das regiões tropicais, é dificultada pelo fato da fauna de invertebrados epígea do mesmo modo ser praticamente desconhecida. Assim, invertebrados troglóbios recentes que não apresentam troglomorfismos dificilmente serão identificados por não se ter certeza da sua exclusividade no meio hipógeo. No Brasil são conhecidas cerca de 100 espécies troglomórficas, as quais estão distribuídas nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Bahia e Minas Gerais, com este último possuindo 68 espécies (SOUZA-SILVA, 2008).

Estimativas de riqueza, diversidade, dominância e similaridade da fauna de invertebrados

A diversidade da fauna nas cavernas variou de 2,344 a 3,833 e a dominância de 0,78 a 0,58 (Tabela 4.14). As cavernas mais diversas, em ordem decrescente, de acordo com os dados coletados são: Gruta da Pedra Furada, Gruta da Pseudomatriana, Gruta da Matriana e

Gruta do Tramandaí, Gruta da Raposa, Gruta Aventureiros, Gruta dos Orixás, Gruta da Janela e Gruta Raposinha.



Figura 4.15: Exemplos da fauna de invertebrados presentes nas cavernas de Laranjeiras/SE: a- Mecistocephalidae sp.1 (Gruta da Raposa); b- Brasiloscutigera sp.1 (Gruta da Raposa); c- Spirobolida sp.1 (Gruta da Matriana); d- Crypturodesmus sp.1; e- Loxoceles sp.2 (Gruta da Pseudomatriana); f- Araneae sp.26 (Gruta da Pedra Furada); g- Ornithodoros sp.1 (Gruta da Pedra Furada); h- Opiliones sp.2 (Gruta Raposinha). Fotos de Christiane Donato.

A diversidade das cavernas Gruta da Janela, Gruta da Raposa e Gruta da Pseudomatriana pode estar subestimada, pois mesmo em guano antigo a quantidade de indivíduos de espécies diferentes era enorme, dificultando a coleta total de dados sobre a abundância da fauna estudada. Dessa forma, para as análises gerais foram utilizados apenas os dados de riqueza faunística.

Para a obtenção dos valores de riqueza e abundância foi analisada tanto a fauna troglóxena e troglófila, quanto a acidental presente nas cavernas. Isso foi necessário e importante devido ao fato das cavernas de Laranjeiras serem de tamanho reduzido e com fácil acesso para esse tipo de fauna não especializada, mas sem diminuir sua importância onde foram encontradas.

Em vários trabalhos não se considera animais acidentais e alguns deles nem mesmo troglóxenos como sendo animais cavernícolas, ou dá pouca importância a essa fauna independente de suas relações com as cavidades onde foram encontradas (e.g. TRAJANO, 1987; TRAJANO; MOREIRA, 1991; CULVER; PIPAN, 2009). Entretanto, como Ferreira (2004) e Romero (2009) explicitam, animais acidentais e troglóxenos possuem grande importância na cadeia trófica, pois interagem com outras espécies que vivem em cavernas.

Tabela 4.14: Dados de riqueza e diversidade da fauna hipógea e da flora do entorno. Legenda: Código da Caverna (Cod Cav); 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); Área total da caverna (Área); Desenvolvimento Linear (DL); Área Total da Entrada (Entrada); Volume de guano estimado em cm³ (Volg); Riqueza da fauna (Riqfau); Diversidade da fauna pelo índice de Shannon (Divshfau); Riqueza vegetal (Riqveg); Diversidade da vegetação pelo índice de Shannon (Divshveg); e Equabilidade (J).

Cod cav	Área	DL	Entrada	Volg	Riqfau	Divshfau	Riqveg	Divshveg	J
Cav1	32.93	16,12	2.05	2400	57	2,778	12	1,93	0,69
Cav2	78.92	12,03	3.93	45000	79	2,537	14	2,38	0,58
Cav3	70.77	20,22	1.55	8100	78	3,072	4	1,33	0,71
Cav4	72.13	10,29	12.69	9600	67	3,325	15	2,29	0,79
Cav5	81.7	5,5	58	0	91	3,254	7	1,44	0,72
Cav6	120.91	13,2	28.93	351000	89	3,621	14	2,4	0,81
Cav7	41.69	17,45	2.28	6000	70	2,609	14	2,36	0,61
Cav8	83.66	10,51	2.53	2100	49	2,344	9	1,97	0,60
Cav9	333.37	24,18	204.59	48750	141	3,833	15	2,09	0,78

O alto valor de β -diversidade (280 espécies – quase o dobro da caverna com maior riqueza) encontrado demonstra as grandes diferenças observadas na composição das

comunidades das nove cavernas. Expõe ainda que cavernas próximas não necessariamente possuam comunidades semelhantes. Assim, variações na estrutura física e trófica podem determinar grandes diferenças na composição das comunidades de invertebrados de cavernas (FERREIRA, 2003 apud SOUZA-SILVA et al., 2011a).

Apesar de serem observados agrupamentos de cavernas espacialmente próximas, o baixo índice de similaridade quantitativa das comunidades de invertebrados (< 35%) encontrado para as nove cavernas amostradas no estudo, mostra que a composição da fauna foi heterogênea, apresentando espécies restritas a uma cavidade (Figura 4.16). As cavernas Guta da Matriana, Gruta da Pseudomatriana e Gruta da Pedra Furada provavelmente se agrupam por serem as cavernas com maior riqueza. As cavernas Gruta do Tramandaí e Gruta Raposinha se agrupam por serem umas das com menor riqueza. Enquanto as demais cavidades se agrupam ao acaso, já que não há explicação plausível (quanto a tamanho, riqueza, características ambientais e mesmo proximidade territorial) para explicar tal agrupamento.

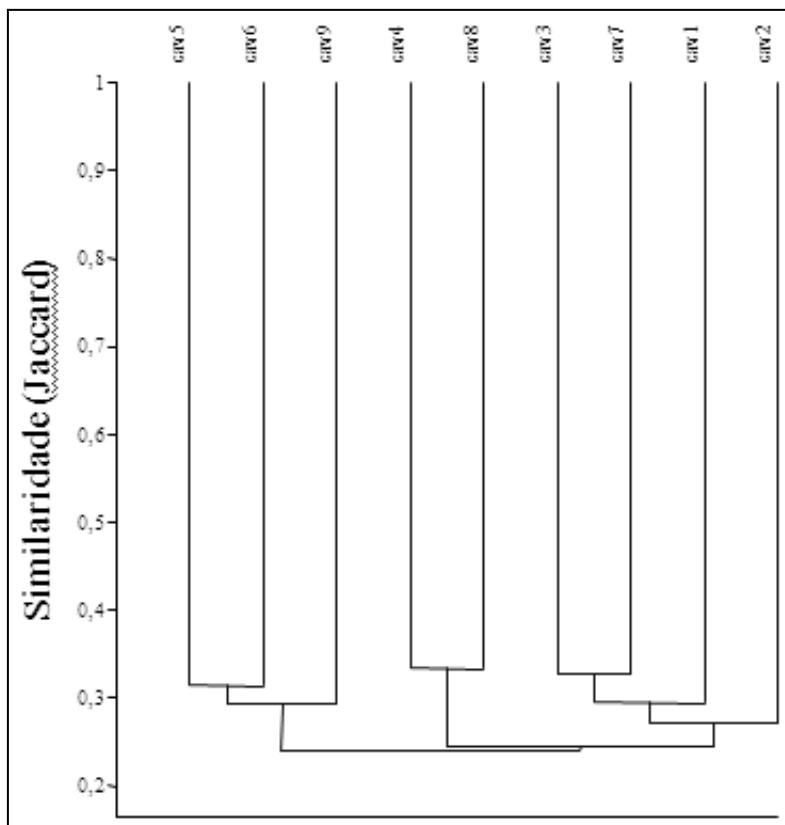


Figura 4.16: Dendrograma de similaridade faunística entre as nove cavernas do município de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Jaccard. Legenda: Gruta Aventureiros (CAV1), Gruta da Janela (CAV 2), Gruta 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).

Considerando seis coletas, e sem excluir morfoespécies 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).

Como se pode notar, quatro cavidades possuem riqueza média (entre 36 e 70 espécies) e cinco possuem riqueza alta (mais de 71 espécies). Apesar da Gruta Aventureiros possuir o quarto maior desenvolvimento linear (DL) (Tabela 4.14), ela possui grande parte do seu solo submerso, fato que reduz a disponibilidade de habitats para invertebrados terrestres e explica sua riqueza média. Até então o número máximo de espécies de invertebrados encontradas em cavidades naturais no Brasil correspondia a 159 espécies na Gruta Janelão em Minas Gerais (FERREIRA, 2004) e 118 espécies, coletadas durante anos de pesquisas no complexo de cavernas denominado Areias, no sul do estado São Paulo (PACCA et al., 2007 apud SOUZA-SILVA, 2008). Isso ressalta a importância e peculiaridade das CNS de Laranjeiras, as quais mesmo possuindo pequeno DL em sua maioria apresentam alta riqueza.

Todas as cavidades tendem a diferir na composição, mas fatores ambientais e proximidade entre elas não explicam. Cada caverna possui uma comunidade própria, sendo assim todas importantes quanto a sua manutenção. A composição das espécies das cavernas também varia de forma significativa entre cada uma delas (Figura 4.17). Há maior similaridade entre a composição existente em coletas diferentes em cada caverna do que entre cavernas distintas (Figura 4.18).

Ao comparar em nível de ordens e famílias podem-se observar semelhanças da fauna de invertebrados presentes neste trabalho com a apresentada em outros trabalhos importantes de estudos bioespeleológicos na Mata Atlântica, em cavernas calcárias, em Sergipe e mesmo de abrangência geral ao país (e.g. TRAJANO, 1987; PINTO-DA-ROCHA, 1993; TRAJANO; GNASPINI-NETO, 1991; TRAJANO, 2000; FERREIRA 2004; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2009; GOMES et al., 2000; LEÃO et al., 2003; FERREIRA et al., 2010; SANTANA et al., 2010).

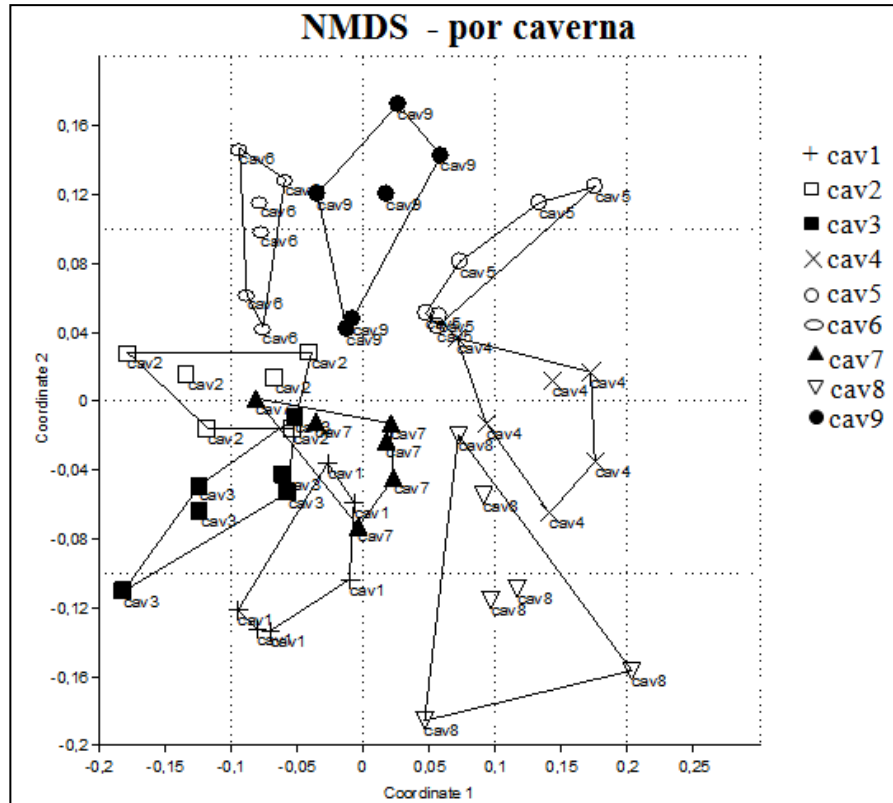


Figura 4.17: Análise NMDS para ordenação e agrupamento da fauna de invertebrados por similaridade associada a nove cavernas de Laranjeiras/SE em plano bi-dimensional.

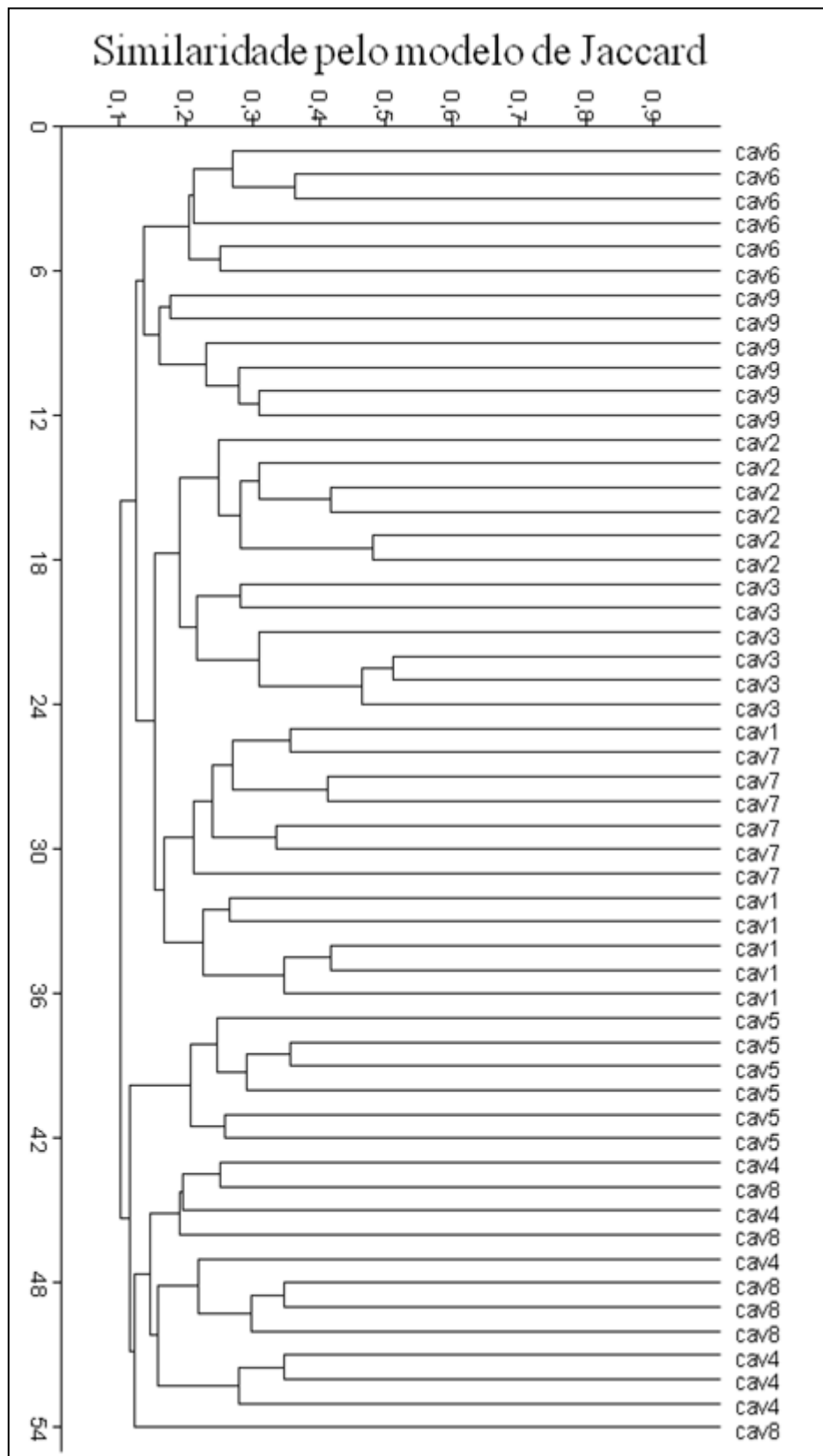


Figura 4.18: Dendrograma de similaridade faunística com dados de riqueza das seis coletas realizadas nas nove cavernas de Laranjeiras/SE, definido por meio do método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA), com base na média do índice de Jaccard. Gruta Aventureiros (CAV1), Gruta da 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).

Relações da estrutura das comunidades de invertebrados e tipo de substrato, quantidade de guano, características abióticas da caverna, vegetação do entorno, período do ano, número e área de entradas e área da caverna

De acordo com o teste ANOVA, a riqueza de invertebrados não foi influenciada pela quantidade de guano ($F = 0,0074$ e $p = 0,9328$). A presença de clarabóias, grande número e/ou entradas amplas favorecem a captação de aporte de recursos orgânicos (como serrapilheira, folhas e galhos) o que fez com que algumas cavernas obtivessem maior riqueza de forma inversamente proporcional a sua quantidade de guano.

Há cavernas com presença de raízes que se associam ao substrato terrestre úmido. Essas fontes energéticas auxiliam sistemas secos como os presentes nas oito das nove cavernas estudadas. Talvez esse grande aporte e variedade de recursos sejam os principais fatores para não haver muita relação entre a riqueza da fauna de invertebrados da caverna com seu volume de guano.

Na literatura, trabalhos já demonstraram a importância do guano enquanto aporte energético para comunidades cavernícolas, em especial aquelas presentes em cavernas permanentemente secas (FERREIRA; MARTINS, 1998; FERREIRA; MARTINS, 1999; FERREIRA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010). O guano de morcegos é um dos principais recursos para muitas comunidades presentes destacadamente nas “bat caves” Gruta da Janela, Gruta da Raposa e Gruta da Pseudomatriana em Laranjeiras. Como também em outras cavidades naturais espalhadas pelo Estado de Sergipe, como a Gruta da Pedra Branca em Maruim, Gruta da Fumaça em Lagarto e Gruta da Miaba em São Domingos.

No caso da Gruta da Matriana, a qual não tem guano e é cercada principalmente por plantação de cana-de-açúcar, a sua alta riqueza pode ser explicada pelo fato de que o desmatamento reduz drasticamente os microhabitats no sistema externo, forçando espécies características de mata a se abrigarem nela. Assim, esses organismos ombrófilos (e.g. Araneae e Isopoda) são os responsáveis por aumentar os índices de riqueza, abundância e diversidade da fauna hipógea.

Ferreira (2004) observou que invertebrados ombrófilos (que necessitam de sombreamento e umidade) ocorreram em grande quantidade em cavidades artificiais com o entorno desmatado. Isso comprova a importância destes habitats para a manutenção de populações de taxa ombrófilos.

Como se pode notar pelos dados apresentados na Tabela 4.14, as riquezas de fauna e

de flora não se relacionaram. Dessa forma, nas cavernas estudadas a maior riqueza e diversidade da flora não induziram a uma maior riqueza e diversidade da fauna interna, o que pode estar relacionado ao fato de organismos ombrófilos conseguirem encontrar abrigo em outros habitats externos, como na serrapilheira ou sob troncos caídos (FERREIRA, 2004). Esse resultado difere de outros apresentados quanto à relação entre vegetação do entorno conservada e fauna hipógea, como o trabalho de Romero (2009).

Entretanto, é fato que as cavernas não podem ser vistas como ilhas totalmente isoladas, seja para espécies que entram e saem de cavernas, como morcegos, seja para invertebrados que dependem de recursos vindos do meio externo, como serrapilheira e guano. Conservação de áreas adjacentes continua essencial, uma vez que muitas espécies de invertebrados terrestres cavernícolas são consideradas ameaçadas de extinção, o que significa que a conservação da caverna em si não é o suficiente para garantir a sua sobrevivência, necessitando proteger também o entorno (CULVER et al., 2000 apud ROMERO, 2009). O problema é que os recursos que movimentam uma caverna (como o guano) podem advir de áreas bem distantes da entrada da caverna e indicar que seu entorno não é uma área determinante para o status trófico da caverna.

A variação no valor da riqueza encontrado em cada caverna não responde a nenhum dos fatores ambientais coletados (pH do solo e guano; umidade do solo e guano; temperatura do ar interna e externa; e umidade do ar interna e externa). Isso significa que a colonização ocorreu ao acaso, sem padrões triviais, diferente de outros trabalhos que relacionam o habitat com a fauna cavernícola (e.g. FERREIRA; MARTINS, 1999; BAHIA; FERREIRA, 2005).

A quantidade de guano não variou proporcionalmente com o tamanho da caverna, isso mostra que nas cavernas de Laranjeiras, as de maior tamanho, não necessariamente têm a maior riqueza e abundância de morcegos, como previsto em outros trabalhos (e.g. BRUNET; MEDELIN, 2001 apud SOUZA-SILVA, 2008). E distintamente dos resultados de outras pesquisas (e.g. FERREIRA; MARTINS, 1999), as diferenças de riqueza encontradas no guano antigo e nos substratos controle (serrapilheira, sedimento e rocha) não são significativas para as cavernas de Laranjeiras.

A riqueza de invertebrados não foi influenciada em relação ao período do ano (seco – chuvoso), ou seja, a variação ocorre sem uma regularidade não se diferenciando por períodos. Por mais que haja variação nas características abióticas, de forma geral a riqueza e composição da fauna hipógea permanecem constantes (Figura 4.19), diferente do trabalho de Silva (2006) e Pereira et al. (2011).

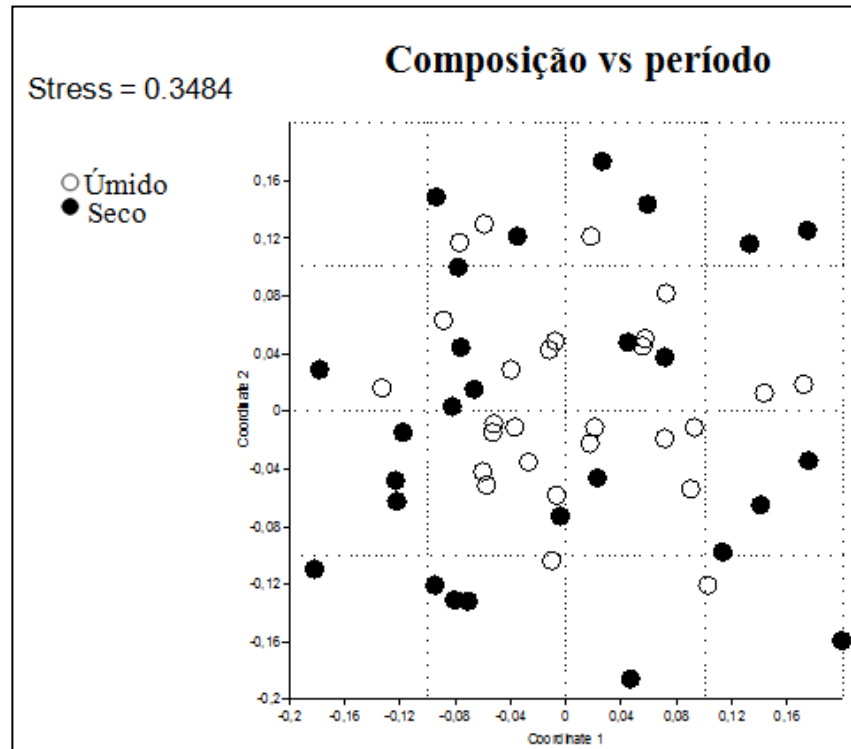


Figura 4.19: Análise NMDS com ordenação no plano bidimensional entre composição da fauna hipógea e os períodos úmido e seco (stress= 0,3484).

Com o teste ANOVA, em relação à área da entrada ($F = 34.753$ e $p = 8.335e-13$ ***) e área total ($F = 33.883$ e $p = 5.352e-13$ ***) estudada da caverna observou-se que quanto maior o valor da área, maior a riqueza da fauna interna (Figura 4.20), como já visto nos trabalhos de Ferreira (2004), Silva (2006) e SOUZA-SILVA (2008).

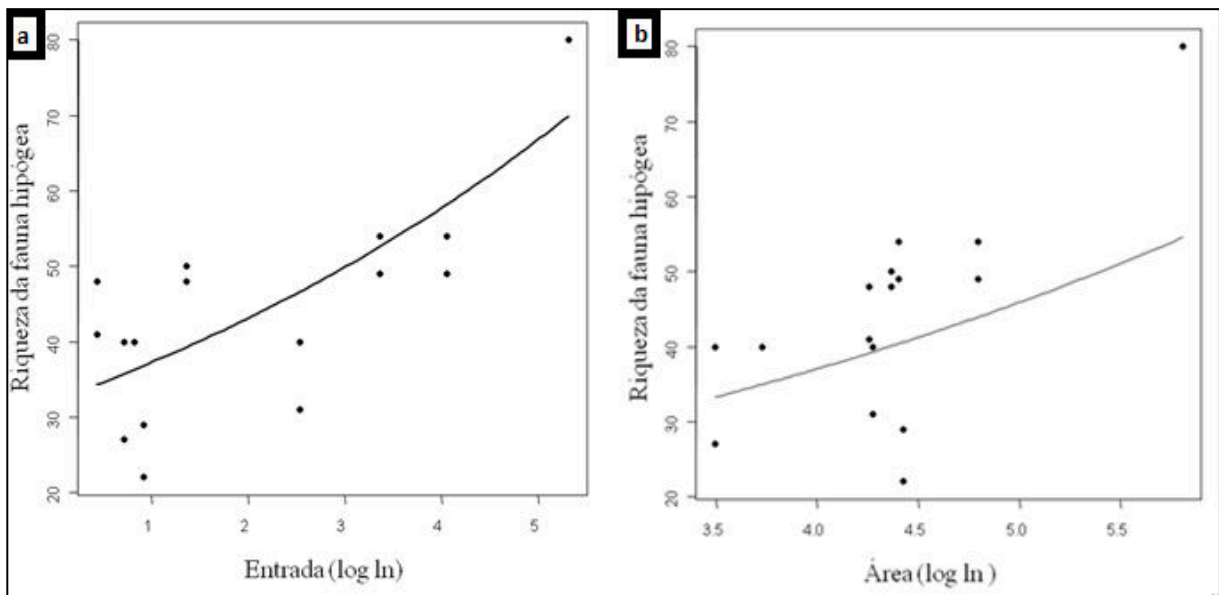


Figura 4.20: Relação entre a riqueza de fauna hipógea e o tamanho das áreas. a- das entradas; b- totais das cavernas de Laranjeiras/SE.

Ao partir da influência da área total da caverna no tamanho da riqueza da fauna hipógea, pode-se caracterizá-la como uma ilha, segundo um dos pressupostos da biogeografia de ilhas, modelo proposto por MacArthur e Wilson (1967). Entretanto, ao considerar que diferente de uma ilha oceânica isolada uma caverna está ilhada pelo ambiente superficial com suas características diferentes quanto à luz, maior variação ambiental e predadores, esta ilha fictícia possui inúmeras possibilidades de interligação e trocas de organismos (CULVER; PIPAN, 2009).

A maior riqueza de invertebrados encontrada na Gruta da Pedra Furada, por exemplo, pode se dever à maior extensão da mesma, quando comparada às demais cavernas. Segundo Ferreira (2004), a relação de aumento da riqueza com o aumento do desenvolvimento linear e área da caverna relaciona-se a um aumento na disponibilidade de espaço (microhabitats) para a fauna.

Cavidades naturais maiores tendem a ser geomorfologicamente mais heterogêneas, o que resulta em um aumento da quantidade de microhabitats disponíveis à fauna e mesmo de maior quantidade e variedade de recursos alimentares para invertebrados. Nas cavernas estudadas, os invertebrados ocorrem preferencialmente em áreas úmidas e com maior quantidade de recursos orgânicos macroscópicos.

Paralelamente, a Gruta da Pedra Furada possui amplas entradas o que facilita a presença de organismos comuns ao meio epígeo e hipógeo e mesmo de espécies exclusivas de entradas. Assim entradas ao mesmo tempo em que possibilitam a chegada de mais recursos alimentares (FERREIRA; MARTINS, 1999) para o meio hipógeo, também funcionam como um ecótono tendendo a ser mais diverso que os ambientes que interliga (PROUS et al., 2004).

Do mesmo modo, cavernas com mais entradas tendem a possuir maior riqueza que aquelas com poucas entradas. Uma vez que como está em maior contato com os ambientes epígeos do entorno (FERREIRA, 2004).

É essa possibilidade de interação que pode variar com o decorrer do tempo e com as condições ambientais do meio externo que colocam uma caverna como ecossistema diferente do presente no meio epígeo. Característica essa que incide na afirmação da importância de organismos acidentais e troglógenos que interagem e participam de relações dinâmicas nas cadeias tróficas do ambiente hipógeo. E a entrada, a depender de seu tamanho e quantidade, influencia diretamente na riqueza da fauna de invertebrados presentes na caverna.

Em resumo, as análises feitas com todas as morfoespécies encontradas nas cavernas respondem às hipóteses formuladas da seguinte maneira: (1) não há relação entre a riqueza da fauna hipógea das cavernas com o estágio sucessional da flora do seu entorno; (2) a área geral

da caverna e a área da entrada influenciam diretamente na diversidade da fauna interna; (3) quanto maior o tamanho da caverna, maior a diversidade da fauna hipógea; (4) a quantidade de guano não influenciou de forma significativa na quantidade de fauna associada à caverna; (5) não houve variação na diversidade, riqueza e composição apresentada em cada caverna devido à variação sazonal; (6) a diversidade não foi maior no período seco; (7) apresentaram-se como principais fatores que influenciam na diversidade da fauna cavernícola apenas o tamanho da área da caverna e de sua entrada, com outros fatores abióticos (temperatura e umidade do ar e pH e umidade do solo) sem demonstrarem interferência.

4.4 ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL EM CAVERNAS

4.4.1 O protocolo rápido de avaliação de impacto ambiental em cavernas

As possíveis atividades causadoras de impacto foram separadas em: mineração, agropecuária, turismo, visitação desordenada, represamento, urbanização, pesquisa científica e obra de engenharia. Uma mesma caverna pode ter impactos provenientes de uma só ou do acúmulo das atividades descritas.

Os onze indicadores de impactos são:

- a) **supressão parcial da caverna:** quando parte da caverna de alguma forma é destruída;
- b) **mudanças na dinâmica hídrica:** rebaixamento do aquífero; alagamento parcial ou total; ressecamento de lagos e/ou lagoas cársticas; destruição de áreas de carga; entupimentos de condutos e consequentes alagamentos ou secamentos;
- c) **alterações estruturais:** rachaduras, deslocamentos, quebra de espeleotemas, abatimentos de blocos, colapso de estruturas cársticas;
- d) **alterações do solo:** erosão, impermeabilização, soterramento, entulhamento, pisoteio de formações delicadas, compactação de pavimento;
- e) **poluição sonora:** sobreposição acústica e/ou vibração;
- f) **poluição da água subterrânea:** eutrofização, diminuição de recursos orgânicos, disseminação de poluentes, contaminação das águas;

- g) **supressão da vegetação natural:** desmatamento, queimada, diminuição de recursos orgânicos, aumento de espécies exóticas, disseminação de poluentes, acidificação do solo;
- h) **obras de alvenaria:** iluminação, passarela, altar religioso, alterações microclimáticas;
- i) **visitação desordenada / vandalismo:** lixo, pichação, outros tipos de vandalismo e alterações microclimáticas;
- j) **alcance do impacto, levando em consideração a ação mais impactante.** Esta categoria não receberá a mesma pontuação que as dispostas acima, assim, se não há impacto - adicionar zero ponto. Se o impacto é local - adicionar mais 5 pontos. Se o impacto for regional - adicionar mais 10 pontos. Entende-se por local quando o efeito se restringe ao próprio local da ação e por regional quando o efeito se dissemina por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação;
- k) **supressão total da caverna.** Neste caso não há necessidade de ver os outros tipos de impacto caso haja este. A pontuação difere das categorias sendo de: Zero ponto, caso não haja supressão total da caverna e 100 pontos, caso haja.

A pontuação a ser expressa para cada tipo de impacto avaliado refere-se à magnitude do mesmo, a qual indica a gravidade do impacto no meio ambiente. Como os tipos de impactos foram agrupados em onze categorias que reúnem tipos semelhantes, a pontuação a ser atribuída, no caso de uma caverna apresentar mais de um componente da categoria, vai ser do componente com pontuação mais alta. A magnitude do impacto pode ser de quatro tipos e cada um deles possui uma pontuação específica:

- a) **baixa:** quando a utilização/destruição dos recursos naturais é desprezível quanto ao seu esgotamento e/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade é reversível em curto prazo (até 1 ano). Adicionar 2 pontos;
- b) **média:** quando a utilização/destruição de recursos naturais é considerada, sem que haja possibilidade de esgotamento das reservas naturais. E/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade é reversível em médio prazo (de 2 a 10 anos), a partir de ações imediatas. Adicionar 4 pontos;
- c) **alta:** quando a utilização/destruição de recursos naturais é considerada, havendo possibilidade de esgotamento das reservas naturais. E/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade reversível em longo prazo (de 11 a 50 anos), a partir de ações imediatas. Adicionar 6 pontos;
- d) **extrema:** quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade. E/ou não tendo muitas possibilidades de reversibilidade, ou precisando de mais de 51 anos para ocorrer. Adicionar 10 pontos.

A pontuação máxima é de 100 pontos e a mínima é de zero ponto. De acordo com a situação da caverna a mesma pode ser classificada em seis categorias diferentes quanto à presença de impacto ambiental:

- a) **relativamente intacta (RI):** comunidades naturais, populações e processos ecológicos aparentemente intactos, sem alterações ou ameaças de origem antrópica. Pontuação: ≤ 7 pontos;
- b) **relativamente estável (RE):** alterações de origem antrópica perceptíveis podendo causar declínios locais nas populações naturais. Manutenção da integridade da paisagem, processos ecológicos aparentemente intactos. Pontuação: 8 até 34 pontos;
- c) **vulnerável (VU):** afloramento que corre um risco de extinção se não forem adotadas medidas adequadas de manejo e proteção. Perda e degradação de habitat. Pontuação: 35 até 61 pontos;
- d) **em perigo (EP):** afloramento que corre um risco alto de extinção. Alterações na paisagem com perda de habitat causando alterações nos ambientes e processos ecológicos. Pontuação: 62 até 84 pontos;
- e) **criticamente em perigo (CP):** afloramento que corre um risco extremamente alto de extinção. Grandes alterações na paisagem do entorno, ou matriz, comprometendo a manutenção de espécies nativas e processos ecológicos. Pontuação: 85 até 99;
- f) **extinta (EX):** caverna que deixou de existir. Pontuação: 100 pontos

Com os valores obtidos cada CNS pode ser comparada uma com a outra, possibilitando, a partir do preenchimento das fichas, classificar e ordenar as cavernas de forma crescente da menos a mais impactada de acordo com a soma dos pontos obtidos por cada cavidade natural em função dos impactos observados.

4.4.2 Resultados atingidos com o protocolo sugerido

Com a elaboração do protocolo foi possível fazer uma avaliação rápida de impacto ambiental em cada uma das cavernas estudadas. Os resultados a seguir poderão ser comparados com resultados obtidos a partir desse protocolo em outras cavidades naturais.

Ressalta-se que como o ambiente possui características dinâmicas e as relações estabelecidas entre as cavernas e atividades antrópicas podem se modificar com o tempo os resultados expostos refere-se a observações e análises feitas no ambiente até julho do presente

ano (2011). Com esses dados colhidos e guardados, será possível em momento posterior fazer comparações de situações de impactos presentes em cada uma das cavernas já analisadas para observar essa dinâmica.

Nas CNS pesquisadas foram verificadas, de forma geral, quatro atividades causadoras dos impactos: mineração, agropecuária, turismo/visitação desordenada e urbanização. Entretanto, nem todos esses causadores de impactos foram presenciados ao mesmo tempo em cada uma das cavidades naturais. A agropecuária, a urbanização e o turismo/visitação desordenada causaram impactos em todas as cavidades estudadas. A mineração causou impactos na Gruta da Janela, Gruta dos Orixás e Gruta Pedra Furada.

Essas ações impactantes causaram tipos de impactos, de intensidades e de alcances diferentes em cada uma das cavernas estudadas (Figura 4.21). Os alcances dos impactos variaram de local a regional.

Foram oito principais tipos de impactos: alterações estruturais (rachaduras, deslocamentos, quebra de espeleotemas e abatimentos de blocos); alterações do solo (erosão, soterramento, entulhamento, pisoteio de formações delicadas e compactação de pavimento); supressão da vegetação natural (desmatamento, queimada, diminuição de recursos orgânicos, aumento de espécies exóticas e disseminação de poluentes); poluição sonora (sobreposição acústica e vibração); obras de engenharia (altar); visitação desordenada/vandalismo (lixo, pichação e alterações microclimáticas); supressão parcial da caverna (mineração interna para retirada de calcário).

A Gruta Aventureiros está relativamente estável, apresentando 9 pontos no protocolo de avaliação rápida. As atividades causadoras de impacto nesta cavidade natural foram agropecuária, visitação desordenada e urbanização.

Possui: soterramento da entrada, dificultando a passagem para o primeiro salão; supressão da vegetação natural por desmatamento, com a área estando em nível avançado de regeneração. Os impactos presentes possuem alcance local, já que não têm predisposição à dispersão de seus efeitos.

A Gruta da Janela apresenta-se relativamente estável, com 25 pontos no protocolo de avaliação rápida. São a mineração, agropecuária, urbanização e visitação desordenada as atividades causadoras de impactos.



Figura 4.21: Impactos observados nas cavernas de Laranjeiras/SE: a – Quebra de espeleotemas na Gruta Raposinha; b- compactação e erosão do solo na Gruta da Pedra Furada; c- contaminação da água com agrotóxicos; d- desmatamento no entorno da Gruta da Pseudomatriana; e, f- queimada no entorno da Gruta da Matriana; g- lixo na Gruta do Tramandaí; h- pichações na Gruta Raposinha; i- mudanças microclimáticas na Gruta da Pedra Furada; j- presença de espécie invasora (caramujo-africano) na Gruta Raposinha.

Essas atividades causaram: colapso de estruturas cársticas, ao eliminar com as vibrações uma das entradas da caverna; vibração e sobreposição acústica na cavidade, devido à sua proximidade das atividades minerárias da CIMESA; lixo na entrada causado por visitação desordenada; disseminação de poluentes pelo ar, devido à poeira da atividade mineradora e desmatamento do entorno, com área em restauração.

A exclusão de uma entrada deve ter influenciado a diminuição de populações de organismos que permeiam entre o ambiente hipógeo e epígeo. Os impactos presentes nesta caverna possuem apenas alcance local, já que não têm predisposição à dispersão de seus efeitos.

A Gruta da Raposa posiciona-se relativamente estável, com 23 pontos no protocolo de avaliação rápida. Apresenta a agropecuária, a visitação desordenada e a urbanização como principais causadores de impactos. Como seus impactos não possuem predisposição à disseminação, caracterizaram-se como de alcance local.

As fontes de impacto causaram: abatimento de blocos próximo à entrada e quebra de espeleotemas dentro da cavidade; compactação de pavimentos muito estreitos, os quais devem ser ultrapassados para se chegar ao salão principal; ocorrência de lixo na entrada proveniente de visitas desordenadas; desmatamento e conseqüente diminuição de recursos orgânicos para dar espaço à área de pastagem para o rebanho de gado pertencente ao dono do terreno.

A Gruta do Tramandaí permanece relativamente estável, apresentando 27 pontos no protocolo de avaliação rápida. São a agropecuária, a visitação desordenada e a urbanização as principais atividades causadoras de impacto. Como os efeitos dos impactos existentes restringem-se ao próprio local, considerou-se como de alcance local.

Há nela: abatimento de blocos e quebra de espeleotemas; entulhamento e compactação de pavimento; pichações nas paredes e espeleotemas, por risco da rocha e uso de tinta; acúmulo de lixo orgânico e inorgânico, situação que mais pode influenciar na mudança da fauna hipógea (OLIVEIRA; TIMO, 2005); aumento de espécies exóticas e desmatamento no entorno, o qual agora se encontra em processo de restauração, já que na área o sítio foi abandonado.

A Gruta da Matriana está relativamente estável, atingindo 21 pontos no protocolo de avaliação rápida, o que a deixa próxima da colocação como vulnerável. As ações impactantes que a atingem são urbanização, agropecuária e visitação desordenada.

Os principais tipos de impactos encontrados nesse abrigo sob rocha são: erosão; desmatamento, diminuição de recursos orgânicos, aumento de incidência de espécies exóticas e queimadas em seu entorno, ações que podem estar influenciando o encontro de alta riqueza

de organismos ombrófilos em seu interior e descaracterizando as rochas que a compõem, as quais estão com tom enegrecido. Dessa forma, como a poluição pode ser dispersa pelo ar o alcance dos impactos são a nível regional.

A Gruta da Pseudomatriana, do mesmo modo que a Gruta da Matriana encontra-se relativamente estável, com pontuação de 23 pontos. As atividades impactantes a que é submetida são: agropecuária, urbanização e visitação desordenada.

Apresenta como principais tipos de impactos: quebra de espeleotemas na entrada e abatimento de blocos; soterramento; pichação nas paredes; desmatamento, diminuição de recursos orgânicos, aumento de incidência de espécies exóticas e queimadas em seu entorno, situação esta que descaracteriza a cor natural de seu paredão rochoso. Como a poluição pode ser dispersa pelo ar, seu alcance é de nível regional.

A Gruta dos Orixás está relativamente estável, com pontuação de 29 pontos no protocolo de avaliação rápida. Apresenta como ações impactantes a mineração, a agropecuária, a urbanização e a visitação desordenada. Como os impactos não podem ser dispersos para áreas mais distantes seu alcance é do tipo local.

Essas ações causaram os seguintes impactos: abatimento de blocos e quebra de espeleotemas; entulhamento; vibração e sobreposição acústica devido a atividades decorrentes da mineração; lixo deixado por visitação desordenada; impermeabilização do solo do entorno para construção de moradias e ruas; aumento de espécies exóticas e desmatamento, o qual está em processo de regeneração, já que se encontra em área de reserva legal da fábrica de cimentos da CIMESA.

A Gruta Raposinha apresenta-se vulnerável, com pontuação igual a 41 pontos no protocolo de avaliação rápida, devido a ações de urbanização, agropecuária e visitação desordenada. Como os impactos que apresenta não possuem condições de se dispersar seu alcance é considerado local.

Os principais impactos que possui são: abatimento de blocos e quebra de espeleotemas, esse último devido à visitação desordenada; entulhamento e pisoteio de formações delicadas, já que há relatos de espeleotemas no solo, os quais foram destruídos; presença de pichação com uso de tinta e por risco na rocha e lixo; desmatamento e diminuição de recursos orgânicos para dar espaço a uma pastagem.

A Gruta da Pedra Furada sofreu ação impactante de mineração, sendo suprimida parcialmente sua estrutura e sofrendo descaracterização. Encontra-se como vulnerável, atingindo 55 pontos no protocolo de avaliação rápida, devido a essa atividade e também à agropecuária, urbanização e turismo.

Possui como impactos: abatimento de blocos e quebra de espeleotemas; erosão do solo com formação de uma pequena voçoroca em seu interior e compactação do pavimento; construção de altar com imagem de santo, o qual já foi retirado restando sua base de cimento em cima da rocha; alterações microclimáticas e sobreposição acústica em dias de visitação por grande quantidade de pessoas que acampam à noite e acendem fogueiras sob o abrigo, o que pode causar a diminuição de populações de quirópteros nessa primeira parte da caverna; presença de lixo e pichações por tinta e risco nas rochas; e desmatamento do entorno com vegetação conservada apenas acima da caverna.

Desse modo, com a utilização do protocolo de avaliação rápida de impactos ambientais pode-se identificar dois grupos em que se dividem as cavernas: A Gruta Aventureiros, Gruta da Matriana, Gruta da Raposa, Gruta da Pseudomatriana, Gruta da Janela, Gruta do Tramandaí e Gruta dos Orixás encontram-se relativamente estáveis quanto às suas características ambientais e comunidades faunísticas. Enquanto a Gruta Raposinha e Gruta da Pedra Furada encontram-se vulneráveis.

É difícil definir o quanto e exatamente de que forma cada ação e tipo de impacto influenciou na dinâmica da comunidade hipógea, uma vez que esse é o primeiro trabalho que realiza o levantamento de informações sobre essa fauna e não há outras pesquisas para fazer comparações de antes e depois da presença dos impactos. Essa é uma situação decorrente nas cavernas brasileiras, pois muitas já são descobertas após a presença de ações impactantes e há uma grande dificuldade de manter estudos continuados ao mesmo tempo em que é necessário desbravar outras cavernas que não possuem nenhum dado coletado (SOUZA-SILVA, 2008).

4.4.3 Análise e discussão dos impactos encontrados nas cavernas estudadas

Ao analisar separadamente cada agente causador de impacto ambiental podem-se inferir medidas de minimizar esses impactos nas cavernas estudadas. Partindo-se desse pressuposto, logo em seguida serão apresentadas as análises sobre cada um dos sete agentes de impactos constatados e medidas mitigadoras.

Mineração

De acordo com diversos autores (e.g. LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005; AULER, 2006; FERREIRA, C., 2010), a mineração é uma das principais atividades responsáveis pela destruição de cavernas no Brasil, muitas delas nem mesmo conhecidas. As minerações presentes no município de Laranjeiras ocasionaram grandes impactos no ambiente cavernícola da Gruta da Pedra Furada. A qual, no passado, foi utilizada para retirada de calcário e ainda que essa atividade atualmente esteja desativada é notável a destruição parcial dela. Impacto esse que provavelmente ocasionou colapso do frágil ecossistema e mesmo devastação pontual de populações residentes.

Também se acredita que foi alterada a quantidade e localização de sedimentos no interior dessa cavidade, o que trouxe como consequência modificação nas taxas de sobrevivência e reprodução da fauna terrestre. Há ainda a vibração e sobreposição acústica decorrentes de atividade de exploração de jazidas de calcário a partir de explosivos. Situação essa que pode afugentar populações de quirópteros e mesmo causar danos estruturais nas cavidades, como a Gruta da Janela e Gruta dos Orixás. Os danos para as populações residentes de vertebrados, sobretudo os morcegos, e de invertebrados são imprevisíveis e variam de acordo com o tipo e tamanho da destruição, a qual como não havia descrições detalhadas e nem trabalhos sobre a fauna residente antes desse acontecimento não é possível inferir.

Como medida mitigadora, é necessário que a ADEMA (Órgão responsável pelos licenciamentos de atividades impactantes), fiscalize com rigor as atividades de extração mineral e que ocorra a implantação do Plano de Recuperação Ambiental (PRAD), para com o responsável pelas jazidas desativadas, sendo a Fazenda Boa Luz a responsável, atualmente, pela Gruta da Pedra Furada.

Outro aspecto a ser considerado é a relevância histórica da cavidade natural, a qual pode ser mais bem aproveitada com uma recuperação paisagística da área explorada pela mineração e ainda não recuperada. Essa reabilitação pode ocorrer com a reposição de representantes da flora nativa da Mata Atlântica e também com a melhora de atrativos turísticos (histórico, cultural e ecológico) para o local. Para tanto, será necessário inicialmente aprofundar o conhecimento das características do solo, das expectativas de gestão do território, do enquadramento ambiental e da ocupação humana. E em conjunto com a própria

população do entorno pode-se determinar soluções inovadoras que conciliem os aspectos econômicos, sócio-culturais e ambientais (BASTOS; SILVA, 2006).

Queimadas

As queimadas são atividades fortemente impregnadas na cultura canavieira, servindo para facilitar o corte da cana-de-açúcar. Entretanto, essa atividade, presente na área de ocorrência da Gruta da Matriana e Gruta da Pseudomatriana, provoca forte alteração no meio físico com a aglomeração permanente de fuligem nas paredes da caverna, diminuição da umidade relativa e o aumento da temperatura e da concentração de gases.

Essas consequências interferem na qualidade do ar de maneira cíclica, pois ocorre apenas nos períodos de colheita. E no meio biótico pode ocasionar a redução da fauna e da flora do entorno e do meio interno da caverna (CECAV, 2010).

Sugere-se o aumento da fiscalização e a implementação de projetos de educação ambiental que sensibilizem a Usina de Açúcar São José do Pinheiro quanto ao perigo dos incêndios e seus danos ambientais.

Desmatamento

O desmatamento ocorreu em todos os entornos das cavernas estudadas. Pode ser observado claramente no entorno da Gruta da Raposa, Gruta da Matriana, Gruta da Pseudomatriana, da Gruta dos Orixás, da Gruta da Raposinha e da Gruta da Pedra Furada. As causas para essa atividade impactante podem ser a preparação do solo para agricultura e pecuária, para construção de área recreativa (campo de futebol improvisado) e devido à representação de limpeza da área.

Essa atividade degradante afeta diretamente o ambiente cavernícola que se encontra nas proximidades interferindo no meio físico, podendo provocar no futuro problemas de erosão e empobrecimento do solo, devido à diminuição da ciclagem de nutrientes, provenientes da matéria orgânica acumulada na superfície desse solo. E no meio biótico

provocando alterações na fauna e flora residentes dentro e no entorno das cavernas (CECAV, 2010).

É necessário que sejam tomadas medidas de caráter preventivo pela prefeitura de Laranjeiras, junto aos órgãos ambientais, como o planejamento ambiental para reduzir esses impactos, colocar em prática um monitoramento ambiental das atividades impactantes na área, bem como fiscalizar e punir os crimes ambientais.

É importante a elaboração de um programa de educação ambiental para envolver a comunidade na problemática referente à conservação dos últimos remanescentes de Mata Atlântica do município e a institucionalização de áreas de lazer bem equipadas e situadas em locais estratégicos para benefício de toda a comunidade dos povoados Machado e Comandaroba.

Em vista do acelerado processo de degradação da paisagem do entorno das cavernas supracitadas, sugere-se como medida imediata para impedir o avanço desses impactos um programa de restauração florestal e a criação de corredores ecológicos interligando as manchas de Mata Atlântica presentes nos arredores das cavernas mais próximas entre si, a exemplo das cinco presentes no povoado Machado.

Práticas agro-pastoris

Nas regiões onde se encontram cavernas os solos são considerados eutróficos, os quais são férteis em decorrência da grande quantidade de bases trocáveis, como magnésio e cálcio. Contudo, paralelamente, possuem impeditivos à agricultura moderna, como os campos de pedras, desníveis abruptos e grandes afloramentos rochosos, que dificultam o uso de máquinas agrícolas pesadas, como colheitadeiras e tratores, situação essa que minimiza impactos provocados em cavernas por constantes abalos produzidos na superfície.

Todavia, persistem outras práticas lesivas como o intenso desmatamento para substituir por pastagens, o que subutiliza esses solos férteis e os expõe a agentes erosivos e compactação do solo (CECAV, 2010). Há ainda a acidificação e poluição dos solos e lençóis freáticos devido ao uso de agrotóxicos e fertilizantes.

As práticas agrícolas e pecuárias no interior servem à subsistência da comunidade local, como o cultivo de feijão e pastagem e também para fins comerciais, como as plantações de monocultura de cana-de-açúcar. Em Laranjeiras, nos entornos da Gruta da Raposa, Gruta

Raposinha e Gruta da Pedra Furada encontram-se principalmente a substituição da vegetação nativa para pastagem de bovinos e equinos, o que compacta o solo e causa erosão.

Nos arredores da Gruta da Matriana e da Gruta da Pseudomatriana encontra-se principalmente a cultura de cana-de-açúcar. Essa pode afugentar a fauna, quando não a extermina, e diminui os recursos energéticos a serem levados naturalmente pra o interior das cavernas.

Para reverter essa situação, sugere-se que o IBAMA institucionalize um planejamento de ordenação do território de maneira que as áreas onde há ocorrência de cavernas tenham seu uso agrícola e pastoril encerrado e seja iniciado um trabalho de recuperação em toda parte antes ocupada por atividades agro-pastoris. E para reduzir os danos financeiros dos proprietários das terras a área poderá ser utilizada como ponto turístico.

Presença de espécies exóticas

A presença de espécies exóticas pode ser observada em qualquer parte do município de Laranjeiras como mangueiras, coqueiros, jaqueiras, entretanto, a presença mais alarmante são os bambus presentes no entorno da Gruta do Tramandaí. Essa planta é alelopática, o que impede o crescimento de outras espécies vegetais próximos a ela. E como toda espécie exótica possui grande potencial para modificar sistemas naturais, sendo considerada a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade (SOBRAL et al., 2007).

Esse tipo de atividade danosa poderá ser minimizado com a substituição gradativa dos bambus pela vegetação nativa para o controle dessa ação impactante. As demais exóticas frutíferas podem permanecer nas áreas para serem utilizadas pela população, desde que em um estudo de manejo não sejam vistas como ameaças à vegetação nativa.

Turismo, visitação desordenada e urbanização

Todas essas atividades impactantes possuem características semelhantes em relação aos tipos de consequências, sendo assim, serão explanadas conjuntamente neste tópico. Os resultados, na maioria das vezes, dessas atividades são facilidade de acesso às cavernas de

forma desordenada, espeleotemas quebrados e roubados, pichações nas paredes e lixo orgânico ou inorgânico acumulado (LOBO, 2006).

As Grutas do Tramandaí e da Raposinha já foram utilizadas como abrigo humano. A Gruta da Pedra Furada possui uso turístico, mas sem manejo implantado. As demais cavernas do município, incluindo as duas primeiras citadas, são usadas para visitação desordenada, seja para práticas religiosas ou turismo não organizado.

A visitação em cavernas para fim turístico, para práticas religiosas ou moradia, assim como praticamente todas as outras atividades humanas próximas a elas, concorre para o afugentamento e aumento do estresse da fauna residente desses locais, diminuição da umidade relativa do ar e aumento do aquecimento do ar nos períodos em que ocorre a visitação (FERREIRA; MARTINS, 2001; AULER, 2006). Por esse viés, também se verifica aumento dos riscos de incêndios, como na Pedra Furada onde há passeios noturnos, nos quais fogueiras são acesas dentro ou próximas da entrada da gruta.

A Gruta dos Orixás já foi e a Gruta da Pedra Furada continua sendo utilizada para fins religiosos, denotando, inclusive, uma tensão entre cultura e conservação ambiental. Esse é um dos impactos indiretos mais danosos, pois inviabiliza a vida de muitas espécies e desregula relações ecológicas, além de gerar poluição visual (FERREIRA, 2002).

A população humana e mesmo a residente dentro das cavidades naturais são afetadas pela deposição do lixo em locais inapropriados. O lixo afeta a beleza cênica das cavernas, causa problemas de saúde pública, atrai e propicia a proliferação de animais transmissores de doenças, modifica hábitos alimentares e mesmo habitats dentro das cavernas e podem conter elementos tóxicos e contaminantes do solo e água (OLIVEIRA; TIMO 2005; FERREIRA, C., 2010).

O turismo tem grande potencial econômico e capacidade de gerar renda e emprego nas localidades onde é desenvolvido e o espeleoturismo tem sido visto como uma alternativa viável na utilização dos recursos naturais. Mas é necessário que essas atividades sejam bem conduzidas devido à grande fragilidade do sistema cavernícola.

A determinação da capacidade de suporte, delimitação da área de visita, a capacitação de guias locais, a conscientização de todos os envolvidos, a elaboração de planos de manejo espeleológicos e projetos de educação ambiental tornam-se essenciais para garantir o uso sustentável das cavernas (SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2009).

Como medida mitigadora dos impactos causados pela moradia e visitação, recomenda-se a total eliminação do lixo e um trabalho de recuperação da vegetação na área de entorno,

bem como a elaboração de um programa de educação ambiental e da institucionalização do planejamento do espeleoturismo e consequente manejo na região (LOBO et al., 2007).

4.4.4 Metodologias utilizadas e trabalhos publicados quanto a impacto ambiental em cavernas

A avaliação de impactos ambientais em cavernas já foi proposta por outros trabalhos em diferentes níveis de detalhamento e com distintos focos. Souza-Silva (2008) propôs uma metodologia para avaliar a influência dos impactos ambientais na conservação da fauna hipógea de invertebrados. Essa metodologia é mais específica e requer maior apuramento dos dados antes de inferir o grau de vulnerabilidade que a comunidade de invertebrados se encontra em determinada caverna.

Hardt (2008) em seu artigo discute uma metodologia elaborada por Bovet e Ribas (1992), a qual tem caráter mais acurado com caracterização detalhada e possui fases para se atingir o resultado. É indicada para estudos mais aprofundados e demorados e tem como ponto frágil a não categorização e falta de análise quantitativa para facilitar comparações posteriores.

Gomes (2010) propôs metodologia para identificação de áreas vulneráveis para conservação do patrimônio espeleológico através da sobreposição de mapas e uso de geoprocessamento. Essa metodologia é bastante utilizada para avaliar grandes áreas, mesmo aquelas em que não se conhece presencialmente. Isso facilita seu uso para uma coordenação gestora do território, seja uma prefeitura, uma secretaria do meio ambiente, entre outros.

Possui como possíveis pontos negativos a necessidade de mais tempo para preparar os mapas com dados pré-existentes, investimento pessoal (formação de profissionais capacitados a trabalharem com geoprocessamento), passível de imprecisão, uma vez que os dados coletados para a caracterização ambiental podem não ser exatamente o encontrado em pontos a serem avaliados quanto à vulnerabilidade.

Entretanto, a maioria dos trabalhos que realizam avaliação ambiental tende apenas a caracterizá-los de forma qualitativa, indicar possíveis consequências e formas de reparação (e.g. LINO, 2001; FERREIRA; HORTA, 2001; FERREIRA, 2002; OLIVEIRA; TIMO, 2005; LOBO et al., 2009; FERREIRA, C., 2010). Esses trabalhos apresentam avaliações rápidas, outras vezes mais apuradas, mas não são passíveis de comparação quanto a que caverna

encontra-se mais vulnerável, com perigo de parar de existir, relativamente estável, entre outros.

De tal modo, pode-se inferir que todos esses trabalhos apresentam uma boa caracterização de como se apresentam as cavernas estudadas quanto aos impactos que apresentam. Mas para prover diagnósticos rápidos, facilitar comparações, indicações de cavernas de alta relevância a terem preferência de conservação, indicações de áreas a serem protegidas com UCs, dentre outras facilidades a metodologia presente neste trabalho é sugerida.

4.5 CONSTRUÇÃO DE UM PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE CAVERNAS PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU RESTAURAÇÃO

4.5.1 O protocolo rápido de análise de estado de cavernas para priorizar ações de conservação e/ou restauração

Para a análise foram utilizados 16 indicadores distribuídos entre meio interno e externo, já que os dois são interdependentes, mas possuem características distintas. Há indicadores de características gerais, amplas e os de caráter mais específico, que requerem um maior grau de estudo da caverna a ser avaliada. A ficha possui uma avaliação quantitativa em termos de ausência e presença de características e com informações a serem colocadas em patamares.

Abaixo estão descritos os indicadores utilizados para caracterização dos ambientes interno e externo.

No ambiente interno os indicadores são:

BIÓTICOS

a) ocorrência de animais com troglomorfo (como despigmentação, ausência de olhos, apêndices alongados etc.), possível troglóbio - animais restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos: a existência de seres vivos extremamente adaptados à vida cavernícola, endêmicos e que necessitam de um ambiente equilibrado, com características constantes para sobreviver. Indica necessidade de conservação da caverna, uma vez que todo organismo troglóbio é considerado em risco de extinção. Já a

ausência sugere apenas que naquele ambiente não foi encontrada esse tipo de fauna, o que pode ocorrer sem ligação com estado de conservação da caverna;

- b) grupo de animais encontrados nas cavernas:** invertebrados e vertebrados tendem a utilizar o ambiente cavernícola de formas diferentes, assim a existência de ambos aumenta os tipos de relações ecológicas dentro da cavidade natural;
- c) ocorrência da fauna interna de invertebrados:** quanto maior a riqueza melhor, pois se tende a aumentar o índice de diversidade. A pontuação deve ser dada a partir quantidade das morfoespécies encontradas. A divisão entre pequena, média e alta riqueza foi estipulada de acordo com critérios sugeridos por Souza-Silva (2008);
- d) riqueza de grupos de morcegos (observar guano existente dentro da caverna e se possível identificar as espécies):** cada tipo de grupo trófico a que os morcegos pertencem possuem contribuições diferentes ao meio externo e composição de fauna de invertebrados diferentes em cada tipo de guano. Dentre os grupos tróficos foram feitas quatro categorias com pontuações crescentes de acordo com a alimentação apresentada pelo morcego e sua influencia no meio externo. A pontuação para esse tópico deve ser dada pelo grupo encontrado com maior valor atribuído;
- e) sítio paleontológico - presença de fósseis (inteiros ou fragmentos de animais ou vegetais) e/ou icnofósseis (vestígios de atividade vital de antigos organismos, como pegadas e perfurações):** a presença de fósseis possibilita contribuições para a área da evolução, taxonomia e sistemática;

ANTRÓPICOS

- f) descaracterização visível do ambiente (agentes como: grades, lixo, pichação, iluminação artificial, dedetização, escadas, coleta predatória de componentes biológicos...):** a descaracterização por si só é um grande indicador de degradação, de falta de conservação, já que as características ambientais e/ou biológicas foram alteradas para melhor servir ao homem. Esse tipo de degradação pode afetar a comunidade e as características físicas da caverna, indicando necessidade de restauração para manutenção da dinâmica do ambiente;
- g) sítio arqueológico - local com vestígios de atividades (pinturas, fogueiras, sepulturas, ferramentas de pedra lascada, etc.) de seres humanos que viveram antes do início de nossa civilização:** a presença de achados arqueológicos possibilita o conhecimento da história humana, dos costumes e de culturas antigas;
- h) beleza cênica (qualidade estética de uma paisagem aos olhos da população que a frequenta.):** tende a auxiliar na produção de mitos e lendas e na conservação de cavernas

como templos de beleza natural;

- i) **patrimônio cultural (é o conjunto de todos os bens, materiais ou imateriais, que, pelo seu valor próprio, deve ser considerado de interesse relevante para a permanência e a identidade da cultura de um povo):** a cavidade que apresenta esse atributo faz parte do imaginário da população humana que a envolve e possui importância histórica e cultural;

ABIÓTICOS

- j) **espeleotemas: em relação à quantidade de exemplares de tipos diferentes em bom estado:** quanto maior a diversidade de espeleotemas mais ornamentada a caverna, o que tende a aumentar seus atributos morfológicos e sua beleza cênica. Assim, só se contam aqueles que não estejam danificados;
- k) **presença de corpo d'água permanente (rios, lagos, lagoas subterrâneas e/ou superficiais internos):** a presença aumenta os tipos de habitats a serem colonizados dentro da caverna, serve como mais um aporte energético e indica alta relação com o meio externo, podendo servir indiretamente como aporte de água para as populações do entorno.

No ambiente externo os indicadores serão:

BIÓTICO

- l) **tipo de ocupação no entorno da caverna (principal atividade):** presença do bioma característico da região é o melhor tipo de ocupação do solo, com possibilidade de fornecer mais aporte energético para a fauna interna a partir de serrapilheira e guano, por exemplo. O ambiente natural modificado para pastagem, agricultura ou recém reflorestado possui menor aporte energético a ser oferecido para a fauna externa, diminui a presença de animais silvestres na área e diminui alimentos para outros organismos. Assim, animais que saem da caverna para poder se alimentar, precisam ir mais longe para encontrar seu alimento. A descaracterização do ambiente externo para uma paisagem residencial, comercial ou industrial agrava as características negativas presentes em ambientes naturais descaracterizados e podem contribuir ainda mais na poluição da água, do ar e do solo;

ABIÓTICO

- m) **heterogeneidade ambiental do Carste (presença de outras paisagens cársticas no entorno das cavernas – como lapiás, dolinas, uvalas, e poliés):** quanto maior a quantidade de feições cársticas no entorno de cavernas, maior a propensão de encontrar outras CNS ainda não localizadas na região e mesmo indica uma área de grande importância geológica e geomorfológica com necessidade de conservação;

ANTRÓPICOS

- n) **localização em Unidade de Conservação:** a localização dentro de unidades de

conservação (UC) indicam a priorização para esses ambientes serem protegidos, em maior intensidade nas de proteção integral. Entretanto, não indica que as localizadas fora de UC não tenham importância;

- o) alteração antrópica de origem doméstica urbana ou industrial visível no ambiente (lixo, esgoto, fábricas, siderurgias, queimadas, plantas exóticas, coleta predatória de componentes biológicos):** alterações antrópicas podem contaminar a cadeia alimentar e formar novos micro-ecossistemas, modificando as características do ambiente. Queimadas e desnudamento do solo podem causar poluição e/ou favorecer a erosão, o que pode abalar as características geológicas e geomorfológicas da região e dizimar espécies da flora nativa;
- p) presença de construções ou grandes modificações ambientais (como: estrada, núcleo urbano, mineração, agropecuária,...) medida por distância em m a partir da entrada da caverna:** essas características descaracterizam de forma mais direta e incisiva, agravando as características negativas que podem estar presentes por alterações de origem urbana ou industrial, podendo contribuir mais na poluição da água, do ar e do solo e no abalo de estruturas geológicas e geomorfológicas da região.

As pontuações empregadas para cada característica analisada foram somadas e foi encontrado o resultado para o estado da caverna, o que tornará possível a sua classificação. Valores iguais ou menores que 42 pontos indicam baixa prioridade de conservação/restauração, os valores encontrados de 43 a 86 pontos sugerem média prioridade de conservação/restauração e valores a partir de 87 pontos explicitam alta prioridade de conservação/restauração.

4.5.2 Estado das cavernas estudadas

Todas as cavernas estudadas não apresentaram o entorno com heterogeneidade ambiental, com a presença de outras formações cársticas características, não estão inseridas em Unidade de Conservação e em seus meios hipógeos não foram encontradas espécies troglomórficas.

A Gruta Aventureiros possui fauna de vertebrados e invertebrados aquáticos e terrestres, sendo sua riqueza de invertebrados terrestres caracterizada como média, com 57

morfoespécies identificadas. E sua fauna de quirópteros composta por hematófagos, nectarívoros e frugívoros.

Não possui sítio paleontológico e arqueológico. Não é reconhecida como patrimônio cultural pela população do entorno, mas possui beleza cênica média com a presença de estalactites, colunas, escorrimentos e cortinas e é a única caverna da região com presença de corpo d'água permanente.

Seu meio epígeo possui vegetação de Mata Atlântica e é o mais conservado dentre os entornos presentes nas cavernas de Laranjeiras, com estrada asfaltada distando cerca de 1.500 metros da caverna e plantação de cana-de-açúcar com menos de 1.000 metros de distância da caverna. Essas características atribuíram 57 pontos a essa cavidade, sendo assim a segunda mais prioritária para dar início a ações de conservação.

A Gruta da Janela apresenta fauna de vertebrados e invertebrados terrestres, com alta riqueza, apresentando 79 morfoespécies de invertebrados terrestres identificados e fauna de quirópteros constituída por insetívoros, nectarívoros e frugívoros. Não é reconhecida como patrimônio cultural, não apresenta sítio paleontológico e arqueológico, não há descaracterização visível do ambiente interno.

Sua beleza cênica é baixa, mas apresenta estalactites, cortinas e escorrimentos localizados em pontos isolados da cavidade. A área ao seu redor foi reflorestada, estando em regeneração. Localiza-se próxima da área de retirada de calcário da CIMESA, distando do local das explosões cerca de 1.000 a 1.500 metros. Suas características a atribuíram 52 pontos, o que a torna a terceira mais prioritária para se iniciar ações de conservação.

Na Gruta da Raposa há presença de fauna de vertebrados e invertebrados terrestres, com 78 morfoespécies de invertebrados e morcegos insetívoros, nectarívoros e frugívoros. Não possui sítio arqueológico, nem descaracterização visível do ambiente. Sua beleza cênica é média, com a presença de estalactites, escorrimentos, estalagmites, colunas e cortinas e possui sítio paleontológico de vertebrados e invertebrados marinhos do Cretáceo, mas não é considerada pela população do entorno patrimônio cultural.

Em seu entorno encontra-se grandes modificações ambientais, principalmente pastagem para gado. Com esses atributos possui 69 pontos o que lhe torna a caverna mais prioritária para ações de conservação do meio hipógeo e restauração do meio epígeo.

A Gruta do Tramandaí é habitat para fauna de vertebrados e invertebrados terrestres. Possui 68 morfoespécies de invertebrados identificados e quirópteros de alimentação hematófaga, insetívora, nectarívora e frugívora.

Não apresenta indícios de sítio paleontológico e arqueológico, seu meio hipógeo está visivelmente descaracterizado, possuindo baixa beleza cênica, mesmo apresentando estalactites, cortinas e escorrimentos. Seu entorno está em regeneração, com reflorestamento natural, mas apresenta espécies exóticas entre as nativas e uma estrada asfaltada e núcleo urbano localizados a menos de 500 metros de distância. Essas características fazem com que a prioridade de conservação e restauração seja baixa, em relação às demais cavernas, com seus 35 pontos que a colocam em último lugar na lista de cavernas a serem priorizadas.

A Gruta da Matriana é considerada pela população do entorno um patrimônio cultural e possui fauna de vertebrados e invertebrados terrestres e exemplares de invertebrados aquáticos que se utilizam dos interstícios das rochas onde se acumula água. Sua riqueza de invertebrados é a segunda maior para o município, com 91 morfoespécies identificadas.

Não apresenta fauna de morcegos, sítio paleontológico e arqueológico. Sua beleza cênica é média, mesmo com a ausência de espeleotemas. Em seu entorno predomina o cultivo de cana-de-açúcar e dista a menos de 1.000 metros de uma estrada asfaltada. Assim apresenta 47 pontos, o que a caracteriza como a sexta caverna a ser priorizada para ações de conservação e restauração.

A Gruta da Pseudomatriana apresenta fauna de vertebrados e invertebrados terrestres com alta riqueza de invertebrados (89 morfoespécies) e presença de morcegos hematófagos, nectarívoros e frugívoros. Não possui sítio paleontológico e arqueológico, e mesmo não sendo descaracterizada visivelmente possui baixa beleza cênica (com cortinas e escorrimentos como espeleotemas) e não é considerada patrimônio cultural pela população do entorno.

A área ao seu redor é de reflorestamento na parte mais próxima de sua entrada, mas em menos de 100 metros encontra-se plantação de cana-de-açúcar e uma estrada asfaltada passa a cerca de 2.000 metros da caverna. Dessa forma, essa caverna é considerada a quinta prioritária para ações de conservação e restauração, apresentando 48 pontos no protocolo.

Na Gruta dos Orixás encontra-se fauna de vertebrados e invertebrados terrestres, sendo alta sua riqueza de invertebrados (70 morfoespécies) e possuindo morcegos frugívoros e nectarívoros. Não há evidências de sítio paleontológico e arqueológico em seu interior e nem de descaracterização visível do ambiente.

Possui beleza cênica baixa com pequena quantidade de espeleotemas (estalactite, estalagmite e escorrimento) presentes no segundo salão. Seu entorno está em regeneração com reflorestamento, mas possui plantas de espécies exóticas e dista a menos de 1.000 metros de núcleo urbano e a menos de 2.000 metros de local de mineração. Com esses atributos possui

40 pontos o que lhe tornam a sétima caverna mais prioritária para ações de conservação do meio hipógeo e restauração do meio epígeo.

A Gruta Raposinha possui fauna de vertebrados e invertebrados terrestres, apresentando média riqueza de invertebrados (49 morfoespécies) e morcegos nectarívoros e frugívoros. Está inserida em área de agropecuária, seu meio epígeo e hipógeo estão visivelmente descaracterizados, sendo este último de baixa beleza cênica com a maioria de seus espeleotemas (estalactites e cortinas) quebrados. Dessa maneira, é a oitava caverna a ser priorizada para ações de conservação e restauração atingindo apenas 40 pontos no protocolo de avaliação de estado.

A Gruta da Pedra Furada é considerada patrimônio cultural pela população do entorno, mesmo não possuindo sítio arqueológico e paleontológico. Sua beleza cênica é média, com a presença de estalactites (maioria quebradas) e escorrimentos.

Possui fauna de vertebrados e invertebrados terrestres e exemplares de invertebrados aquáticos (gastrópodes). A riqueza da fauna de invertebrados é a maior entre as cavernas do município, com 141 morfoespécies identificadas e apresenta morcegos frugívoros e nectarívoros.

Há descaracterização visível em seus meios epígeo e hipógeo e localiza-se em área de agropecuária, próxima a núcleo urbano e distando cerca de 2.000 metros de área de mineração. Seus 48 pontos a colocam como quarta caverna prioritária para iniciar ações de conservação e restauração.

4.5.3 Análise para priorizar ações de conservação e/ou restauração

A partir de todas as análises realizadas anteriormente nota-se que nem sempre as cavidades com maior vulnerabilidade quanto à exposição a impactos ambientais são as que possuem maior prioridade para ações de conservação/restauração (Tabela 4.15). Isso é perceptível na Gruta Raposinha, por exemplo, que é a segunda mais impactada, caracterizando-se como vulnerável, mas que ao mesmo tempo possui atributos que apenas lhe rendem a oitava posição na priorização para dar início a ações de conservação/restauração.

Há cavernas, como a Gruta Aventureiros e Gruta da Janela, que necessitam apenas de ações de conservação para manter estáveis suas características ambientais. Enquanto existem outras que precisam também de ações de restauração de suas características, como a Gruta da

Raposa, Gruta do Tramandaí, Gruta da Matriana, Gruta da Pseudomatriana, Gruta Raposinha e Gruta da Pedra Furada.

Para a restauração do meio epígeo, é necessário pôr em prática a legislação vigente que indica um perímetro mínimo de 250 metros de raio do entorno de cada caverna conservado (BRASIL, 2004). Encerrar atividades de agropecuária, retirar aos poucos as espécies exóticas e repor a vegetação nativa utilizando modelos agroflorestais ou de espécies nativas são ações que auxiliaram na restauração do meio epígeo e colaboram com a conservação das cavernas.

Há ainda a possibilidade de com esse entorno restaurado implantar corredores ecológicos entre as cavernas, uma vez que são próximas umas das outras e intensificaria a conservação das áreas de influência das cavernas (MARRA, 2008). Incentivar a criação e implementação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) no entorno de cavernas com alta riqueza de fauna hipógea e com vegetação natural ou em recuperação também é uma opção pertinente (SOUZA-SILVA, 2008).

Tabela 4.15: Avaliação dos impactos ambientais e ordenação de prioridades de conservação/restauração das cavernas de Laranjeiras/SE. 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); Riqueza da fauna interna (Riqfau); Riqueza da flora externa (Riqveg); Ordenamento das cavernas quanto a impacto ambiental (OIA); Situação da caverna quanto a impacto ambiental (SC); Ordenamento das cavernas quanto a prioridade de conservação/restauração (OCR); Prioridade da caverna quanto a conservação/restauração (PC); Relativamente estável (RE); Vulnerável (VU); Pequena (P); Média (M).

Cod Cav	Riqfau	Riqveg	OIA	SC	OCR	PC
CAV1	57	12	1	RE	2	M
CAV2	79	14	5	RE	3	M
CAV3	78	4	3	RE	1	M
CAV4	67	15	6	RE	9	P
CAV5	91	7	2	RE	6	M
CAV6	89	14	4	RE	5	M
CAV7	70	14	7	RE	7	P
CAV8	49	9	8	VU	8	P
CAV9	141	15	9	VU	4	M

Cavernas consideradas Patrimônio Cultural pela população do entorno podem ser tombadas, a exemplo da Gruta da Pedra Furada e Gruta da Pseudomatriana. O Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN) é o órgão responsável por tornar determinado bem (ambiental, cultural, histórico ou arquitetônico) com intenção de proteger sua integridade física e resguardar sua memória.

O tombamento não torna o bem indisponível, seu uso é permitido desde que devidamente autorizado e acompanhado pelo órgão competente. Assim, o turismo ainda pode ocorrer nesses locais (MARRA, 2008).

Todas as cavernas que sofreram atividades antrópicas, incluindo turismo, devem possuir planos de recuperação e manejo implementados. Para auxiliar a restauração do meio hipógeo é necessária intervenção e manejo através da retirada do lixo, limpeza de espeleotemas e paredes pintadas (HILDRETH-WERKER; WERKER, 2006).

4.5.4 Análise dos protocolos de avaliação rápida utilizados em conjunto

Os índices propostos para classificar as cavernas em conservadas ou não-conservadas e para priorizar a conservação/restauração servem como parâmetro para conservação da fauna e flora associada. Com os índices identifica-se o que causou impacto ambiental, quais os efeitos e magnitude desses impactos, o que deve ser restaurado, o que deve ser conservado em cada caverna e em quais cavernas as ações de conservação/restauração devem começar primeiro.

O ordenamento quanto à vulnerabilidade decorrente de impacto ambiental e quanto à priorização de cavernas para dar início a ações de conservação e restauração podem auxiliar na tomada de decisão de que cavernas devem receber mais atenção inicialmente. Mas não há sugestão de que as demais sejam postas de lado, apenas indica por quais cavernas devem iniciar as ações.

O protocolo para analisar o estado de cavernas não tem a intenção de substituir a IN nº 2 de 20 de agosto de 2009, mas de auxiliá-la. Essa instrução normativa indica, através de critérios determinados, a relevância das cavernas de máxima à mínima. A IN está mal elaborada e urgentemente deve ser revista, situação que não cabe a esse trabalho.

O Decreto de nº 6.640, de 7 de novembro de 2008 indica as ações que podem ser tomadas caso uma caverna venha a ser suprimida, desde que essa seja de alta, média ou baixa relevância. Assim, partindo-se do pressuposto que para cavernas de alta relevância, caso uma deva ser extinguida outras duas devem ser conservadas, este protocolo, junto com o de avaliação rápida de impacto ambiental, propõe-se a auxiliar nessa escolha trazendo critérios a serem observados para ranquear as cavernas de acordo com suas características indicando as prioritárias a serem escolhidas. Quanto maior a quantidade de características que necessitam

ser conservadas/restauradas, maior a pontuação e maior a urgência da caverna ter ações efetivadas para tal.

Este mesmo protocolo também pode ser utilizado para indicar cavernas que devem ter planos de manejo elaborados mais urgentemente, que não devem ser suprimidas enquanto são de alta relevância em uma mesma área com outras de alta relevância e que precisam de restauração de seus atributos mais rapidamente.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que se possa realizar a conservação de um ecossistema é necessário, antes de tudo, conhecê-lo. O que se deseja conservar? O ambiente é dinâmico e essa característica exprime que se trabalha com o estado em que esse se encontra em um determinado momento. O anseio de conservar as cavidades naturais do município de Laranjeiras, Sergipe incitou a necessidade de realizar estudos que indicassem o estado em que se encontravam.

As cavernas se relacionam de forma interdependente com o meio externo, característica essa que estimulou a organização da pesquisa em etapas que considerassem tanto o meio interno quanto o meio externo. As análises ocorreram concomitantemente para que o trabalho fluísse no tempo almejado. Observaram-se as características da flora do entorno, da fauna de vertebrados e invertebrados do meio interno, sendo essa última mais aprofundada, uma vez que compunha a maior parcela residente das cavernas. Além das características bióticas, os fatores abióticos das cavidades e entornos também foram estudados.

A partir de suas características, este trabalho apresenta o estado de conservação em que se encontram as cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. Quanto à flora do entorno, o grande número de espécies pioneiras com remanescentes apresentando espécies exóticas mostra que a maioria dos fragmentos está em estágio secundário pioneiro de sucessão. Resultado que realça a não efetivação da legislação referente às cavidades naturais e indica a importância de conservar o fragmento, e reafirmar o potencial de cada um dos remanescentes como um importante habitat e local de disposição de matéria orgânica e consequentes recursos alimentares para as espécies da região e mesmo para o meio hipógeo cavernícola.

Em relação à fauna, apesar de não terem sido encontradas espécies troglomórficas nas cavernas estudadas de Laranjeiras, essas têm expressiva singularidade, pois mesmo possuindo pequeno desenvolvimento apresentam baixos valores de similaridade da fauna de invertebrados, indicando que cada cavidade é um ecossistema único. Ademais, algumas cavidades possuem importância quanto à saúde pública das populações humanas que habitam em seu entorno, pois alojam exemplares da fauna que podem causar danos à saúde.

A presença significativa da aranha-marrom (*Loxocles* sp.1 e *Loxocles* sp.2) nas cavernas Gruta Aventureiros, Gruta do Tramandaí, Gruta da Matriana, Gruta da Pseudomatriana (apresentou maior abundância para ambas as espécies) e Gruta da Pedra

Furada (apenas na parte mais fechada) incide na necessidade de evitar perturbações no ambiente cavernícola, e de proteger de impactos ambientais essas cavernas. Uma vez que em áreas degradadas existe uma maior probabilidade de dispersão dessa aranha para as áreas peridomiciliares e domiciliares, comparando-se com regiões conservadas ou com baixa alteração ambiental (SILVA, 2006).

Do mesmo modo, a presença de *Lutzomyia* sp.1 na Gruta da Janela indica que essa caverna deve sofrer o mínimo de perturbações e deve ser protegida de impactos que façam com que essa população residente de possíveis disseminadores de leishmaniose se espalhe para as áreas peridomiciliares e domiciliares, as quais ficam, como em todas as outras cavernas, bastante próximas. Isso incide no maior cuidado que os visitantes dessas cavernas devam ter para se proteger de possíveis acidentes com aranha-marrom por esmagamento e por picada de mosquito-palha.

Além de caracterizar as cavernas quanto à fauna e flora associada e características abióticas, para saber o quão conservadas as cavernas estavam, era necessário observar os impactos que sofriam. Dessa forma, o protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental também foi elaborado e posto em prática. Paralelamente, para indicar por quais cavernas iniciar as ações de conservação e / ou restauração, o protocolo de avaliação rápida de estado de cavernas foi construído e posto em prática para analisar as características intrínsecas ao ambiente cavernícola.

Com os protocolos observou-se que todas as cavidades naturais apresentam impactos ambientais influenciando seus ambientes, ao mesmo tempo em que contêm condições ecológicas heterogêneas. Essas condições são principalmente em termos de grandes populações de morcegos (Gruta da Janela, Gruta da Raposa e Gruta da Pseudomatriana) e disponibilidade de microhabitats e recursos tróficos (presença de guano de morcegos hematófago, insetívoro e frugívoro; blocos caídos; curso de água; raízes; e serrapilheira nas diferentes cavidades naturais).

Oito das nove cavernas presentes neste estudo estão localizadas em propriedades particulares e nenhuma faz parte de unidade de conservação, apenas a Gruta Aventureiros encontra-se em área de proteção permanente, por estar em área de mata ciliar. É preocupante o fato de nenhuma das cavernas estudadas encontrarem-se inseridas em Unidade de Conservação (UC).

Muitas das ações mitigadoras propostas são dependentes do diálogo entre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ADEMA, Prefeitura de Laranjeiras e os donos das

propriedades. Com isso, todos os impactos encontrados podem ser solucionados via políticas públicas já existentes e previstas em legislação específica.

Diante dos impactos e consequências apresentadas por esses, sugere-se a elaboração de um planejamento municipal constituído de programas de: fiscalização e monitoramento ambiental para conter os impactos ambientais; restauração ambiental e recuperação paisagística dos locais onde ocorreram mineração, desmatamento e queimadas; educação ambiental aliando a conservação da cultura e do ambiente, principalmente sobre a Mata Atlântica, Espeleologia, mitos e lendas das cavernas de Laranjeiras e forma correta de descarte de lixo; compensação ambiental para as áreas de uso agro-pastoris; e ordenamento territorial.

Esses programas devem ser levados ao conhecimento da população do entorno para que a mesma tenha consciência de sua importância e dê sugestões de como cada um pode ocorrer e de como ela, como ator social, pode ajudar nas suas implementações.

Para colocar em prática as medidas mitigadoras sugeridas não é necessária, obrigatoriamente, a institucionalização de UC, mas há de se convir que essa prática pode trazer benefícios imediatos e à longo prazo para as cavidades naturais e seus arredores no município de Laranjeiras.

Dentre as categorias de proteção integral, as compatíveis com a proteção do Patrimônio Espeleológico são Parque Nacional (PARNA) e Monumento Natural (MN). Sendo essa última a que melhor se enquadra, uma vez que as cavernas fazem parte da cultura local e possibilita a existência de propriedades públicas e particulares dentro da UC.

Há uma intensa discussão ideológica por trás das unidades de proteção integral das cavidades naturais que tenham condição de serem colocadas em prática no município de Laranjeiras. Porém o que inviabiliza esse tipo de UC é o formato de proteção integral com o uso indireto de seus recursos. No entorno das cavernas do município existe a presença de comunidades tradicionais, que utilizam direta e indiretamente os recursos, assim como os proprietários das usinas de cana-de-açúcar, fábrica de cimento, os quais podem dificultar a implantação efetiva desse tipo de UC.

O município de Laranjeiras apresenta tombamento da sua sede como patrimônio histórico e cultural já realizado pelo IPHAN e há presença de populações tradicionais com costumes e usos diretos dos recursos provenientes da área a ser institucionalizada como UC. Contudo, existem outros atores com interesses específicos na região, como usinas de cana-de-açúcar e fábrica de cimento que podem dificultar a implantação efetiva de uma Unidade de Conservação Integral.

Dessa maneira, é interessante observar as categorias de UCs de Uso Sustentável que mais se adequam à proteção do Patrimônio Espeleológico. Dentre as categorias a Área de Proteção Ambiental (APA), a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), a Reserva Extrativista (RESEX), a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) são as mais adequadas. Partindo-se das características de cada uma dessas categorias, as mais viáveis para Laranjeiras seriam a RPPN e a APA. Como a RPPN é de natureza privada e, conseqüentemente, sua gestão não é de competência do poder público, indica-se que a UC a ser institucionalizada no município de Laranjeiras seja uma APA, a qual englobaria todo o território.

Essa escolha trará um melhor encaixe dentro da realidade da região e um melhor ordenamento do uso do território. E as propriedades particulares poderão estar presentes, desde que respeitando os limites constitucionais, já que as cavernas e mesmo a zona de amortecimento localizam-se em uma área com ocupação de comunidades humanas. Com isso, a APA conservaria tanto o ambiente que abrange, incluindo aí as cavernas, quanto à cultura do município, o qual possui grande acervo histórico e cultural. De todo modo, qualquer tipo de UC escolhida trará uma melhoria à realidade e à conservação do acervo espeleológico da região e conseqüentemente um melhor ordenamento do uso e ocupação do solo do município de Laranjeiras.

Laranjeiras é o primeiro município sergipano que possui seu patrimônio espeleológico estudado sistematicamente. Entretanto, há ainda muito a se conhecer quanto à Taxonomia, Ecologia, Geologia e Geomorfologia das cavernas já estudadas nesta pesquisa como também é necessário o início de pesquisas sistemáticas dessa natureza em cavernas encontradas em outros municípios.

Em paralelo, são necessárias pesquisas que estudem as relações existentes entre o Patrimônio Espeleológico (PE) e a comunidade do entorno, uma vez que os sentidos que essa comunidade atribui aos componentes do PE, como as cavernas, sugerem as formas que essas populações se relacionam com o PE. Como o tipo de uso e de atividade realizada no entorno influencia de forma direta ou indireta a conservação do Patrimônio Espeleológico, em especial as cavernas, entender os valores e as memórias associadas ao ambiente cavernícola possibilitará compreender o porquê do estado em que se encontram as cavernas e como proceder para, trabalhando diretamente com essa população ela mesma sentir necessidade e se dispor a conservar esse patrimônio.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- AFP. Colombiano criava cinco filhos em caverna. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 3, n. 35, 15 ago. 2010.
- AGÊNCIA ECCLESIA. Gruta da Anunciação em Nazaré. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 2, n. 16, 15 jan. 2009.
- ALMEIDA, B.J.M. de. **As aves limícolas migratórias nas praias de Aracaju: avaliação da influência antrópica e contribuição para ações de desenvolvimento costeiro**. 2009. 90p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.
- ALMEIDA, J.R. de. **Ciências Ambientais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex, 2008.
- ÂNGELO, C. Governo para obra que destruiu caverna com o maior lago do Brasil. **FOLHA.com**, Brasília, 23 set. 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/803392-governo-para-obra-que-destruiu-caverna-com-o-maior-lago-do-brasil.shtml>>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, Apr. 2003. p. 399-436.
- AULER, A. **Relatório nº1: relevância de cavidades naturais subterrâneas – contextualização, impactos ambientais e aspectos jurídicos**. Brasília: MME/PNUD, jul. 2006.
- AULER, A.; BRANDI, R.; RUBIOLLI, E. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.
- AULER, A.; ZOGBI, L. **Espeleologia: noções básicas**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005.
- AVELAR, M. Homem vive dentro de gruta desde 1997. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 2, n. 17, 15 fev. 2009.
- AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia dos Trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BAHIA, G.R.; FERREIRA, R.L. Influência das características físicoquímicas e da matéria orgânica de depósitos recentes de guano de morcego na riqueza e diversidade de invertebrados de uma caverna calcária. **Revista brasileira de Zoociências**. Juiz de Fora. v. 7, n. 1, Jun. 2005. p. 165-180.
- BÁRÁNY-KEVEI, I. Human impact on Hungarian Karst Terrains, with special regard to silviculture. **Acta Carsologica**. v. 32, n. 2, 2003. p. 175-185.
- BARBOSA, E.P.; TRAVASSOS, L.E.P. Caves, stories, history and popular traditions in the semi-desert (sertão) of Bahia, northeastern Brazil. **Acta Carsologica**. Postojna, v. 37, n. 2-3, 2008. p. 331-338.
- BARRETO, E.A. de S. et al. 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. et al. Influências paleoclimáticas na morfologia cárstica de Sergipe. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 6. **Anais (CD-ROM)**. Aracaju, SE, 2004.

BASTOS, M.; SILVA, I. A. **Restauração, reabilitação e reconversão na Recuperação paisagística de minas e pedreiras**. Disponível em: <http://www.visaconsultores.com/pdf/ANIET_2006_MBIS_artigo.pdf>. Acesso em 7 dez. 2010.

BIGARELLA, J.J.et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed.UFSC, 1994.

BOVET, M. T.; RIBAS, J. Metodologia general de los estudios de paisaje. In: BOLÓS, M. (Org.) **Manual de Ciência del Paisaje**. Teoria, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson S.A., 1992. p. 123-134.

BRANCO, S.M. **Ecossistêmica: Uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo: Edgar Blücher, 1989.

BRANCO, S.M. **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Moderna. (Coleção Polêmica), 1998.

BRANNER, J.C. The Cretaceous and Tertiary Geology of the Sergipe - Alagoas basin of Brazil. **Transactions of the American Philosophical Society – New series**. v. 16, n. 3, 1888, p. 369-434.

BRASIL. **Constituição (1988)**: Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Disponível em:

<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/con1988/CON1988_31.12.2003/CON1988.htm>. Acesso em: 28 jan. 2010.

_____. **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.

_____. **Decreto Federal nº 99.556/90, de 1º de outubro de 1990**. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências, 1990. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/decretos/1990_Dec_Fed_99556.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2010.

_____. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-normaatualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

_____. **Lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007**. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11516.htm>. Acesso em: 28 jan. 2010.

_____. **Portaria nº 78, de 3 de setembro de 2009**. Cria os Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/leis/Portaria_ICMbio_78_2009.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2011.

_____. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação do Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio

Ambiente. Brasília, 1986. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 09 nov. 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004**. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico, 2004. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>>. Acesso em: 28 jan. 2010.

BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and climax species in tropical central american lowland rainforest. **Tropical Ecology**, Varanas, v. 11, 1970. p. 44-48.

CALAFORRA, J.M. et al. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. **Environmental Conservation**, v. 30, n. 2, 2003. p. 160-167.

CARMO, F.F. do. **Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais**. 2010. 98p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

CARTELLE, C. **Tempo Passado: mamíferos do Pleistoceno de Minas Gerais**. Minas Gerais: Acesita, 1994.

CARVALHO, M.S.S. de; GALLO, V. The presence of *Ptychodus* (Chondrichthyes, Hybodontoidae) 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. et al. Ambientes Cársticos. In: FLORENZANO, T.G. (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

CECAV. **Proposta do Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco**. Brasília: CECAV/IBAMA, 2010.

CHRISTOFOLLETI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: ed. Edgard Blücher, 1980.

CIENTEC. **Mata Nativa 2: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas**. Viçosa: CIENTEC, 2006.

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. 1 CD-ROM.

CRUZ, J. B.; REINO, J. R.; MEDEIROS, R. C. S. Histórico e contextualização legal. In: CECAV. **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010. p. 153-168. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav//modulos/downloads/Curso_Espeleologia_Licenciamento_Ambiental.pdf>. Acesso em: 01 out. 2011.

CULVER, D.C.; PIPAN, T. **The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats**. New York: Oxford University Press Inc., 2009.

DANTAS, M. A. T. Primeiro registro de fósseis de mamíferos pleistocênicos em caverna de Sergipe, Brasil. **Rev. bras. paleontol.** v. 12, n. 2, maio/ago. 2009. p. 161-164.

DANTAS, M. A. T. et al. Inventário Espeleológico de Sergipe: As cavernas de Laranjeiras In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009, Montes Claros, MG. **Anais**, 2009. p. 43-50.

- DANTAS, M.A.T.; DONATO, C.R. Registro de Lontra longicaudis (Olfers, 1818) na caverna da Pedra Branca, Maruim, Sergipe, Brasil. **Scientia Plena**. v. 7, n. 8, 2011. p. 1-4.
- DIÁRIO DO NORDESTE. Gruta franciscana. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 2, n. 16, 15 jan. 2009.
- 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., DANTAS, M. A. T. Utilização de CD-ROM como instrumento de aprendizagem significativa sobre a Bioespeleologia sergipana In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009, Montes Claros, MG. **Anais**, 2009. p. 51-56.
- DONATO, C.R. et al. Levantamento espeleológico de Sergipe: o impacto ambiental nas cavernas sergipanas. In: Encontro de Iniciação Científica, 16. São Cristóvão, SE. **Cd de resumos**, 2006d.
- DONATO, C.R. et al. Ocorrência de Cardisoma guanhumi (Decapoda, Gecarcinidae) na caverna de Pedra Branca, Laranjeiras, Sergipe. In: Congresso Internacional Sobre Manejo da Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina, 7. Ilhéus, BA. **Boletim de Resumos...**, 2006a.
- DONATO, C.R. et al. Análise preliminar dos morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) da caverna de Pedra Branca, Laranjeiras, Sergipe. In: Congresso Internacional Sobre Manejo da Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina, 7. Ilhéus, BA. **Boletim de Resumos...**, 2006b.
- DONATO, C.R. et al. Análise preliminar da classificação ecológica dos representantes faunísticos da caverna de Pedra Branca, Laranjeiras, Sergipe. In: Congresso Internacional Sobre Manejo da Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina, 7. Ilhéus, BA. **Boletim de Resumos...**, 2006c.
- DREW, D. **Processos Interativos: Homem-Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- EFE. Polícia liberta irmãos de cativeiro. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 2, n. 16, 15 jan 2009.
- ENDAGRO. **Informações Básicas Municipais: Município de Laranjeiras**. ESLOC de Laranjeiras: EMDAGRO, 2008.
- ESBÉRARD, C.E.L. et al. Aspectos da biologia de Lonchorhina aurita no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae). **Bioikos**, v. 11, n. 1-2, Campinas: 1997. p. 46-49.
- ETEROVICK, P.A. et al. Amphibian declines in Brazil. **Biotropica**, Connecticut, v. 37, n. 2, 2005. p. 166-179.
- FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Comunicações – Técnicas Florestais: conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: [s.n.], v. 5, n. 1, dez. 2003.
- FERGUSON-LEE, J.; CHRISTIE, D.A. **Raptors of the world**. Boston/New York: Ed. Houghton Mifflin Company, 2001.
- FERREIRA R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**. v.3, n.17, Grupo Bambui: Belo Horizonte, MG, 2005. p. 106-115.
- FERREIRA, A. S., DANTAS, M. A. T., DONATO, C. R. Ocorrência de Leptodactylus vastus Lutz, 1930 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) na Caverna Toca da Raposa, Simão Dias,

Sergipe In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009, Montes Claros, MG. **Anais**, 2009a. p. 57-62.

FERREIRA, A. S. et al. Levantamento da herpetofauna da gruta Raposinha, Laranjeiras, Sergipe - dados preliminares In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009b, Montes Claros, MG. **Anais**, 2009b. p. 63-68.

FERREIRA, C.F. Análise de impactos ambientais em terrenos cársticos e cavernas. In: CECAV. **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010. p. 123-148. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav//modulos/downloads/Curso_Espeleologia_Licenciamento_Ambiental.pdf>. Acesso em: 01 out. 2011.

_____. **Impactos Ambientais em Cavernas**: estudo de caso das cavidades do Município de Lagoa da Prata - MG. 2002. 137 p. Monografia (Graduação em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2002.

FERREIRA, J.P. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro, v.19, 1959.

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.

FERREIRA, R. L.; PROUS, X. ; MARTINS, R. P. Structure of bat guano communities in a Brazilian dry cave. **Tropical Zoology**, v. 20, 2007. p. 55-74.

FERREIRA, R.L. Biologia subterrânea: conceitos gerais e aplicação na interpretação e análise de estudos de impacto ambiental. In: CECAV. **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010. p. 89-122. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav//modulos/downloads/Curso_Espeleologia_Licenciamento_Ambiental.pdf>. Acesso em: 01 out. 2011.

FERREIRA, R.L. et al. Fauna Subterrânea do Estado do Rio Grande do Norte: caracterização e impactos. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v.1, n.1, 2010. p. 25-51.

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**, v. 4, n. 5/6. 1998. p. 235-241.

_____. Trophic Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Reference to Brazilian Caves. **Tropical Zoology**, v. 2, n. 12, 1999. p. 231-259.

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**, v. 9, n. 2, 1997. p. 30-33.

FERREIRA, R.L.; MARTINS, R. P. Cavernas em risco de “extinção”. **Ciência Hoje**, v. 29, n. 173, 2001. p. 20-28.

FERREIRA, R.L.; HORTA, L.C.S. Natural and human impacts on invertebrate communities in Brazilian caves. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 61, n. 1, 2001. p. 7-17.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**. Instituto de Botânica, São Paulo, 1984.

FOPPEL, E.F.da C. **Ecologia do peixe-boi marinho (Trichechus manatus manatus) e seu relacionamento com as comunidades ribeirinhas no litoral sul do Estado de Sergipe: avaliação para reintroduções de novos espécimes**. 2010. 99p. Dissertação (Mestrado em

Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2010.

FRAGA, I. As casas dos espíritos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, 04 jul. 2011. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/282/as-casas-dos-espirtos>>. Acesso em: 01 ago. 2011.

FRANCO, E. **Biogeografia do Estado de Sergipe**. SEGRASE: Aracaju, 1983.

FREITAS, M.A.; SILVA, T.F.S. **Guia ilustrado: a herpetofauna das caatingas a áreas de altitude do Nordeste brasileiro**. Pelotas: USEB, 2007.

GANDOLFI, S.; LEITAO FILHO, H.; BEZERRA, C. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, 1995. p. 753-767.

GOMES, F. T. M. C.; FERREIRA, R. L.; JACOBI, C. M. Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura, **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 1, n. 2, dez. 2000. p. 77-96.

GOMES, M. **Proposta metodológica para identificação de áreas vulneráveis para a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro**. 2010. 62p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**. v. 4, n. 1, 2001. p. 1-9. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acessado em: 15 ago. 2011.

HARDT, R. Sistema cárstico e impactos antrópicos: considerações sobre o manejo. In: 1º Simpósio de Pós-graduação em Geografia do estado de São Paulo - SIMPGEO/SP e VIII Seminário de Pós-graduação em Geografia da Unesp, 2008, Rio Claro, SP. **Anais**, 2008. p. 1295-1309.

HARTSHORN, G. Neotropical forest dynamics. **Biotropica**, Lawrence, USA, 1980. p. 23-30.

HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J.C. **Cave conservation and restauration**. Alabama, USA: National Speleological Society, 2006

HOLSINGER, R.; CULVER, D. C. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. **Brimleyana**, v. 14, 1988. p. 1-162.

HUNT, M.R.; MILLAR, I. **Cave invertebrate collecting guide**. Wellington, N.Z. Dept. of Conservation, 2001.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília: IBAMA, 1995.

IBGE. **Cadastro Central de Empresas 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

_____. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=28>. Acesso em Acesso em 04 nov. 2010.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Portaria**

Nº 887, de 15 de junho de 1990. Dispõe sobre o uso das cavidades subterrâneas, entre outros. Disponível em:

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=Portaria+N%C2%BA+887%2C+de+15+de+junho+de+1990&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ibama.gov.br%2Fcecaav%2Fdownload.php%3Fid_download%3D47&ei=XsbFTsHII8GI2AXIk9WjCQ&usq=AFQjCNGzNtlfo0PpdNSAEvtJkySvcrTUw>. Acesso em: 09 nov. 2011.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Tombamento definitivo do Conjunto Arquitetônico, Urbanístico e Paisagístico da cidade de Laranjeiras, Sergipe.** Aracaju: IPHAHN, 2009.

JACOMINE, P.K.T. et al. **Levantamento exploratório reconhecimento de solos do estado de Sergipe.** Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas. Ilust. (Brasil. EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas. Boletim Técnico, 36). Brasil. SUDENE, DRN. Divisão de Recursos Renováveis, v. 6, 1975.

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.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses.** London: Behaven Press, 1992.

KOHLER, H.C. Geomorfologia cárstica. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 8. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2008.

KOHLER, H.C.; CASTRO, J.F.M. Geomorfologia cárstica. In: CUNHA, S.B da; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

LEÃO, TC.C.; LÔBO, D.; SILVA, EJ. Conservação, geologia e levantamento da fauna de invertebrados associados ao guano da caverna do Urubu (SE-10), Riachuelo, Sergipe. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 27. Januaria, MG. **Boletim de Resumos...**, 2003.

LINO, C.F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo.** São Paulo: Gaia. 2001.

LÔBO, D. et al. Ocorrência de Geochelone (Reptilia – Testudinidae) no Abismo de Simão Dias, Sergipe, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 27., Januaria, MG. **Resumos Expandidos...**, 2003.

LOBO, H.A.S. Caracterização dos Impactos Ambientais Negativos do Espeleoturismo e Suas Possibilidades de Manejo. In: IV SeminTUR – Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL, 2006, Caxias do Sul, RS. **Anais**, 2006. p. 1-15.

LOBO, H.A.S. et al. Eventos musicais causam impactos no microclima de cavernas? Avaliação das alterações na atmosfera subterrânea da Gruta Morro Preto (Petar, Iporanga-SP). **Geonomos.** v. 17, n. 1, 2009. p. 1-10.

LOBO, H.A.S. et al. Reflexões e propostas para as políticas públicas de espeleoturismo no Brasil. **Revista Global Tourism.** 2007. p. 1-17.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. An equilibrium theory of insular zoogeography. **Evolution**, v. 17, n. 4, 1963. p. 373-387.

MACHADO, P.A. **Coleção temas básicos de ecologia humana.** São Paulo: Cortez Editora, 1984. p. 57-59.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement.** London: University Press Cambridge, 1988.

- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARRA, R.J.C. **Critérios de relevância para classificação de cavernas no Brasil**. 2008. 393p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MEGUERDITCHIAN I. et al. **Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco**: Documento-base. Brasília/DF: ICMBio/CECAV, ago. 2011.
- 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: 2009a. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159>. Acesso em: 28 jan. 2010.
- _____. **Portaria nº 358 de 30 de setembro de 2009**. Cria o Plano Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro. Ministério do Meio Ambiente: 2009b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159>. Acesso em: 28 jan. 2010.
- MORAES-FILHO, O. LEAL, R. A. **Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe**. Salvador: CPRM, 2001.
- NOWAK, R.M. **Walker's mammals of the world**. 6.ed. Maryland: Johns Hopkins, 1999.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment. **Environmental Monographs**, Paris, n. 83, 1993.
- OLIVEIRA, G.P.C.; TIMO, M.B. A proximidade de centros urbanos como fator de degradação do patrimônio espeleológico: uma visão da área do Vale do Ojô em Ouro Preto – MG. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2005, Campinas, SP. **Anais**, 2005. p. 91-97.
- OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C.; JANSEN, D. C.; LIMA, M. F. **Regiões cársticas do Brasil**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes, 2009. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=362>. Acesso em 20 out. 2011.
- OMENA JÚNIOR, R.; MARTINS, C.S. Comportamento reprodutivo e caracterização de sítios de reprodução de galos-da-serra (*Rupicola rupicola*) no Amazonas. **Revista Brasileira de Ornitologia**. v. 15, n. 1, mar. 2007. p. 81-84.
- PARTHASARATHY, N. Tree diversity and distribution in undisturbed and human-impacted sites of tropical wet evergreen forest in southern Western Ghats, India. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 8, n. 10, 1999. p. 1365-1381.
- 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.
- PIANKA, E.R.. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. v. 4, 1973. p. 53-74.
- PILÓ, L.B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 1, n. 1, 2000. p. 88-102.
- PILÓ, L.B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: CECAV. **II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010. p. 7-24. Disponível em:

<http://www4.icmbio.gov.br/cecav//modulos/downloads/Curso_Espeleologia_Licenciamento_Ambiental.pdf>. Acesso em: 01 out. 2011.

PINTO-DA-ROCHA, R. Invertebrados Cavernícolas da Porção Meridional da província espeleológica do Vale do Ribeira, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 10, n. 2, 1993. p. 229-255.

PLATÃO. **República**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

PORTILHO, F. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. São Paulo: Cortez, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJEIRAS (PML), **Perfil do Projeto Laranjeiras/SE – Programa Moem umentada**. dez. 2003.

PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. Brasília: Editora da UnB, 1992.

PROUS, X. **Entradas de cavernas, interfaces de biodiversidade entre ambientes externos e subterrâneos: Distribuição dos artrópodes da Lapa do Mosquito, Minas Gerais**. 2005, 110p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.

PROUS, X.; FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. Ecotone Delimitation: Epigeal Hypogean Transition In Cave Ecosystems. **Austral Ecology**. v. 29, 2004. p. 374-382.

QUEIROZ, E.E.L. et al. Estudos preliminares na caverna da Ribeira e trabalho de educação ambiental junto à população do Povoado do Ribeira, município de Itabaiana – SE. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 25, Vinhedo, SP. **Boletim de Resumos...**, 1999.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. [2.12.1]. 2010. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 de nov. 2010.

REIS, N.R. dos. et al. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, n. 2, jun. 2003. p. 225-230.

REIS, N.R. dos. et al. **Morcegos do Brasil**. Londrina, 2007.

RIBAS, L.M.L.R.; CARVALHO, L.C. de. Cavidade natural subterrânea: natureza jurídica. **Interações**, Campo Grande, v. 10, n. 1, jan./jun. 2009. p. 83-93.

ROCHA, P.A. et al. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) capturados no Campus da Universidade Federal de Sergipe, com oito novos registros para o estado. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, 2010. p. 183-188.

ROMERO, A. **Cave Biology: Life in Darkness**. New York: Cambridge University Press, 2009.

ROOTS, C. **Flightless birds**: Greenwood Press: Westport, Connecticut, London, 2006.

RUXTON, G.D.; HOUSTON, D.C. Obligate Vertebrate Scavengers Must Be Large Soaring Fliers. **Journal of Theoretical Biology**. v. 228, n. 3, 2004. p. 431-436.

SANCHES, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTANA, M. E. V.; SOUTO, L. S.; DANTAS, M. A. T. Diversidade de invertebrados cavernícolas na Toca da Raposa (Simão Dias - Sergipe): o papel do recurso alimentar e métodos de amostragem. **Scientia Plena**, v. 6, n. 12, 2010. p. 1-8.

- SANTANA, M.E.V. et al. Levantamento da fauna de invertebrados cavernícolas na Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe, Brasil - resultados preliminares. In: XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2009, Montes Claros, MG. **Anais...** 2009. p.221-225.
- SANTOS, A.L.C. **Diagnóstico dos fragmentos de Mata Atlântica de Sergipe através de sensoriamento remoto**. 2009. 94p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.
- SANTOS, D.B.; OLIVEIRA, D.A. de; MENEZES, H.J.S. Registros preliminares de cavidades naturais em Sergipe. In: Workshop Arqueológico de Xingó, 2, Canindé do São Francisco, SE. **Anais...** 2002. p. 117-122.
- SANTOS, R.F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- SCHOBENHAUS, C. et al. (eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002.
- SERGIPE. **Diagnóstico do Município de Laranjeiras**. Luiz Fernando Costa Bomfim, Ivanaldo Vieira Gomes da Costa e Sara Maria Pinotti Benvenuti. – Aracaju: CPRM, 2002.
- _____. Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário. **Informações Básicas Municipais: município de Laranjeiras**. Aracaju: 2008.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, F.J. da. **Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: diversidade, distribuição temporal e espacial**. 2006. 121p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- SILVA, L.A.M. da; SANTOS, E.M. dos; AMORIM, F.O. de. Predação oportunística de *Molossus molossus* (Pallas, 1766) (Chiroptera: Molossidae) por *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002) (Anura: Bufonidae) na Caatinga, Pernambuco, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2. jun. 2010. p. 215-218.
- SILVA, P.B. da. Produção e consumo versus resíduos sólidos. A lenda do Phoenix ressuscitada hoje. **Jus Navigandi**, Teresina, a. 7, n. 63, mar. 2003. Disponível em: <<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=3890>>. Acesso em: 03 jul. 2004.
- SOBRAL, I.S. et al. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE. **Caminhos da Geografia**, v. 8. n. 24, Uberlândia, dez. 2007. p. 102-110.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil**. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/cnc_consulta.asp>. Acesso em 13 nov. 2011.
- _____. **Manifesto contra o retrocesso na legislação espeleológica brasileira**. Disponível em: <<http://www.sbe.com.br/manifesto.asp>>. Acesso em 20 out. 2009.
- SOUZA-LIMA, W. et al. **A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil**. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix, 2002.
- 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.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. Caracterização ecológica de algumas cavernas do Parque Nacional de Ubajara (Ceará) com considerações sobre o turismo nestas cavidades. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, jan-jun. 2009. p. 59-71

- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R.P.; FERREIRA, R.L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation**. v. 8, n. 20, 2011b. p. 1713-1729.
- SOUZA-SILVA, M.; NICOLAU, J.C.; FERREIRA, R.L. Comunidades de Invertebrados Terrestres de Três Cavernas Quartzíticas no Vale do Mandembe, Luminárias, MG. **Espeleo-Tema: SBE – Campinas, SP**, v. 22, n. 1, 2011a.
- STREATER, S. Cavernas poluídas ameaçam abastecimento de água e vida selvagem: Recursos subterrâneos são poluídos por atividades na superfície, que vão desde transbordamento de esgotos a velhas indústrias abandonadas. **Scientific American Brasil**, São Paulo, 8 jan. 2010. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/cavernas_poluidas_ameacam_abastecimento_de_agua_e_vida_selvagem.html>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: passado + presente = futuro?**. São Paulo: Paulo's comunicação e artes gráficas, 1999.
- SUGUIO. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.
- THE ASSOCIATED PRESS; THE DAILY PRESS. Caverna escola. **SBE Antropoespeleologia**. Ano 2, n. 16, 15 jan. 2009.
- TRAJANO, E. Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: composition, ecology and conservation. **Biotropica** v. 32. n. 4b, 2000. p. 882-893.
- _____. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, n. 8, 1987. p. 533-561.
- _____, E. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos Avançados**. v. 24, n. 68, 2010. p. 135-146.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. **Biologia subterrânea: introdução**. São Paulo: Redespeleo, 2006.
- TRAJANO, E.; MOREIRA, J.R.A. Estudo da fauna de cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba, Pará. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 1, 1991. p. 13-29.
- TRAVASSOS, L.E.P.; BATELLA, W.B. Espacializando a importância da Caverna de Postojna (Postojnska Jama) para o turismo ao longo da história eslovena. Campinas, SeTur/SBE. **Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 3, n. 1, 2010. p. 11-19.
- VALE, V. S. et al. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de floresta estacional semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea** v. 36, n. 3, 2009. p. 417-429.
- WALDMAN, M. **Meio Ambiente & Antropologia**. São Paulo: Editora SENAC, 2006.
- WOOD, E.M. **A origem do capitalismo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO

AFÓTICO: representa a ausência de luz.

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: são todas as águas que se encontram abaixo da superfície do solo na zona de saturação e em contato direto com o solo ou com o subsolo.

AMBIMÓRFICA: tipo de morfologia presente em organismos, os quais possuem características combinadas de outras morfologias, sejam elas epigeomórfica, hipogeomórfica e endogeomórfica.

ANTRÓPICO: relativo à humanidade, à sociedade humana, à ação do homem.

AQUÍFERO: é uma ou mais camadas subterrâneas de rocha ou outros estratos geológicos suficientemente porosos e permeáveis para permitirem um fluxo significativo de águas subterrâneas ou a captação de quantidades significativas de águas subterrâneas.

ARQUEOLOGIA: ciência que estuda o passado humano a partir de vestígios e materiais de civilizações da antiguidade, proporcionando informações sobre cultura e o modo de vida dessas civilizações.

ASSOREAMENTO: processo de elevação de uma superfície por deposição de sedimentos.

BACIA HIDROGRÁFICA: é a área terrestre a partir da qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos, para o mar, desembocando em uma única foz, estuário ou delta.

BELEZA CÊNICA: qualidade estética de uma paisagem aos olhos da população que a frequenta.

BIOCENOSE: associação de organismos pertencentes a espécies diferentes que vivem e interagem, em um determinado local, em determinado período de tempo.

BIOESPELEOLOGIA: o estudo das biocenoses encontradas no ambiente subterrâneo hipógeo.

BIOMA: unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo comunidades em diferentes estágios de evolução.

BIOTA: conjunto dos componentes vivos (bióticos) de um ecossistema.

CARSTE: também conhecido como **relevo cárstico** ou **sistema cárstico**, é um tipo de relevo geológico caracterizado pela dissolução química das rochas, principalmente por drenagens verticais e subterrâneas características de rochas calcárias ou dolomíticas presentes no ambiente, que leva ao aparecimento de uma série de características físicas, tais como cavernas, vales secos, rios subterrâneos, paredões rochosos expostos, dolinas e lapiás.

CAVERNA: todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que a sua formação tenha ocorrido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante.

CICLO VITAL: série progressiva de alterações sofridas por um organismo, ou por uma sucessão linear de organismos, desde a fecundação até a morte, ou até a morte da fase produtora dos gametas que iniciam uma idêntica série de alterações.

CONSERVAÇÃO: utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou sua auto-sustentação.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: conhecimento de todos os componentes ambientais de uma determinada área para a caracterização da sua qualidade ambiental. Portanto, elaborar um diagnóstico ambiental é interpretar a situação ambiental problemática dessa área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, quer relacionados com os elementos físicos e biológicos, quer com os fatores sócio-culturais.

DISFÓTICO: onde há incidência de luz refletida.

DISSOLUÇÃO: decomposição de um corpo sólido (pela desagregação das suas moléculas).

DIVERSIDADE: refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região.

ENDEMISMO: isolamento de uma ou muitas espécies em um território, após uma evolução genética diferente daquelas ocorridas em outras regiões.

ENDOCARSTE: relevo que representa as feições subterrâneas, como as cavernas.

ENDÓGENO: ambiente caracterizado por pequenas fissuras e rachaduras associadas ao manto de intemperismo do solo.

ENDOGEOMÓRFICA: morfologia de organismos, os quais se caracterizam pela tendência de redução da pigmentação e das estruturas oculares, mas com apêndices sensoriais e locomotores não alongados, devido seleção ocorrida pelo ambiente em que são encontrados, o qual é afótico e constituído de pequenos espaços interligados.

EPICARSTE: refere-se às fendas e discontinuidades da rocha e espaços entre blocos rochosos das rochas encaixantes existentes abaixo do solo profundo e de rochas fragmentadas, recebendo o nome de meio subterrâneo superficial.

EPÍGEO: ambiente de superfície, externo, correspondendo a todos os ecossistemas terrestres presentes acima do solo.

EPIGEOMÓRFICA: morfologia encontrada em organismos que possuem elevada pigmentação tegumentar e estruturas oculares bem desenvolvidas, encontrados na superfície (ambientes externos).

ESPÉCIE ENDÊMICA (NATIVA): espécie cuja distribuição esteja limitada a uma zona geográfica definida.

ESPÉCIE EXÓTICA: espécie presente em uma determinada área geográfica da qual não é originária.

ESPÉCIES RARAS: espécies que possuem pequenas populações mundiais, que no presente momento não se enquadram nas categorias “em perigo” ou “vulneráveis”, mas que estão em risco.

ESPÉCIME: modelo, exemplar, tipo, amostra de um organismo.

ESPELEOLOGIA: ciência/esporte que tem por objeto o estudo ou a exploração das cavidades naturais do solo (cavernas, grutas).

ESPELEOTEMA: são precipitações químicas, em sua maioria carbonáticas, principalmente de aragonita, calcita e gipsita, os quais a depender de suas condicionantes ambientais, seus formatos e substâncias formadoras possuem denominações diferentes, como estalactite, cortina, estalagmite, coluna etc.

ESPELEOTURISMO: é a prática puramente esportiva e recreativa de visitação às cavernas.

EUFÓTICA: onde há incidência de luz direta.

EXOCARSTE: relevos localizados na superfície do solo, como as dolinas, os poliés, as uvalas e as torres.

FEIÇÕES CÁRSTICAS: são todas as formações de relevo ativas ou inativas elaboradas principalmente por processos de corrosão e de abatimentos, como as dolinas, uvalas e sumidouros.

FÓSSEIS: são os restos materiais (como ossos, troncos, ou o corpo inteiro) de antigos organismos ou as manifestações da sua atividade (seja vestígios orgânicos como sementes e excrementos, ou rastros como pegadas), com mais de dez mil anos de existência que ficaram mais ou menos bem conservados.

FOSSORIAL: organismo adaptado à vida subterrânea, com adequação para cavar e/ou viver no subsolo.

GEOESPELEOLOGIA: estudo geológico de cavernas, ou seja, de: sua composição, estrutura, propriedades físicas, história e os processos que lhe dão forma.

GEOMORFOLOGIA: é o ramo da Geografia que estuda as formas da superfície terrestre. Para isso, tende a identificar, descrever e analisar tais formas, entendidas aqui como relevos,

assim como todos seus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos, tanto pretéritos como atuais, naturais ou antropogênicos.

GUANO: excrementos (fezes) de animal.

HABITAT: lugar onde vive ou o lugar onde pode ser encontrado um organismo.

HEMATÓFAGO: organismo que se alimenta de sangue.

HIPÓGEO: ambiente localizado sob o solo e caracterizado pela ausência de luz e umidade e temperatura constante.

HIPOGEOMÓRFICA: morfologia encontrada em organismos, a qual se caracteriza pela tendência à redução da pigmentação tegumentar e dos olhos e pelo alongamento de apêndices locomotores e sensoriais. Alongamento este que facilita o deslocamento por macro-espacos afóticos.

HOTSPOTS: são áreas de grande importância para a conservação, locais que abrigam um grande número de espécies ou espécies endêmicas (que só ocorrem naquele local), pois são regiões que contêm os mais altos níveis de biodiversidade e onde as ações de conservação são mais urgentes.

IMPACTO AMBIENTAL: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

INCASÃO: aberturas de cavidades dentro de outras cavidades a partir do rearranjo das forças dos maciços rochosos.

INTERDISCIPLINAR: integração de duas ou mais disciplinas podendo integrar conceitos diretivos até uma simples comunicação das idéias. É um intercâmbio mútuo e integração recíproca entre ciências.

MACROCARSTE: relevos bem desenvolvidos e de grandes dimensões que compõem o carste.

MICROCARSTE: relevo constituído por formas recentes e de pequenas dimensões que compõem o carste.

MORFOESPÉCIE: espécie tipológica reconhecida apenas pela morfologia (o valor dos caracteres depende da experiência e da intuição do observador).

MORFOLOGIA: refere-se à forma e à estrutura de um organismo ou componente abiótico.

PALEOCARSTE: são todas as formações de relevo já inativas elaboradas principalmente por processos de corrosão e de abatimentos, como as dolinas inativas e sumidouros.

PALEONTOLOGIA: é a ciência que estuda os animais e vegetais que viveram no passado através dos fósseis, buscando informações, tais como: idade do fóssil, condições de vida e morte do ser fossilizado, características, influências ambientais, entre outras.

PARADIGMA: são todos os aspectos de nossas vidas, sendo assim uma visão de mundo que norteia nossas ideias e ações e implica na nossa forma de analisar os fatos e de fazer ciência.

PATRIMÓNIO CULTURAL: é o conjunto de todos os bens, materiais ou imateriais, que, pelo seu valor próprio, deve ser considerado de interesse relevante para a permanência e a identidade da cultura de um povo. É a herança do passado com que este povo vive hoje e que passa às gerações vindouras. Compreende três categorias de elementos significativos da memória social de um povo ou de uma nação. A primeira categoria engloba os elementos da natureza; a segunda representa o produto intelectual, a acumulação do conhecimento, do saber, pelo homem no decorrer da história; e a terceira abarca os bens culturais enquanto produtos concretos do homem, resultantes da sua capacidade de sobrevivência ao meio ambiente.

POLUIÇÃO: é a introdução direta ou indireta, em resultado da atividade humana, de substâncias ou de calor no ar, na água ou no solo, que possa ser prejudicial para a saúde humana ou para a qualidade dos ecossistemas aquáticos ou terrestres, que dê origem a prejuízos para bens materiais, ou que prejudique ou interfira com o valor paisagístico/recreativo ou com outras utilizações legítimas do ambiente.

PRESERVAÇÃO: ação de proteger, contra a destruição e qualquer forma de dano ou degradação, um ecossistema, uma área geográfica definida ou espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, adotando-se as medidas preventivas legalmente necessárias e as medidas de vigilância adequadas, com exclusão do contato com homem.

PSEUDOCARSTE: feições cársticas que não são formadas por corrosão e abatimento, como cavernas de origem vulcânica.

QUATERNÁRIO: período do tempo geológico correspondente à era Cenozóica do éon Fanerosóico que congrega as épocas Pleistoceno e Holoceno referente ao intervalo de tempo de 2,6 milhões de anos atrás até o presente.

RIQUEZA: refere-se à abundância numérica de uma determinada área geográfica, região ou comunidade biótica.

ROCHA CARBONÁTICA: tipo de rocha sedimentar cuja composição primária é de carbonatos, a exemplo do calcário, mármore e dolomito.

SÍTIO ARQUEOLÓGICO: local em que homens de civilizações antigas viveram, onde ficaram vestígios de suas atividades, tais como ferramentas de pedra lascada, fogueiras, pinturas e sepulturas.

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA: é a área terrestre a partir da qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos para um determinado ponto de um curso de água (geralmente um lago ou uma confluência de rios).

TROGLÓBIO: são organismos restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos e podem possuir especializações morfológicas, fisiológicas e comportamentais ao ambiente subterrâneo.

TROGLÓFILO: são organismos não exclusivamente cavernícolas, que possuem a capacidade de desenvolver todo seu ciclo de vida no meio subterrâneo, mas que podem também ser encontradas fora de cavernas.

TROGLOMORFISMO: características morfológicas como desprovimento de pigmento, atrofia ocular, e apêndices sensoriais e motores alongados. Pode ser encontrado em organismos selecionados por ambientes com ausência de luz, como cavernas.

TROGLÓXENO: animais que utilizam as cavernas para alguma finalidade (em sua maioria abrigo e alimentação), mas que delas necessitam sair para completar seu ciclo de vida.

APÊDICE A – LISTA DE TÁXONS ENCONTRADOS POR CAVERNA

APÊDICE A – LISTA DE TÁXONS ENCONTRADOS POR CAVERNA

Tabela A.1: Lista de táxons encontrados por caverna. Legenda: Gruta Aventureiros (C1), Gruta da Janela (C2), Gruta da Raposa (C3), Gruta do Tramandaí (C4), Gruta da Matriana (C5), Gruta da Pseudomatriana (C6), Gruta dos Orixás (C7), Gruta Raposinha (C8), Gruta da Pedra Furada (C9).

TAXON	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Filo Annelida									
Classe Oligochaeta									
Oligochaeta sp.1					x	x			x
Oligochaeta sp.2						x			x
Filo Platyhelminthes									
Classe Turbellaria									
Ordem Tricladida									
Tricladida sp.1			x		x		x		x
Tricladida sp.2			x						
Filo Mollusca									
Classe Gastropoda									
Super família Apullarioidea									
Família Ampullariidae									
Asolene platae Maton, 1809			x						x
Asolene sp.2 d'Orbigny, 1837			x						x
Super família Planorbioidea									
Família Planorbidae									
Drepanotrema depressissimum Moricand, 1839							x		
Subclasse Pulmonata									
Ordem Heterurethra									
Super família Succinoidea									
Família Succineidae									
Succinea manaosensis Pilsbry, 1926					x				
Succinea sp.1 Draparnaud, 1801					x				
Ordem Sigmurethra									
Super família Abulimuloidea									
Família Bulimulidae									
Bulimulus perlucidus					x				
Bulimulus tenuissimus Orbigny, 1835	x	x		x	x	x		x	x
Drymaeus papyraceus Mawe, 1823					x				x
Drymaeus sp.2 Albers, 1850		x					x		
Leiostracus perlucidus Spix, 1827			x	x	x	x		x	
Leiostracus perlutracus		x			x			x	x
Rhinus constrictus Pfeiffer, 1841		x		x	x	x			x
Rhinus durus Spix, 1827						x			
Rhinus evelinae Leme, 1989					x	x			
Família Odontostomidae									
Bahiensis bahiensis Moricand, 1833				x		x			x
Biotocus turbinatus Pfeiffer, 1845					x	x	x		x

Tabela A.1 (continuação)

Clessinia sp.1 Döring, 1874									x
Cyclodontina fasciata Potiez & Michaud, 1838	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Família Orthalicidae									
Orthalicus prototypus Pilsbry, 1899				x	x		x	x	x
Orthalicus pulchelus Spix, 1827		x		x	x	x	x	x	x
Super família Achatinoidea									
Família Achatinidae									
Achatina fulica Bowdich, 1822								x	x
Família Subulinidae									
Obeliscus columella Philippi, 1844	x	x	x	x	x	x		x	x
Obeliscus sylvaticus Wagner, 1827				x			x		x
Opeas sp.1 Albers, 1850		x	x	x	x	x			x
Rumina sp.1 Risso, 1826					x	x			
Subulina octona Bruguière, 1792				x		x			x
Super família Astrophocheiloidea									
Família Megalobulimidae									
Megalobulinus oliveirai Bequaert, 1948		x	x					x	x
Super família Streptaxoidea									
Família Streptaxidae									
Rectartemon candidus Spix, 1827	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rectartemon sp.1 H. B. Baker, 1925		x	x		x	x	x		
Streptaxis pfeifferi Pilsbry, 1930					x				
Streptaxis tumulus Pilsbry, 1897								x	X
Streptartemon quixadensis Baker, 1914			x	x	x		x		X
Ordem Streptoneura									
Super família Acyclophoroidea									
Família Neocyclotidae									
Aperostoma blanchetiana					x	x	x		
Aperostoma blanchiata									X
Aperostoma sp.1						x	x		X
Super família Helicinoidea									
Família Helicinidae									
Helicina angulata Sowerby, 1873		x	x			x	x		X
Helicina biangulata Pfeiffer, 1850		x	x			x			x
Filo Artropoda									
Subfilo Crustacea									
Classe Branchiopoda									
Ordem Cladocera									
Família Daphniidae									
Gênero Daphnia									
Daphnia sp.1					x				
Ordem Neuroptera									
Neuroptera sp.1		x							
Classe Malacostraca									
Ordem Isopoda									

Tabela A.1 (continuação)

Isopoda sp.1	X	X	X			X	X	
Isopoda sp.2	X	X	X		X	X	X	X
Isopoda sp.3								X
Isopoda sp.4	X				X	X	X	X
Subfilo Chelicerata								
Classe Arachnida								
Subclasse Acari								
Acari								
Acari sp.1	X	X	X	X	X	X	X	X
Acari sp.2	X	X	X	X	X			
Acari sp.3	X	X	X		X	X	X	X
Acari sp.4	X	X	X	X	X	X	X	X
Acari sp.5	X	X	X	X	X			
Acari sp.6	X	X	X			X		X
Acari sp.7		X	X			X		
Acari sp.8				X				
Acari sp.9						X	X	X
Acari sp.10	X	X	X			X		X
Acari sp.11	X							
Acari sp.12		X						
Acari sp.13		X	X			X		X
Acari sp.14		X						
Acari sp.15			X			X		
Acari sp.16				X				
Acari sp.17							X	
Acari sp.18			X					
Acari sp.19								X
Gênero Ornithodoros								
Ornithodoros sp.1								X
Ornithodoros sp.2						X		
Ordem Araneae								
Araneae sp.1	X							
Araneae sp.2	X			X		X	X	X
Araneae sp.3		X		X	X	X		X
Araneae sp.5	X	X		X	X	X	X	X
Araneae sp.6								X
Araneae sp.8		X	X	X	X	X	X	X
Araneae sp.9				X	X			X
Araneae sp.10	X		X		X	X		X
Araneae sp.13	X							
Araneae sp.14	X						X	
Araneae sp.15	X			X				X
Araneae sp.16	X			X				X
Araneae sp.17	X							
Araneae sp.18		X						

Tabela A.1 (continuação)

Araneae sp.19		x		x	x				
Araneae sp.20		x							
Araneae sp.21		x					x		
Araneae sp.22				x	x	x			x
Araneae sp.23									x
Araneae sp.24	x		x						
Araneae sp.25									x
Araneae sp.26		x		x	x	x		x	x
Araneae sp.27					x	x			x
Araneae sp.29					x				
Araneae sp.30			x		x				
Araneae sp.31				x	x				
Araneae sp.32					x				x
Araneae sp.33									x
Araneae sp.34									x
Araneae sp.35	x								
Araneae sp.36		x			x				x
Araneae sp.37			x						
Araneae sp.39					x				
Araneae sp.42	x								
Araneae sp.43		x							
Araneae sp.45									x
Araneae sp.46					x				
Araneae sp.47									x
Família Pholsidade									
Pholsidade sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pholsidade sp.2		x		x		x	x	x	x
Família Sicarridae									
Sicarridae sp.1				x		x			x
Sicarridae sp.2				x	x	x			x
Sicarridae sp.3						x			x
Gênero Loxoceles									
Loxoceles sp.1	x				x	x			x
Loxoceles sp.2	x			x		x			x
Ordem Opiliones									
Opiliones sp.1				x			x	x	x
Opiliones sp.2					x	x		x	x
Ordem Pseudoescorpiones									
Pseudoescorpiones sp.1		x			x	x			x
Pseudoescorpiones sp.2	x	x			x	x			x
Pseudoescorpiones sp.3						x			x
Subfilo Atelocerata									
Classe Diplopoda									
Ordem Polydesmida									
Família Chelodesmidae									

Tabela A.1 (continuação)							
Chelodesmidae sp.1	X		X		X	X	X
Chelodesmidae sp.2				X			
Gênero Eurydesmus							
Eurydesmus sp.1					X		
Gênero Eucampesmella							
Eucampesmella sp.1	X	X	X	X		X	X
Família Oniscodesmidae							
Gênero Crypturodesmus							
Crypturodesmus sp.1	X	X				X	X
Família Paradoxosomatidae							
Paradoxosomatidae sp.1				X			X
Paradoxosomatidae sp.2				X	X		
Ordem Spirobolida							
Família Spirobolidae							
Spirobolidae sp.1				X			
Ordem Spirostreptida							
Família Pseudonannolenidae							
Pseudonannolenidae sp.1		X	X		X		
Família Spirostreptidae							
Spirostreptidae sp.1				X	X		
Classe Chilopoda							
Ordem Geophilomorpha							
Família Mecistocephalidae							
Mecistocephalidae sp.1		X	X				
Ordem Scolopendromorpha							
Família Criptopidae							
Criptopidae sp.1							X
Ordem Scutigermorpha							
Família Brasiloscutigera							
Brasiloscutigera sp.1		X					X
Classe Insecta							
Insecta sp.1		X					
Subclasse Entognatha							
Ordem Collembola							
Collembola sp.1	X	X			X		X
Collembola sp.2	X	X	X	X	X	X	X
Collembola sp.3	X				X		
Subclasse Ectognatha							
Ordem Blattodea							
Blattodea sp.1	X	X	X		X		
Blattodea sp.2		X				X	X
Blattodea sp.3					X		X
Família Blattellidae							
Blattellidae sp.1		X	X	X	X	X	X
Blattellidae sp.2	X	X	X	X	X	X	X

Tabela A.1 (continuação)

Blattellidae sp.3			X			X	X	
Blattellidae sp.4					X	X		
Blattellidae sp.5		X						
Família Blattidae								
Blattidae sp.1		X						
Ordem Coleoptera								
Coleoptera sp.1		X						
Coleoptera sp.3		X	X					
Coleoptera sp.4						X		X
Coleoptera sp.5		X						
Coleoptera sp.7					X			
Coleoptera sp.9								X
Coleoptera sp.10		X						
Coleoptera sp.11		X						
Coleoptera sp.19							X	
Coleoptera sp.20		X						X
Família Carabidae								
Carabidae sp.1				X		X		
Carabidae sp.2		X				X		
Carabidae sp.3		X						X
Carabidae sp.4						X		
Carabidae sp.5					X			
Família Curculionidae								
Curculionidae sp.1			X					
Curculionidae sp.2						X		
Família Scarabidae								
Scarabidae sp.1								X
Scarabidae sp.2						X		
Família Staphylinidae								
Staphylinidae sp.1		X	X					X
Staphylinidae sp.2		X						
Família Tenebridae								
Tenebridae sp.1		X	X		X	X		X
Ordem Dermaptera								
Dermaptera sp.1					X			
Ordem Diptera								
Diptera sp.1		X	X	X				
Diptera sp.3		X		X		X		X
Diptera sp.4				X				
Diptera sp.6			X					X
Diptera sp.8				X				X
Diptera sp.9		X	X	X	X	X	X	X
Diptera sp.10				X				X
Diptera sp.11								X
Diptera sp.12				X				

Tabela A.1 (continuação)			
Ordem Hymenoptera			
Hymenoptera sp.1		x	
Hymenoptera sp.4			x
Hymenoptera sp.5			x
Hymenoptera sp.6			x
Família Adrenidae			
Adrenidae sp.1			x
Gênero Trigona			
Trigona sp.1		x	
Família Apidae			
Apidae sp.1			x
Apidae sp.2	x		
Família Evaniidae			
Evaniidae sp.1	x	x	
Família Mutilidae			
Mutilidae sp.1			x
Mutilidae sp.2			x
Família Platygasteridae			
Platygasteridae sp.1	x	x	
Platygasteridae sp.2	x		x
Família Pompiliidae			
Pompiliidae sp.1			x
Família Pteromalidae			
Pteromalidae sp.1			x
Família Sphecidae			
Sphecidae sp.1		x	
Família Vespidae			
Vespidae sp.1	x	x	
Vespidae sp.4			X
Vespidae sp.7			X
Vespidae sp.8		x	
Vespidae sp.9	x		
Família Formicidae			
Formicidae sp.2		x	
Subfamília Ecitoninae			
Gênero Eciton			
Eciton sp.1			x
Gênero Nomamyrmex			
Nomamyrmex sp.1	x		
Subfamília Ectatomminae			
Gênero Ectatomma			
Ectatoma sp.1		x	
Ectatoma sp.2			x
Subfamília Formicinae			
Gênero Camponotus			

Tabela A.1 (continuação)

Ordem Lepidoptera								
Lepidoptera sp.1								X
Lepidoptera sp.2								X
Lepidoptera sp.3								X
Lepidoptera sp.4								X
Família Noctuidae								
Noctuidae sp.1		x	x				x	X
Noctuidae sp.2					x			X
Família Tineidae								
Tineidae sp.1	x	x		x	x	x	x	X
Tineidae sp.2		x	x			x		
Ordem Mantodea								
Mantodea sp.1					x			
Ordem Odonata								
Odonata sp.1				x				
Ordem Orthoptera								
Família Acrididae								
Acrididae sp.1			x		x			
Família Gryllidae								
Gryllidae sp.1	x		x	x	x	x		X
Gryllidae sp.2	x	x		x	x	x	x	X
Gryllidae sp.3				x		x	x	
Gryllidae sp.4			x		x			
Gryllidae sp.5	x			x		x	x	X
Família Tettigoniidae								
Tettigoniidae sp.1								X
Tettigoniidae sp.2						x		
Tettigoniidae sp.3				x				
Ordem Psocoptera								
Psocoptera sp.1				x	x	x	x	X
Psocoptera sp.2						x		
Psocoptera sp.3						x		
Psocoptera sp.4						x		
Ordem Zygentoma/Thysanura								
Família Lepismatidae								
Lepismatidae sp.1				x				
Família Nicoletiidae								
Nicoletiidae sp.1				x				

APÊNDICE B – FICHA DE CAMPO DE CARACTERIZAÇÃO GERAL

APÊNDICE B – FICHA DE CAMPO DE CARACTERIZAÇÃO GERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE – PRODEMA	
Ficha de campo: Estado de Conservação das Cavernas do Município de Laranjeiras, Sergipe	
Data: ___/___/____ Pesq uisador (a): _____ _____	
FICHA 01 – CARACTERÍSTICAS GERAIS	Cavidade: n° _____
1.1. NOMENCLATURA Nome: _____	
1.2. LOCALIZAÇÃO Localidade: _____ Município _____ UF: _____ Coordenadas _____ Datum _____ Altitude _____	
1.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS Sobre a cavidade Tipo: () gruta () abrigo sob rocha () abismo () toca Habitat: () Mata atlântica () Agreste Acesso a cavidade () fácil () médio () difícil () muito difícil Trilhas: () sim () não Em área de: () montanha () mata fechada () mata () pasto () cultura () mineração () lago / lagoa () urbana Situação: () totalmente encoberta () parcialmente encoberta () totalmente exposta N° de entradas: _____ Exploração: () fácil () médio () difícil () muito difícil Sobre a entrada principal Posição no afloramento rochoso: () alto () meio () encosta () em cima () afloramento encoberto por solo Localização: () alto de morro () no plano do terreno () fundo de dolina () outras _____ Tipologia: () circular () retangular () arco () abismo () fenda vertical () fenda horizontal () fenda inclinada	
1.4. MAIS CARACTERÍSTICAS GERAIS _____ _____ _____ _____ _____	

FICHA 02 - ESPELEOMENSURA		Cavidade: n° _____
2.1. TOPOGRAFIA SUBTERRÂNEA		
<input type="checkbox"/> cavidade não topografada <input type="checkbox"/> topografia em andamento <input type="checkbox"/> topografia concluída <input type="checkbox"/> mapa topográfico digital		
Extensão: DL _____ m DH _____ m PH _____ m Desnível total _____ m		
Dados: <input type="checkbox"/> estimados <input type="checkbox"/> topofolio <input type="checkbox"/> medidos Grau: _____ <input type="checkbox"/> BCRA <input type="checkbox"/> UIS Escala: _____		
2.2. DADOS FÍSICOQUÍMICOS		
Temperatura (°c)		
Entrada: _____ meio: _____ final: _____ média: _____ obs.: _____		
Umidade relativa do ar (%)		
Entrada: _____ meio: _____ final: _____ média: _____ obs.: _____		
Umidade relativa do solo (%)		
Guano: _____ controle: _____ média: _____ obs.: _____		
Ph do solo		
Guano: _____ controle: _____ média: _____ obs.: _____		
2.3 CROQUI		

FICHA 03 - GEOESPELEOLOGIA	Cavidade: n° _____
3.1. LITOLOGIA	
<input type="checkbox"/> calcário <input type="checkbox"/> mármore <input type="checkbox"/> dolomito <input type="checkbox"/> quartzito <input type="checkbox"/> arenito <input type="checkbox"/> outra _____	
3.2. HIDROLOGIA	
Período das observações: <input type="checkbox"/> seco <input type="checkbox"/> chuvas esparsas <input type="checkbox"/> chuvoso <input type="checkbox"/> pós chuvas <input type="checkbox"/> _____	
Sistema de cavidades: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim – Qual: _____	
Distância de: ____ m <input type="checkbox"/> rio / córrego <input type="checkbox"/> lago / lagoa <input type="checkbox"/> surgências <input type="checkbox"/> canais <input type="checkbox"/> irrigação <input type="checkbox"/> _____	
Cavidade com presença de água	
Tipo: <input type="checkbox"/> rio / córrego <input type="checkbox"/> gotejamento <input type="checkbox"/> umidade no piso <input type="checkbox"/> água parada <input type="checkbox"/> _____	
Origem: <input type="checkbox"/> surgência <input type="checkbox"/> rio / córrego externo <input type="checkbox"/> enxurrada <input type="checkbox"/> indeterminado <input type="checkbox"/> _____	
Fluxo: <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> médio <input type="checkbox"/> pequeno Destino das águas: <input type="checkbox"/> sumidouro <input type="checkbox"/> ambiente externo <input type="checkbox"/> indeterminado	
<input type="checkbox"/> perene <input type="checkbox"/> intermitente Turbidez: <input type="checkbox"/> nula <input type="checkbox"/> pequena <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> elevada cor: _____	
Água de percolação ou condensação: <input type="checkbox"/> presença significativa <input type="checkbox"/> presença não significativa ou ausente	
Lago ou drenagem subterrânea: <input type="checkbox"/> perene <input type="checkbox"/> intermitente e significativa para o sistema hidrológico ou biológico <input type="checkbox"/> intermitente e significativa para a caverna <input type="checkbox"/> não significativo ou ausente	
Qualidade da água: entrada _____ meio _____ fim _____	
Cavidade sem presença de água	
Drenagem: <input type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> possível – Obs. _____	
Detalhamento: _____	
3.3. ORNAMENTAÇÃO	
Espeleotemas <input type="checkbox"/> presença <input type="checkbox"/> ausência	
Espeleotemas comuns	
<input type="checkbox"/> tites <input type="checkbox"/> mites <input type="checkbox"/> colunas <input type="checkbox"/> cortinas <input type="checkbox"/> escorrimentos	
Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo de toda a cavidade <input type="checkbox"/> em pontos isolados, salões, _____	
Quantidade: <input type="checkbox"/> muito grande <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> pequena <input type="checkbox"/> muito pequena <input type="checkbox"/> praticamente inexistente	
Espeleotemas pouco comuns	
Outros espeleotemas: <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	
Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo de toda a cavidade <input type="checkbox"/> em pontos isolados, salões, _____	
Quantidade: <input type="checkbox"/> muito grande <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> pequena <input type="checkbox"/> muito pequena <input type="checkbox"/> praticamente inexistente	
Detalhamento: _____	

FICHA 05 – CIÊNCIAS AFINS	Cavidade: n° _____
5.1. ARQUEOLOGIA (OBSERVAÇÕES PRELIMINARES, SEM COLETA DE MATERIAL)	
Sítio arqueológico constatado	
Tipo: () grafismo rupestre () picoteamento () cerâmica () material lítico () vestígios de fogueiras () oficina () cultura agrícola () vestígios de material orgânico () outros _____	
Local: () interno () sob abrigo () externo Inserido em: _____	
Estagio de preservação do sítio: () intacto () bom estado () parcialmente destruído () crítico () destruído	
Detalhamentos:	
_____ _____	
Potencial arqueológico (não constatado sítio arqueológico)	
() não há indícios () não há indícios do tipo: () abrigos propícios () localização estratégica () outros _____	
Destacada relevância histórico-cultural religiosa (alta relevância): () presença () ausência	
Tipos de uso: () uso educacional, recreativo ou esportivo () constante, periódico ou sistemático () esporádico, casual () sem utilização	
Visitação pública: () com plano de manejo () periódica ou sistemática () esporádico, casual () sem utilização	
5.2. PALEONTOLOGIA (OBSERVAÇÕES PRELIMINARES, SEM COLETA DE MATERIAL)	
Sítio paleontológico constatado	
Tipo: () vertebrados () invertebrados () outros _____	
Local: () interno () sob abrigo () externo Inserido em: _____	
Estagio de preservação do material: () intacto () bom estado () parcialmente destruído () crítico () destruído	
Detalhamentos:	
_____ _____	
Potencial paleontológico (não constatado sítio paleontológico)	
() não há indícios () não há indícios do tipo: () ossadas () material concrecionado () outros _____	

**APÊNDICE C - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE
IMPACTO AMBIENTAL EM CAVERNAS**

**APÊNDICE C - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO
AMBIENTAL EM CAVERNAS**

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL RELACIONADO AO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO		
Local: Laranjeiras, povoado Machado		
Nome da Caverna: Gruta da Pedra Furada		
Data da avaliação: 2011		
Atividade(s) causadora(s) do(s) impacto(s): (x)Mineração (x)Agropecuária (x)Turismo ()Represamento (x)Urbanização ()Obra de engenharia		
Pontuação refere-se à magnitude de impacto, a qual indica a gravidade do impacto no meio ambiente. A magnitude pode ser de quatro tipos: 1 – baixa: quando a utilização/destruição dos recursos naturais é desprezível quanto ao seu esgotamento e/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade é reversível em curto prazo (até 1 ano). Adicionar 2 pontos. 2 – média: quando a utilização/destruição de recursos naturais é considerada, sem que haja possibilidade de esgotamento das reservas naturais. E/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade é reversível em médio prazo (de 2 a 10 anos), a partir de ações imediatas. Adicionar 4 pontos. 3 – alta: quando a utilização/destruição de recursos naturais é considerada, havendo possibilidade de esgotamento das reservas naturais. E/ou a degradação do meio ambiente e da comunidade reversível em longo prazo (de 11 a 50 anos), a partir de ações imediatas. Adicionar 6 pontos. 4 – extrema: quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade. E/ou não tendo muitas possibilidades de reversibilidade, ou precisando de mais de 51 anos para ocorrer. Adicionar 10 pontos.		
Tipo de impacto	Pontuação estimada	Pontuação alcançada
Supressão total da caverna (neste caso não há necessidade de ver os outros tipos de impacto caso haja esse tipo de impacto – pontuação encerrada aqui)	0 / 100	0
Supressão parcial da caverna	0 / 2 / 4 / 6 / 10	10
Mudanças na dinâmica hídrica: rebaixamento do aquífero; alagamento parcial ou total; ressecamento de lagos e/ou lagoas cársticas; destruição de áreas de carga; entupimentos de condutos e consequentes alagamentos ou secamentos	0 / 2 / 4 / 6 / 10	0
Alterações estruturais: rachaduras, deslocamentos, quebra de espeleotemas, abatimentos de blocos, colapso de estruturas cársticas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	10
Alterações do solo: erosão, impermeabilização, soterramento, entulhamento, pisoteio de formações delicadas, compactação de pavimento	0 / 2 / 4 / 6 / 10	10
Poluição sonora: sobreposição acústica e/ou vibração	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Poluição da água subterrânea: eutrofização, diminuição de recursos orgânicos, disseminação de poluentes, contaminação das águas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	0
Supressão da vegetação natural: desmatamento, queimada, diminuição de recursos orgânicos, aumento de espécies exóticas, disseminação de poluentes, acidificação do solo	0 / 2 / 4 / 6 / 10	6
Obras de alvenaria: iluminação, passarela, altar, alterações microclimáticas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	2
Visitação desordenada / Vandalismo: lixo, pichação, outros tipos de vandalismo, alterações microclimáticas	0 / 2 / 4 / 6 / 10	10
Alcance do(s) impacto(s), levando em consideração a ação mais impactante: Se não há impacto - adicionar 0 pontos. Se o impacto é local - adicionar mais 5 pontos. Se o impacto for regional - adicionar mais 10 pontos Obs.: Local: quando o efeito se restringe ao próprio local da ação; Regional: quando o efeito se dissemina por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação.	0 / 5 / 10	5
Pontuação total		55

Pontuação máxima = 100 pontos / Pontuação mínima = 0 ponto.

SITUAÇÃO DA CAVERNA:

Relativamente Intacto (RI): comunidades naturais, populações e processos ecológicos aparentemente intactos, sem alterações ou ameaças de origem antrópica.

Pontuação: ≤ 7 pontos.

Relativamente Estável (RE): alterações de origem antrópica perceptíveis podendo causar declínios locais nas populações naturais. Manutenção da integridade da paisagem, processos ecológicos aparentemente intactos.

Pontuação: 8 até 34 pontos.

Vulnerável (VU): afloramento que corre um risco de extinção se não forem adotadas medidas adequadas de manejo e proteção. Perda e degradação de habitat.

Pontuação: 35 até 61 pontos.

Em Perigo (EP): afloramento que corre um risco alto de extinção. Alterações na paisagem com perda de habitat causando alterações nos ambientes e processos ecológicos.

Pontuação: 62 até 84 pontos.

Criticamente em Perigo (CP): afloramento que corre um risco extremamente alto de extinção. Grandes alterações na paisagem do entorno, ou matriz, comprometendo a manutenção de espécies nativas e processos ecológicos.

Pontuação: 85 até 99.

Extinta (EX): caverna que deixou de existir.

Pontuação: 100 pontos

**APÊNDICE D - PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE
CAVERNAS PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU
RESTAURAÇÃO**

**APÊNDICE D - PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE CAVERNAS
PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU RESTAURAÇÃO**

PROTOCOLO RÁPIDO DE ANÁLISE DE ESTADO DE CAVERNAS PARA PRIORIZAR AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E/OU RESTAURAÇÃO – GRUTA DA PEDRA FURADA					
Ambiente	Característica analisada	Classificação	Pontuação estimada	Pontuação alcançada	
Interno	Meio Biótico				
	Ocorrência de animais com troglomorfismo (como despigmentação, ausência de olhos, apêndices alongados etc.), possível troglóbio - animais restritos às cavernas, não sendo encontrados em ambientes externos	Sim	6	0	
		Não	0		
	Grupo de animais encontrados nas cavernas (caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto)	Invertebrados ou vertebrados	1	3	
		Invertebrados e vertebrados	3		
	Ocorrência de fauna interna de invertebrados (quanto maior a riqueza melhor – tende-se a aumentar o índice de diversidade). A pontuação deve ser dada a partir quantidade das morfoespécies encontradas. Caso não haja fauna interna não marcar= 0 ponto	1 a 35 espécies	5	20	
		36 a 70 espécies	10		
		≥ 71 espécies	20		
	Riqueza de grupos de morcegos (observar guano existente dentro da caverna e se possível identificar as espécies). A pontuação deve ser dada pelo grupo encontrado com maior valor. Caso não haja morcegos não marcar= 0 ponto	Hematófago	1	6	
		Carnívoro	2		
		Insetívoro	4		
		Nectarívoro / Frugívoro	6		
	Sítio paleontológico: presença de fósseis (inteiros ou fragmentos de animais ou vegetais) e/ou icnofósseis (vestígios de atividade vital de antigos organismos, como pegadas e perfurações)	Sim	10	0	
		Não	0		
	Meio antrópico				
	Descaracterização visível do ambiente (agentes como: grades, lixo, pichação, iluminação artificial, detetização, escadas, coleta predatória de componentes biológicos...)	Sim	0	0	
		Não	5		
	Sítio arqueológico - local com vestígios de atividades (pinturas, fogueiras, sepulturas, ferramentas de pedra lascada, etc.) de seres humanos que viveram antes do início de nossa civilização	Sim	10	0	
		Não	0		
	Beleza cênica (qualidade estética de uma paisagem aos olhos da população que a frequenta.)	Baixa	2	2	
Média		4			
Alta		6			
Patrimônio cultural (é o conjunto de todos os bens, materiais ou imateriais, que, pelo seu valor próprio, deve ser considerado de interesse relevante para a permanência e a identidade da cultura de um povo)	Sim	5	5		
	Não	0			
Meio abiótico					
Espeleotemas: em relação à quantidade de exemplares de tipos diferentes bem conservados	0	0	2		
	1-2	2			
	3-4	4			
	≥ 5	6			
Presença de corpo d'água permanente (rios, lagos, lagoas subterrâneos e/ou superficiais internos)	Sim	5	0		
	Não	0			

Externo	Meio Biótico			
	Tipo de ocupação no entorno da caverna (principal atividade)	Vegetação natural (bioma característico da região)	10	5
		Pastagem, Agricultura, Monocultura, Reflorestamento	5	
		Residencial, Comercial, Industrial	0	
	Meio Abiótico			
	Heterogeneidade ambiental do Carste (presença de outras paisagens cársticas no entorno das cavernas – como lapiás, dolinas, uvalas, e poliés)	Sim	5	0
		Não	0	
	Meio Antrópico			
	Localização em Unidade de Conservação	Proteção integral	20	5
		De uso sustentável	10	
		Fora de UC	5	
	Alteração antrópica de origem doméstica urbana ou industrial visível no ambiente (lixo, esgoto, fábricas, siderurgias, queimadas, plantas exóticas, coleta predatória de componentes biológicos)	Sim	0	0
		Não	5	
	Presença de construções ou grandes modificações ambientais (como: estrada, núcleo urbano, mineração, agropecuária,...) medida por distância em m a partir da entrada da caverna	< 1000	0	0
1000 - 1500		2		
1500 - 2000		4		
> 2000		6		
Pontuação geral			48	

Pontuação máxima = 128 pontos / Pontuação mínima = 7 pontos.

SITUAÇÃO DA CAVERNA:

Prioridade baixa: pontuação ≤ 42 pontos

Prioridade média: pontuação 43 até 86 pontos

Prioridade alta: pontuação ≥ 87 pontos

Quanto maior a quantidade de características que necessitam ser conservadas/restauradas, maior a pontuação e maior a urgência da caverna ter ações efetivadas para tal.

