

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CAVERNAS DO MUNICÍPIO DE LARANJEIRAS, SERGIPE

Christiane Ramos Donato
Doutoranda PRODEMA - UFS
christianecrd@yahoo.com.br

Adauto de Souza Ribeiro
Docente do PRODEMA - UFS
Laboratório de Ecologia e Conservação DBI - UFS
adautosr@ufs.br

RESUMO

Este artigo tem por objetivo avaliar os impactos ambientais e suas possíveis causas em sete cavernas do município de Laranjeiras – Sergipe. O estudo aponta os subsídios necessários para a futura institucionalização de unidade de conservação na área. Para tanto, com base na matriz de Leopoldo (1971) modificada realizou-se a avaliação dos impactos através de observação direta. Com isso caracterizou-se, os principais componentes causais dos impactos nos ecossistemas cavernícolas e propôs-se um plano efetivo para a conservação dessas cavernas.

Palavras - chave: Avaliação de Impacto Ambiental, Ecossistema Cavernícola, Matriz de Leopoldo, Conservação Ambiental, Unidade de Conservação.

CHARACTERIZATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CAVES IN THE MUNICIPALITY OF LARANJEIRAS, SERGIPE

ABSTRACT

This article aims to evaluate the environmental impacts and their possible causes in seven caves in the municipality of Laranjeiras - Sergipe. The study points out the subsidies necessary for institutionalization of the protected area the future. To do so, based on the modified matrix of Leopold (1971) conducted to impact assessment through direct observation. Thus was characterized of the caves components and its ecosystem main impacts, and so we proposed an effective plan for the conservation of these caves.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Ecosystem Cave, Leopoldo Matrix Environmental Conservation, Protection Area.

INTRODUÇÃO

Em Sergipe, as áreas mais degradadas situam-se na Mata Atlântica, onde predomina o cultivo extensivo da cana-de-açúcar. Sua diversidade biológica vem sendo negligenciada, isso se deve, em grande parcela, ao desconhecimento do que está sendo destruído. No entanto, em meio às plantações de cana e pastagens de gado, existem refúgios para a biodiversidade sergipana: as cavernas. Por estarem situadas em trechos com afloramentos rochosos, a agricultura e pecuária ainda não conquistaram totalmente tais ambientes, porém, boa parte da vegetação típica de Mata Atlântica situada ao redor de tais trechos foi derrubada.

Em paralelo, há impactos ambientais provocados pelos moradores locais, evidenciados por aros de pneus queimados na tentativa de acabar com os morcegos, tidos como causadores de prejuízos para o rebanho, em uma ação que afeta todo o sistema das cavernas. E outros como, depósito de lixo e quebra de espeleotemas. Essas cavernas estão desamparadas pelas atuais mudanças na legislação e encontram-se nas mãos dos visitantes ocasionais e dos donos das propriedades onde estão inseridas.

Recebido em 03/03/2011
Aprovado para publicação em 05/09/2011

Do ponto de vista da sustentabilidade, o ambiente cavernícola exerce importante papel na manutenção da diversidade e estrutura dos ecossistemas adjacentes, abrigando, por exemplo, espécies de morcegos polinizadores e dispersores de sementes que auxiliam a manutenção de espécies de angiospermas e reflorestamento de áreas degradadas. E como judicialmente, com o decreto 6.640/2008 aprovado, as cavernas passaram a ser categorizadas em níveis de relevância de máxima à baixa, estima-se que muitas delas tenham seus patrimônios histórico-culturais e biológicos ameaçados por interesses financeiros, já que são ricas em minérios e podem servir como depósitos de gás natural (BRASIL, 2008).

Desse modo, é importante saber quais são os principais causadores dos impactos ambientais nas cavernas sergipanas. Entretanto, pelo tempo e pelos recursos disponíveis, é inviável diagnosticar esses impactos em todas as cavernas do Estado, por isso escolheu-se o município de Laranjeiras o qual reúne o maior acervo de cavernas próximas já registradas junto a Sociedade Brasileira de Espeleologia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA, 2009); está localizado em uma região de interesse econômico, desenvolvimento industrial minerador marcado por forte histórico de impacto e riscos ambientais em uma zona de hotspot (Mata Atlântica); e as cavidades estão próximas de comunidades humanas.

Com o presente trabalho pretende-se subsidiar futuros estudos do estado de conservação em que elas se encontram e mesmo a institucionalização de unidades de conservação na área estudada, já que uns dos objetivos do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) é: contribuir para a manutenção da diversidade biológica; cooperar com a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; e proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, paleontológica e cultural (BRASIL, 2000).

Nessa perspectiva, o objetivo geral do trabalho foi avaliar de forma preliminar os impactos ambientais presentes em cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. E para alcançar esse objetivo geral foram estipulados os seguintes objetivos específicos: analisar as causas dos impactos ambientais nas cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe; identificar os principais elementos impactantes presentes nessas cavernas; sugerir medidas de minimizar esses impactos nas cavernas estudadas.

O IMPACTO AMBIENTAL E SUA PRESENÇA EM CAVERNAS

As cavernas com seus componentes bióticos, biológicos e abióticos, os minerais são extremamente frágeis e interligados com o ambiente externo, portanto estão à mercê de alterações ambientais, essas alterações mesmo sendo 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 a partir do século XVI, extração essa que também removeu inúmeros vestígios arqueológicos e paleontológicos e a própria ecologia do ecossistema foi desequilibrada. E 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, os impactos ambientais em ecossistemas cavernícolas permanecem nas mais diversas formas, como pelos impactos nas águas, da mineração, de obra de engenharia, da visitação, das atividades espeleológicas realizadas de forma inadequada e de depósito de detritos e poluentes domésticos, agrícolas e industriais (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005; AULER, 2006).

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 algumas cavernas de Itaquarena na Bahia. Também, devido à entrada de rios contaminados pela caverna por compostos químicos lançados por indústrias. Como o rio Bluestone, que corre pela fronteira entre os estados da Virgínia e Virgínia Ocidental, nos Estados Unidos e, que nesse ano, 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 caverna e afetou significativamente os parâmetros físico-químicos e biológicos da qualidade da água a ser consumida também pela população humana (STREATER, 2010).

Vazamentos de esgotos e fossas e depósito de animais mortos também causam contaminação da água e a alteração da temperatura e turbidez, da mesma forma, são frequentes em regiões em que os rios passam por alta densidade de fazendas e cidades, como em Lagoa Santa, Minas Gerais (LINO, 2001).

A extração de água 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, a qual teve um estreito conduto obstruído, o qual ligava ao restante da caverna (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005).

Os impactos da mineração ocorrem ainda hoje para retirada do salitre contido nos solos para a produção de pólvora, da calcita em depósitos secundários, de cobre e chumbo presentes na rocha e, de maneira mais evidente, 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. 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 (LINO, 2001; AULER; ZOGBI, 2005; AULER, 2006). Em Sergipe a Gruta da Pedra Furada, localizada no município de Laranjeiras, foi destruída restando atualmente apenas uma formação do tipo abrigo sob rocha devido à mineração para produzir cimento.

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 a construção de barragens, já que as cavernas podem representar rotas de fuga da água, algumas foram construídas nesse tipo de ambiente no Brasil. Tem-se a exemplo as barragens de Sobradinho que abarca os Estados de Bahia, Pernambuco e Piauí; a da Serra da Mesa que se localiza no Estado de Goiás, na qual 139 cavernas foram inundadas em 1996; e a de Xingó, em Sergipe, em que abrigos sob rocha com pinturas rupestres foram perdidos no final da década de 1990 (LINO, 2001).

Quanto à urbanização desordenada, esse é um dos problemas que ameaçam a conservação das cavernas e o que se observa é, inicialmente, a contaminação do lençol freático, redução da água subterrânea, desmatamento do entorno, depredação e ocupação do espaço. Por exemplo, há o projeto urbanístico que causou alterações ambientais e não foram feitos estudos para se identificar os problemas gerados nos sítios arqueológicos e ecossistemas cavernícolas o qual foi a construção do Aeroporto Internacional de Confins, que está encravado no carste (região de rochas carbonáticas) ao norte de Belo Horizonte, Minas Gerais. E mais recentemente uma obra de pavimentação da Rodovia BR-135 foi parada, pois estava passando por cima da Caverna Buraco do Inferno causando desmoronamentos e essa atividade poderia ser mais prejudicial, já que essa 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 (ÂNGELO, 2010).

Em relação à adaptação para o turismo em massa são múltiplos os problemas que podem ser gerados 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 do ar, temperatura do ar, concentração de CO₂, a proliferação de algas e diminuição de condições ideais para os troglófilos (espécies não exclusivamente cavernícolas, mas que possuem a capacidade de desenvolver todo seu ciclo de vida no meio subterrâneo, como algumas aranhas, crustáceos e insetos) e troglóbios (espécies restritas às cavernas, não sendo encontradas em ambientes externos) viverem. Esses processos produzem uma deterioração progressiva na qualidade ambiental e favorecem a degradação de espeleotemas, arte rupestre e biodiversidade de troglóbios (FERNÁNDEZ-CORTES et al. 1986; ANDRIEUX 1988; CIGNA

1993; MANGIN; D'HULST 1996; BAKER, GENTY, SMART 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, a qual 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. São várias as cavernas brasileiras apresentando esse tipo de impacto, bem como cavernas sergipanas a exemplo da Toca da Raposa em Simão Dias com pichações e a Gruta Raposinha em Laranjeiras com seus espeleotemas quebrados (AULER; ZOGBI, 2005; DONATO et al., 2006;).

Os impactos decorridos de atividades espeleológicas realizadas de forma inadequada estão presentes no Brasil e em países espalhados por todos os continentes e vem diminuindo com a conscientização da população das adjacências e dos pesquisadores. Dentre os exemplos de degradações existe 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 exacerbada 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 são frequentes em várias cavidades brasileiras, incluindo algumas que serviram como lixeiros naturais e hoje estão destruídas, soterradas por entulhos dos mais variados tipos. Quanto ao endocarste (formas de relevo subterrâneo representado principalmente pelas cavernas) sergipano, observam-se vestígios de muitas ações diretas de deposição de lixo. Desde a entrada até os salões dessas cavidades avistam-se objetos abandonados que vão de chinelos, passando por embalagens plásticas diversas, roupas velhas, garrafas de vidro, potes de barro, até armadilhas feitas de lata para coletar caranguejo. Muitos desses resíduos obstruem passagens e modificam o ambiente natural de forma agressiva e duradoura, podendo ocasionar até mesmo uma colonização exótica (DONATO et al., 2006).

Desses, os objetos que possuem a consequência mais destrutiva são os pneus, que são utilizados para espantar ou destruir 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 com formas de locomoção mais lenta como cobras e invertebrados terrestres. É por essa situação de desconhecimento da importância dos ecossistemas cavernícolas e o descaso que ele enfrenta que é necessário se pensar na conservação das cavernas (FERREIRA; MARTINS, 2001).

METODOLOGIA

Delimitação e caracterização da área de estudo

O município de Laranjeiras possui uma área de 163,6 km², localiza-se na mesorregião Leste Sergipano, microrregião do Baixo Cotinguiba e geologicamente está inserido na Sub-bacia Sergipe. A região de ocorrência de cavernas está locada na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. A cobertura da vegetação atual é predominante de áreas cultivadas e de pastagem, com pequenos fragmentos remanescentes de Mata Atlântica, formação secundária e manguezais nas margens do Rio Cotinguiba. Quanto às isoietas, a média no município é de 1.200 mm anuais (CORREIA, 2004). A partir da Classificação de Köppen, o clima é "As" caracterizada como tropical chuvoso com verão seco, na qual a estação chuvosa se adianta para o outono (JACOMINE et al., 1975).

Material e métodos

Foram realizadas duas visitas por mês no período de setembro a novembro de 2010 ao município de Laranjeiras para fazer a marcação da localização das cavernas com o auxílio de um GPS. Durante essas visitas foram feitas observações e registros fotográficos das cavernas e suas adjacências.

Para agregar informações preliminares referentes ao estado em que se encontram as cavernas quanto à presença e ausência de impactos ambientais foi feita uma primeira avaliação sobre o que causa e os tipos de impactos presentes nas cavernas no mesmo período de sua localização.

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 cavernas.

Foram estudadas preliminarmente sete cavernas do município de Laranjeiras: Gruta da Pedra Furada, Gruta da Matriana, Gruta da Raposa, Gruta da Janela, Gruta Raposinha, Gruta dos Orixás e Gruta do Tramandaí. As três primeiras localizadas no povoado Comandaroba e as quatro últimas no povoado Machado e todas elas estão presentes em propriedades particulares. A identificação dos impactos observados e de seus possíveis causadores foi expressa em uma planilha com base da matriz de Leopoldo modificada (SANTOS, 2004; SOBRAL et al., 2007), a qual possui parâmetros qualitativos, os quais foram avaliados em função das características abaixo:

Temporalidade: refere-se ao padrão de ocorrência do impacto, podendo ser caracterizado como: temporário (T) quando o efeito do impacto se manifesta por um determinado tempo após a realização da ação; permanente (Pr), quando uma vez executada a ação os efeitos continuam a se manifestar em um horizonte temporal conhecido; ou cíclico (C) quando o efeito se faz sentir em determinados períodos (ciclos), que podem ser ou não constatado ao longo do tempo.

Reversibilidade: remete ao retorno dos parâmetros ambientais às condições originais, que pode ser caracterizado como: reversível (Rv), quando cessada a ação o fator ambiental retorna às condições originais; ou irreversível (Ir) quando descontinuada a ação o fator ambiental afetado não retorna às condições originais, pelo menos em um horizonte de tempo plausível pelo homem.

Extensão: é o alcance do impacto, que pode ser distinguido como: local (L) quando o efeito se restringe ao próprio local da ação; regional (Rg), quando o efeito se dissemina por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação.

Duração: faz referência ao tempo que o impacto e seus efeitos persistem no ambiente, podendo ser qualificado como: de curto prazo (Cp), quando seus efeitos têm duração de até 1 ano; de médio prazo (Mp), quando seus efeitos têm duração de 1 a 10 anos; e de longo prazo quando seus efeitos têm duração de 10 a 50 anos.

Origem: remete à procedência do impacto, que pode ser: de origem direta (D), quando resulta de uma simples relação de causa e efeito, ou de origem indireta (I) quando é uma reação secundária da ação, ou quando é componente de uma cadeia de reações.

Sentido: relaciona-se à valoração do impacto, podendo esse ser: positivo (P+), quando a ação impactante causa melhoria da qualidade de um parâmetro ambiental; ou negativo (N), quando uma ação origina um dano à qualidade ambiental.

Magnitude de impacto: indica a gravidade do impacto no meio ambiente, a qual pode ser: pequena (P), quando a utilização dos recursos naturais é desprezível quanto ao seu esgotamento e à degradação do meio ambiente e da comunidade, sendo reversível; média (M), quando a utilização de recursos naturais é considerada, sem que haja possibilidade de esgotamento das reservas naturais, sendo a degradação do meio ambiente e da comunidade reversível, porém com ações imediatas; grande (G) quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade, não tendo muitas possibilidades de reversibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas cavernas estudadas foram verificados, de forma geral, sete tipos de impactos ambientais: mineração, queimadas, desmatamento, práticas agro-pastoris, presença de espécies exóticas, abrigo humano e visitação desordenada. Entretanto, nem todos esses impactos foram presenciados ao mesmo tempo em cada uma das cavidades naturais (Tabela 1).

Tabela 1: Qualificação dos impactos em cavernas de Laranjeiras, Sergipe

Gruta dos Orixás		
Causa	Impacto	Qualificação dos impactos
Desmatamento e Visitação desordenada	Redução da capacidade de sustentação da fauna, Afugentamento da fauna terrestre e Interrupção de fluxos gênicos.	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude.
	Redução da biodiversidade nativa	Permanente, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, média magnitude.
	Stress da fauna local e Redução da biota do solo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa e de grande magnitude.
Visitação desordenada	Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude.
Gruta da Pedra Furada		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Mineração	Retirada de minério e Depredação do meio físico	Permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa e de grande magnitude.
Visitação desordenada, Desmatamento e Práticas agropastoril	Redução da capacidade de sustentação da fauna, Afugentamento da fauna terrestre, Interrupção de fluxos gênicos e Visuais desnudamentos do solo na entrada da caverna.	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude.
	Redução da biodiversidade nativa	Permanente, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, média magnitude.
	Stress da fauna local e Redução da biota do solo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa e de grande magnitude
Visitação desordenada	Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
Gruta Raposinha		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Abrigo humano	Depredação do meio físico	Permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa e de grande magnitude
	Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
Desmatamento e Práticas agro-pastoris	Redução da capacidade de sustentação da fauna, Afugentamento da fauna terrestre, Interrupção de fluxos gênicos e Visuais desnudamentos do solo na entrada da caverna.	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
	Redução da biodiversidade nativa	Permanente, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, média magnitude
	Stress da fauna local e Redução da biota do solo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa e de grande magnitude

Tabela 1: (continuação) Qualificação dos impactos em cavernas de Laranjeiras, Sergipe

Gruta da Janela		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Visitação desordenada	Redução da biota do solo, Stress da fauna local, Afugentamento da fauna terrestre e Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direto, negativo e de pequena magnitude
Gruta da Matriana		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Queimadas	Depredação do meio físico	Cíclico, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa e de grande magnitude
	Aumento na concentração de gases	Cíclico, reversível, local, curto prazo, direta, negativa e de grande magnitude
Queimadas, Desmatamento e Práticas agro-pastoris	Redução da capacidade de sustentação da fauna, Afugentamento da fauna terrestre, Interrupção de fluxos gênicos e Visuais desnudamentos do solo na entrada da caverna	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
	Redução da biodiversidade nativa	Permanente, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, média magnitude
	Stress da fauna local e Redução da biota do solo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa e de grande magnitude
Gruta da Janela		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Visitação desordenada	Redução da biota do solo, Stress da fauna local, Afugentamento da fauna terrestre e Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direto, negativo e de pequena magnitude
Gruta do Tramandaí		
Causa	Impactos	Qualificação dos impactos
Visitação desordenada e abrigo humano	Acúmulo de lixo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
	Depredação do meio físico	Permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa e de grande magnitude
Presença de espécies exóticas, Visitação desordenada e abrigo humano	Redução da capacidade de sustentação da fauna, Afugentamento da fauna terrestre, Interrupção de fluxos gênicos e Visuais desnudamentos do solo na entrada da caverna	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, média magnitude
	Redução da biodiversidade nativa	Permanente, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, média magnitude
	Stress da fauna local e Redução da biota do solo	Temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa e de grande magnitude

Fonte: pesquisa 2010

Ao analisar separadamente cada agente causal de impacto ambiental podem-se inferir medidas mitigadoras desses impactos nas cavernas estudadas. Partindo-se desse prisma, logo abaixo serão apresentadas as análises sobre cada um dos sete agentes de impactos constatados e medidas para restauração/conservação das cavernas estudadas.

Mineração

De acordo com Lino (2001), Auler e Zogbi (2005) e Auler (2006) 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 (Figura 1). No passado, ela 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 algumas populações residentes. Também se acredita que foi alterada a quantidade e localização de sedimentos no interior da cavidade, o que trouxe como consequência modificação nas taxas de sobrevivência e reprodução da fauna terrestre. 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 das duas cavidades, 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).



Figura 1: Gruta da Pedra Furada após utilização para extração de calcário. Fonte: Centro da Terra, 2010.



Figura 2: Gruta da Matriana após utilização para extração de calcário. Fonte: Centro da Terra, 2010.

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 (Figura 2), provoca forte alteração no meio físico com a aglomeração permanente de fuligem nas paredes da caverna; a diminuição da umidade relativa e o aumento da temperatura e da concentração de gases, interferindo na qualidade do ar de maneira cíclica, pois ocorre apenas nos períodos de colheita. E no meio biótico ocasiona 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 implantar projetos de educação ambiental que sensibilizem a Usina Pinheiro quanto ao perigo dos incêndios e seus danos ambientais.

Desmatamento

O desmatamento pode ser observado no entorno da Gruta da Matriana, da Gruta dos Orixás (Figura 3), da Gruta Raposinha (Figura 4) e da Gruta da Pedra Furada (Figura 1). As causas para essa atividade impactante, aparentemente são diversas, tais como preparação do solo para agricultura e pecuária, para construção de área recreativa (campo de futebol improvisado) e por representação de limpeza da área.

Essa atividade impactante afeta diretamente o ambiente físico interno da caverna e proximidades interferindo no empobrecimento do solo, diminuição da ciclagem de nutrientes e no futuro terá problemas com a erosão provenientes da matéria orgânica acumulada na superfície desse solo. Enquanto no meio biótico as alterações na composição da 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 barrar esses impactos, colocar em prática um monitoramento ambiental das atividades impactantes na área, bem como fiscalizar e punir os crimes ambientais.

Também 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 barrar 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 quatro presentes no povoado Machado.



Figura 3: Entorno da Gruta dos Orixás desmatado para criar campo de futebol. Fonte: Centro da Terra, 2010.



Figura 4: Entorno da Gruta da Raposinha desmatado para criar pasto. Fonte: Centro da Terra, 2010.

Práticas Agropastoris

Regiões onde se encontram cavernas possuem solos eutróficos, os quais são muito férteis devido à grande quantidade de bases trocáveis, como magnésio e cálcio. Contudo, paralelamente, em sua maioria 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 os impactos provocados em cavernas devido aos constantes abalos produzidos na superfície. Todavia, ainda persistem outras práticas lesivas ao ecossistema cavernícola como o uso intenso de desmatamento para substituir floresta por pastagens, o que subutiliza esses solos férteis e os expõe a agentes erosivos (CECAV, 2010).

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 podem-se verificar atividades agro-pastoris nos entornos da Gruta Raposinha (Figura 4), Gruta da Matriana (Figura 5), e Gruta da Pedra Furada (Figura 6). Na primeira refere-se à cultura de cana-de-açúcar e nas outras duas encontra-se principalmente a substituição da vegetação nativa para pastagem de bovinos e equinos. Esse tipo de impacto afugenta a fauna, quando não extermina.



Figura 5: Entorno da Gruta da Matriana: cultivo de cana-de-açúcar. Fonte: Centro da Terra, 2010.



Figura 6: Entorno da Gruta da Pedra Furada: uso para pastagem de bovinos e equinos. Fonte: Centro da Terra, 2010.

Para reverter essa situação, sugere-se que o IBAMA institucionalize um planejamento de ordenação do território de maneira que as áreas em que há ocorrência de cavernas tenham seu uso agrícola encerrado e seja iniciado um trabalho de recuperação em toda parte antes ocupada por atividades agro-pastoris. E para cessar 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 (Figura 7). Essa planta é alelopática, o que impede o crescimento de outras espécies vegetais próximas 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).



Figura 7: Entorno da Gruta do Tramandaí: presença de vegetação exótica, o bambu. Fonte: Centro da Terra, 2010.

Esse tipo de atividade danosa poderá ser minimizado com a substituição gradativa dos bambus pela vegetação nativa para o controle dessa ação impactante.

Abrigo humano e visitação desordenada

Ambas as 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 espeleotemas quebrados e roubados, pichações nas paredes e muito lixo.



Figura 8: Gruta da Raposinha: após uso como abrigo humano com espeleotemas todos quebrados. Fonte: Centro da Terra, 2010.



Figura 9: Gruta do Tramandaí: após uso como abrigo humano e visitação desordenada, com bastante lixo. Fonte: Centro da Terra, 2010.

As Grutas do Tramandaí e Raposinha (Figura 8) já foram utilizadas como abrigo humano e as Grutas da Pedra Furada, dos Orixás, da Janela e também a do Tramandaí (Figura 9) são usadas para visitação desordenada, seja para práticas religiosas ou turismo não organizado.

A visitação em cavernas seja para turismo, para práticas religiosas ou moradia, assim como praticamente todas as outras atividades humanas próximas a elas, concorrem 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). 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 muito próximas da entrada da gruta.

As Grutas dos Orixás e da Pedra Furada já foram utilizadas para fins religiosos, denotando, inclusive, uma tensão entre cultura e preservação 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, 2006).

A população humana e mesmo a residente dentro das cavidades naturais são afetadas pela deposição do lixo em locais inapropriados, pois esse causa problemas de saúde pública, atrai e propicia a proliferação de animais transmissores de doenças, modifica hábitos alimentares e mesmo habitats dentro das cavernas.

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 para tanto é necessário que essas atividades sejam muito bem conduzidas devido à grande fragilidade do sistema cavernícola. É possível elaboração de planos de manejo espeleológicos e projetos de educação ambiental, a capacitação de guias locais e a conscientização de todos os envolvidos tornam-se essenciais para garantir o uso sustentável das cavernas.

Como medida mitigadora dos impactos causados pela moradia e visitação, também se recomenda a total eliminação do lixo e um trabalho de recuperação da vegetação na área, bem como a elaboração de um programa de educação ambiental e da institucionalização do planejamento do espeleoturismo na região.

CONCLUSÕES

Todas as cavernas presentes nesse estudo estão em propriedades particulares e nenhuma faz parte de algum tipo de unidade de conservação. Há desconhecimento dos proprietários sobre a importância ecológica e geológica das cavernas do estado de Sergipe e na região. Muitas das ações mitigadoras propostas neste estudo são dependentes de um 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 na Constituição Federal.

Com relação aos impactos e suas consequências ora apresentadas sugere-se a elaboração de

um planejamento municipal constituído de: programas de fiscalização e de monitoramento ambiental para conter os impactos ambientais; de restauração ambiental e recuperação paisagística dos locais onde ocorre mineração, coibir os desmatamento e queimadas no entorno; associar à educação ambiental como aliada à conservação do ecossistema de caverna e a Mata Atlântica, proteger mitos e lendas das cavernas de Laranjeiras e sua ética positiva, aproximar à espeleologia com atividade turística como mitigador e contribuir com o ordenamento territorial. Esses programas devem ser levados ao conhecimento da população 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 essas medidas mitigadoras sugeridas conclui-se que não é necessária, obrigatoriedade da institucionalização de Unidades de Conservação (UC). Mas há de se convir que essa prática traria vários benefícios imediatos e a longo prazo para as cavidades naturais e seus arredores em Laranjeiras.

O conjunto de cavernas de Laranjeiras está em uma área menor que 10 km de extensão, do ponto de vista de viabilidade para conservação espeleológica de Laranjeiras: as cavernas podem ser enquadradas no SNUC em diversas categorias de proteção integral compatíveis com a proteção do patrimônio espeleológico. Dentre as categorias avaliou-se o enquadramento em 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 essas UCs é o formato de proteção integral com o uso direto e indireto de seus recursos. No entorno das cavernas do município há 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.

Dessa maneira, é interessante observar as categorias de UC de uso sustentável que mais se adequam à proteção do patrimônio espeleológico de Laranjeiras. 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. Sendo as mais viáveis as RPPNs, com a responsabilidade dos proprietários, e as APAs, com responsabilidade do Município. Porém nestas modalidades a institucionalização deverá ser uma obrigação do município de Laranjeiras.

Qualquer escolha 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, cujas implicações no futuro plano de manejo trariam algumas dificuldades às propriedades particulares e ao Município quanto à zona de amortecimento respeitando os limites constitucionais. Já que as cavernas localizam-se em uma área com ocupação de comunidades humanas.

REFERÊNCIAS

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.

AULER, A. **Relatório nº1: relevância de cavidades naturais subterrâneas – contextualização, impactos ambientais e aspectos jurídicos**. Brasília: MME/PNUD, jul. 2006.

AULER, A.; ZOGBI, L. **Espeleologia: noções básicas**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005.

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.

BRASIL. **Decreto de nº 6.640/08, de 7 de novembro de 2008**: Dá nova redação aos arts. 1º,

2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acesso em: 28 jan. 2010.

BRASIL. **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-norma-actualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2010.

CALAFORRA, J.M.; FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; SÁNCHEZ-MARTOS, F.; GISBERT, J.; PULIDO-BOSCH, A. 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.

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

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.

DONATO, C.R.; ALMEIDA, J.A.P. de; ALMEIDA, E.A.B. de; SILVA, E.J. da; BARRETO, E.A. de S.; DANTAS, M.A.T. Levantamento espeleológico de Sergipe: o impacto ambiental nas cavernas sergipanas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16. São Cristóvão, SE. **Cd de resumos**, 2006.

FERREIRA, C. F. **Impactos Ambientais em cavernas - estudo de caso das cavidades do município de Lagoa da Prata/MG.** Belo Horizonte: UFMG/Instituto de Geociências. 2006. p.136.

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

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.

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

SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental: da teoria à prática.** São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SOBRAL, I.S.; SANTANA, R.K. de O.; GOMES, L.J.; COSTA, M.; RIBEIRO, G.T.; SANTOS, J.R. dos. 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.** 2009. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/cnc_form.asp>. Acesso em 05 out. 2009.

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.