

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS EM CAVERNAS NO MUNICÍPIO DE URUARÁ-PA

DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS
CAUSED BY HUMAN ACTIVITY IN THE CAVES OF URUARÁ-PA

DIAGNOSIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
CAUSADOS POR LA ACTIVIDAD HUMANA EN LAS CUEVAS
DEL MUNICIPIO DE URUARÁ-PA

Reinaldo Lucas Cajaiba

Graduado em Biologia e Química, Pós graduação (*lato sensu*) em Ciências Biológicas, Mestre em Engenharia do Ambiente pela Utad/Portugal, Doutorando em Ambiente e Desenvolvimento pela Univates.

reinaldocajaiba@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os principais impactos ambientais existentes em sete cavernas no município de Uruará-PA. Os dados foram compilados numa matriz de Leopoldo, o qual leva em consideração a frequência, duração, extensão, reversibilidade, origem, sentido e o grau de impacto. Como resultado, encontraram-se ações de grandes impactos, como queimadas, trilhas, compactação do solo, erosão, desmatamentos, visitação turística desordenada, presença de lixo, polui o luminosa, atividades madeireira, desvio curso d'água e atividades agropecuárias. Nossos resultados sugerem que sejam implantados programas de Educa o Ambiental para conscientiza o da popula o e dos proprietários dos imóveis rurais onde as cavernas estão localizadas, além de maior controle e fiscaliza o por parte dos gestores públicos para prote o desses ambientes, junto com a implanta o de projetos de recupera o das áreas já degradadas.

Palavras-chave: Diagnóstico Ambiental. Impacto cavernícola. Conserva o.

ABSTRACT

This study aimed to assess the main environmental impacts in seven caves on Uruará-PA. The data were compiled in a Leopold's matrix, which takes into account the frequency, duration, extent, reversibility, origin, direction and degree of impact. As a result, we found high-impact actions such as fire, trails, soil compaction, erosion, deforestation, disordered sightseeing, presence of litter, light pollution, logging activities, diversion of watercourses and agricultural activities. The results suggest that should be displayed environmental education programs to raise awareness on population and the owners of rural properties where the caves are located, greater control and supervision of public managers to protect these environments and the implementation of projects for recovering degraded areas.

Keywords: Environmental Diagnostic. Impact on the caves. Conservation.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar los principales impactos ambientales en siete cuevas existentes en el municipio de Uruará-PA. Los datos fueron compilados en una matriz de Leopold, que tiene en cuenta la frecuencia, la duración, el alcance, la reversibilidad, origen, dirección y el grado de impacto. Como resultado,

hemos encontrado acciones de gran impacto, tales como incendios, senderos, compactación del suelo, erosión, deforestación, visitas turísticas desordenadas, presencia de basura, contaminación lumínica, actividades madereras, desvío de cursos de agua y actividades agrícolas. Los resultados sugieren que deben ser desplegados programas de Educación Ambiental para la concientización de la población y de los dueños de propiedades rurales en las que se ubican las cuevas, un mayor control y supervisión de los gestores públicos para proteger estos entornos y la ejecución de proyectos para la recuperación de las áreas ya degradadas.

Palabras clave: Diagnóstico Ambiental. Impacto en cuevas. Conservación.

INTRODUÇÃO

Cavidades naturais subterrâneas são espaços penetráveis pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, fauna e flora ali encontradas e o corpo rochoso onde se inserem, desde que a sua formação fora por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante (BRASIL, 2008).

Formam ambientes únicos, com uma fauna peculiar, consideradas sítios de especial interesse científico, apresentando uma fauna frágil e vulnerável aos impactos causados no ambiente físico por interferências de ações humanas ou fenômenos naturais (ALVES, 2007; CAJAIBA, 2013). Os animais que ali habitam são limitados em sua capacidade de dispersão, devido à descontinuidade no habitat apropriado e, como consequência, apresentam altos níveis de endemismos (CHRISTMAN *et al.*, 2005). São particularmente vulneráveis à perturbação por causa de sua raridade em habitats (SLANEY; WEINSTEIN, 1997), por isso a necessidade de divulgação desse potencial para a sociedade e sua devida proteção (CAJAIBA, 2012).

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 na manutenção de espécies de angiospermas e reflorestamento de áreas degradadas (DONATO; RIBEIRO, 2011). Além de uma infinidade de invertebrados que dependem exclusivamente desse ambiente para reprodução e sobrevivência.

Os impactos naturais e antrópicos sobre o sistema cárstico modificam uma série de fatores importantes para manutenção das condições ambientais, mudando temperatura, umidade, disponibilidade de alimentos e condição de luminosidade (FERREIRA *et al.*, 2008; FERREIRA; HORTA, 2001; FERREIRA; MARTINS, 2001; BRANDÃO *et al.*, 2013). Atividades antrópicas relacionadas à mineração, turismo, agropecuárias, industriais, degradação da

vegetação e poluição dos rios em torno das cavernas fazem com que espécies do ambiente cavernícola tenham suas populações reduzidas e/ou extintas (FERREIRA; MARTINS, 2001; AULER, 2006; BRANDÃO *et al.*, 2013).

A fauna associada ao ambiente cavernícola é geralmente classificada em três categorias, de acordo com sua relação ecológico-evolutiva com o meio hipógeo (BARR, 1968): I) os Troglóbios são animais restritos ao meio subterrâneo que podem apresentar modificações, como redução total ou parcial dos olhos e pigmentação melânica, órgãos sensoriais mais desenvolvidos, adelgamento da cutícula, e frequentemente uma redução das atividades metabólicas, não conseguindo completar seu ciclo de vida fora das cavernas; II) os Troglófilos são espécies que conseguem realizar todo seu ciclo de vida no ambiente subterrâneo, mas podendo sobreviver também no ambiente epígeo (HOENEN, 2004); III) os Troglóxenos são animais que sobrevivem tanto no interior do ambiente cavernícola como no ambiente externo, usando as cavernas como abrigo, reprodução ou alimentação.

Distúrbios locais, permanentes ou temporários afetam as populações ou causam extinções. Frequentemente, altos níveis de endemismo são registrados nesses ambientes agravando a situação, devido ao fato de espécies raras ou de distribuição restrita tenderem a serem eliminadas com maior facilidade em consequência da redução do habitat disponível (PAULA, 1997).

Estudos para monitoramento dos impactos causados no ambiente cavernícola são essenciais, sendo assim o presente trabalho tem por objetivo avaliar os impactos ambientais e suas possíveis causas em sete cavernas do município de Uruará-PA.

MATERIAL E MÉTODO

LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em sete cavernas no município de Uruará-PA (Figura 1). As cavernas foram monitoradas entre os anos de 2010 a 2012 recebendo uma visita por ano para devida caracterização.

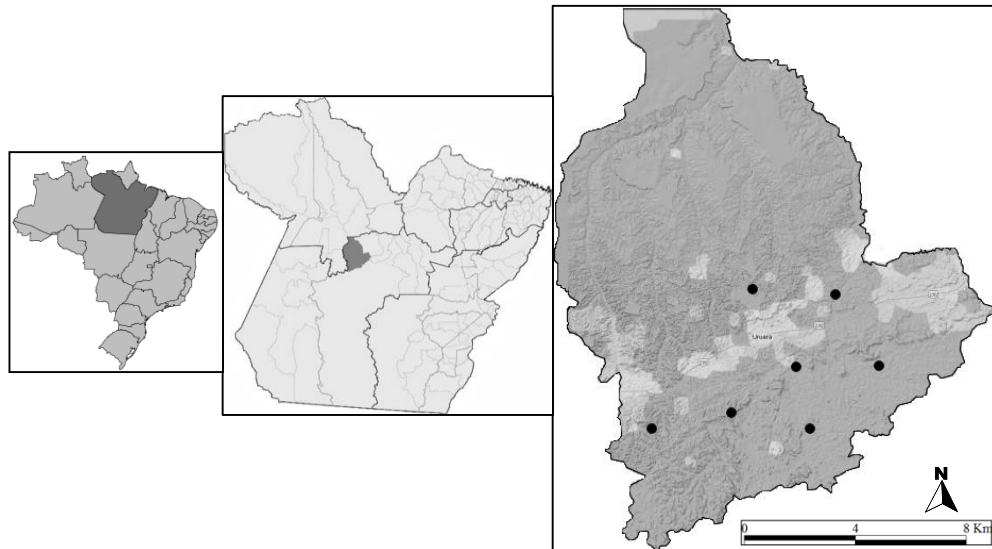


Figura 1. Localização das sete cavernas estudadas no município de Uruará-PA.

O município em questão apresenta aproximadamente 69% de cobertura florestal remanescente, e o desmatamento se concentra principalmente no centro sul do território e próximo a vicinais (IBGE, 2012).

A atividade agrícola no município tem a sua base em lavouras temporárias, como feijão, arroz, milho e mandioca – basicamente para subsistência e uma pequena comercialização local; lavouras permanentes, com destaque para o cacau, pimenta-do-reino e café, sendo o cacau o principal produto da lavoura, inclusive com expressão regional e estadual; a pecuária bovina que vem alcançando expressão a partir dos anos 90, quando também se dá o início da exploração madeireira em larga escala.

A expansão da pecuária bovina deve-se em parte ao deslocamento dos produtores para uma alternativa produtiva face ao declínio da agricultura permanente – pois não só o cacau, mas a pimenta-do-reino também atravessa problemas de produção com ataque de doenças – e principalmente devido à criação de uma linha de crédito, o Fundo Constitucional de Desenvolvimento do Norte FNO - Especial, para atender demandas de pequenos agricultores, sem título de terras.

Existe no município uma intensa atividade voltada para a extração da madeira, em áreas de floresta, especialmente em terras da área de colonização (lotes rurais) e em terras da União. Convém destacar que boa parte da atividade madeireira é realizada de forma ambientalmente irregular, sendo alvo de constantes operações do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), que já fecharam e

multaram diversas serrarias. Como visto em diversas partes da Amazônia, este modelo predatório acaba por esgotar este recurso natural, gerando graves crises sócio-econômicas ao município.

Em Uruará, dado o seu modelo de colonização e ocupação atual de seu território, se constata crescentes problemas ambientais decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. De uma maneira geral a problemática ambiental do município está centrada no desmatamento e nas queimadas, com impactos principalmente sobre a floresta e sobre os recursos hídricos do município.

CAVERNAS ESTUDADAS

Na tabela 1 são listada as cavernas estudadas no município de Uruará-PA.

Tabela 1. Cavernas estudadas no município de Uruará-PA.

Caverna	Coordenada geográfica	Extensão
Caverna do Parano	S-03°48.128'/W-053°40.584'	160 metros
Caverna do 201	S-03°55.877'/W-053°53.226'	165 metros
Caverna Coração da Amazônica II	S-03°46.470'/ W-053°35.451'	270 metros
Caverna Coração da Amazônia	S-03°46.524'/ W-053°35.402'	200 metros
Caverna do Leoni Bohry	S-03°50.852'/W-053°41.011'	170 metros
Caverna do Leoni Bohry II	S-03°50.845'/W-053°40.991'	110 metros
Caverna do Chico Preto	S-03°54.774'/W-053°49.829'	330 metros

COLETA DOS DADOS

Para a coleta das informações, as cavernas foram monitoradas entre os anos de 2010 a 2012, como anteriormente mencionado. Cada caverna recebeu uma visita anual, totalizando três visitas cada.

A identificação dos impactos observados e seus possíveis causadores foi anotada em fichas de campo com base da matriz de Leopoldo modificada (SANTOS, 2004; SOBRAL *et al.*, 2007; DONATO; RIBEIRO, 2011), a qual possui parâmetros qualitativos, avaliados em função das características abaixo:

a) Temporalidade: refere-se ao padrão de ocorrência do impacto, sendo 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.

b) Reversibilidade: remete ao retorno dos parâmetros ambientais às condições originais, 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.

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

d) Duração: faz referência ao tempo que o impacto e seus efeitos persistem no ambiente, qualificados 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 (Lp) quando seus efeitos têm duração de 10 a 50 anos.

e) Origem: remete à procedência do impacto, que sendo: 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.

f) 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.

g) Grau de impacto: é o critério que indica a gravidade do impacto no meio ambiente, a qual pode ser: baixo (B) 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; alto (A) quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade, não tendo muitas possibilidades de reversibilidade.

RESULTADOS

Por meio das observações em campo, foram identificados onze fatores como impactantes: queimadas, trilhas, compactação do solo, erosão, desmatamentos, visitação turística desordenadas, presença de lixo interno e externo, poluição luminosa, atividades madeireira, desvio curso d'água e atividades agropecuárias.

Com base nos fatores acima mencionados, construiu-se uma matriz de avaliação qualitativa dos impactos ambientais para cada caverna estudada, definidos de acordo com a frequência, reversibilidade, extensão, duração, origem, sentido e grau (Tabela 2).

Caverna do Parano

Apresenta alto grau de ação antropogênica e sua paisagem externa é desmatada, com poucas vegetações secundárias em suas proximidades. Aproximadamente 30 metros à leste existe uma vicinal com grande movimentação de veículos; ao lado sul, com 25 metros de sua entrada, encontra-se um curral com alto volume de bovinos, nas horas da manhã e tarde, no mesmo sentido com 50 metros de sua entrada, existe uma casa residencial com moradores. Outro fator negativo observado na caverna é a utilização pelos moradores para lavar louças, roupas, além de ser utilizada para banho, pois existe uma nascente logo em sua entrada. Durante a pesquisa foi possível observar a presença de animais domésticos como galinhas, cachorros e porcos.

Caverna do 201

A caverna apresenta alto grau de perturbação antropogênica, localizada no centro de uma fazenda de gado bovino, onde foi possível constatar fezes desses animais na entrada do primeiro salão. Na época da chuva o primeiro salão é utilizado pelos animais como esconderijo de mosquitos e no verão sofre uma grande perda, pois a pastagem ao seu redor é queimada para limpeza – técnica utilizada pelos agropecuaristas para facilitar a limpeza devido ao seu baixo custo. A quantidade de animais cavernícolas é bem reduzida em comparação com outras cavernas. Observa-se que a quantidade e a variabilidade de morcegos é reduzida. Como há uma vicinal cerca de 100 metros a caverna é frequentemente visitada por turistas.

Caverna Coração da Amazônia II

Caverna localizada em uma região de difícil acesso, sendo pouco visitada. Apresenta um alto grau de preservação, sendo cercada por densas florestas. Estende-se no sentido oeste, apresentando água em todo seu percurso. Por ser de difícil acesso poucas pessoas visitam esse local.

Caverna Coração da Amazônia

Apresenta alto grau de perturbação. A vegetação encontra-se quase que totalmente destruída com queimadas pelo menos duas vezes ao ano. No seu interior apresenta alto índice de perturbação antrópica, inclusive com poluição luminosa para facilitar a visita dos turistas. Foi possível encontrar em seu percurso preservativo utilizado pelos turistas em épocas de passeio. Outra mudança drástica percebida é uma banheira artificial sendo construída em uma de suas entradas, inclusive com interceptação e mudança do percurso da água.

Caverna do Leonilde Bohry

Está localizada no centro de uma floresta de mata densa. Seu acesso é difícil, sendo pouca visitada. Não apresenta água em seu percurso durante a estiagem, porém na época chuvosa há grande concentração de água das enxurradas. Apresenta vários “buracos no teto”, aumentando a circulação do ar e a taxa de luminosidade, sendo fácil caminhar em seu interior sem problemas de respiração.

Caverna do Leonilde Bohry II

Sua localização é de difícil acesso, não apresenta água em seu interior. Apresenta trilhas de mapeamento para extração de madeira.

Caverna do Chico Preto

Apresenta alto grau de perturbação. A vegetação em suas proximidades está quase que totalmente desmatada, inclusive no momento em que as armadilhas foram instaladas, iniciava-se uma plantação de lavouras em suas proximidades.

Tabela 2. Matriz de avaliação qualitativa dos impactos ambientais para as sete cavernas estudada no município de Uruará-PA.

Meios/ Causa/ Impactos	Caverna do Parano	Caverna Km 201	Caverna Coração da Amazônia II	Caverna Coração da Amazônia	Caverna Leonilde Bohry	Caverna Leonilde Bohry II	Caverna do Chico Preto
Processos erosivos	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	-	-
Desmatamento	T, Rv, L, Mp, D, N, A.	T, R, L, Mp, D, N, A.	-	T, Rv, L, Mp, D, N, A.	-	-	T, Rv, L, Mp, D, N, A.
Queimadas	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.
Atividades agropecuárias	T, Rv, L, Mp, N, A.	T, Rv, L, Mp, N, A.	-	-	-	-	T, Rv, L, Mp, N, A.
Extinção de espécies cavernícolas	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.
Visitação turística desordenada	T, Rv, L, Lp, D, N, A.	T, Rv, L, Lp, D, N, A.	-	T, Rv, L, Lp, D, N, A.	T, Rv, L, Lp, D, N, A.	T, Rv, L, Lp, D, N, A.	T, Rv, L, Lp, D, N, A.
Lixo interno/ externo	T, Rv, L, Mp, D, N, M.	T, Rv, L, Mp, D, N, M.	-	T, Rv, L, Mp, D, N, M.	T, Rv, L, Mp, D, N, M.	T, Rv, L, Mp, D, N, M.	T, Rv, L, Mp, D, N, M.
Poluição dos recursos hídricos	Pr, Ir, L, Mp, D, N, A.	-	-	Pr, Ir, L, Mp, D, N, A.	-	-	-
Trilha	-	-	T, Rv, L, Mp, D, N, B.	T, Rv, L, Mp, D, N, B.	T, Rv, L, Mp, D, N, A.	T, Rv, L, Mp, D, N, B.	-
Poluição luminosa	-	-	-	T, Rv, L, Cp, D, N, A.	-	-	-
Desvio curso d'água	-	-	-	Pr, Ir, L, Lp, D, N, A.	-	-	-
Compactação do solo							

Legenda: T - Temporário; Pr - Permanente; Rv - Reversível; Ir - Irreversível; L - Local; Mp - Médio Prazo; Lp - Longo Prazo; D - Direta; N - Negativa; B - Baixa; M - Médio; A - Alto.

DISCUSSÃO

Sendo as cavernas ambientes conectados (em maior ou menor grau) aos sistemas externos, as interferências sobre o meio físico decorrente de fenômenos naturais ou da ação antrópica refletem-se diretamente sobre sua fauna (FERREIRA; HORTA, 2001; FERREIRA *et al.*, 2010).

Alterações antrópicas como o desmatamento no ambiente epígeo, poluição de rios, minerações, queimadas ou exploração turística causam sérios danos à fauna subterrânea (FERREIRA, 2004; SOUZA-SILVA, 2008). Por isso, esforços para a compreensão da distribuição dos ecossistemas e seu funcionamento tornam-se necessários para propor medidas de mitigação contra a perda da biodiversidade (CAJAIBA, 2013).

O turismo desordenado observado nas cavernas estudadas, com exceção da Caverna Coração da Amazônia II, causam sérios impactos aos ambientes cavernícolas. A ausência de um manejo específico nas cavidades subterrâneas visitadas implica em consequências negativas. Lobo (2006) cita como impactos comprovados a descaracterização das paisagens; a poluição da água, ar e solo; a perda de parcelas da biodiversidade; alterações comportamentais nas espécies da fauna; a variação nos parâmetros atmosféricos; e aos impactos físicos no solo e na vegetação. Lino (2001) relaciona outros impactos, tais como: a expulsão e morte de morcegos, quebra de espeleotemas e o lixo deixado dentro da cavidade. Marra (2001) complementa que os impactos podem ser reduzidos e temporários, mas também podem ser irreversíveis, dependendo do grau de interferência no ambiente (BORSANELLI; LOBO, 2013).

Segundo Forti (1989), o ambiente cárstico é um dos mais vulneráveis e a transformação de uma caverna natural em uma caverna turística deve ser projetada, aplicada e manejada com grande atenção para os problemas de proteção ambiental, o que justifica a contribuição da Geologia e da Engenharia nessas interferências.

O pisoteamento dos solos (compactação) detectado nas cavernas Parano, 201, Coração da Amazônia e do Chico Preto, seja por turistas ou por animais (nos casos em que a vegetação no entorno seja substituída por pastagens), podem causar impermeabilização do solo na superfície, provocar mudanças no ciclo da água. Fatos como esses afetam grandemente a fauna cavernícola, pois a água fornece boa parte da energia (restos de vegetação e animais) para os animais subterrâneos (GILBERT *et al.*, 1994; SOUZA-SILVA, 2003; CAJAIBA, 2013).

Em relação ao desmatamento seguido por queimadas ou não, observado nas cavernas Parano, 201, Coração da Amazônia e do Chico Preto, causa severos danos ao ambiente subterrâneo, pois a vegetação do meio externo oferece aos morcegos aumento na disponibilidade de alimento, abriga alguns indivíduos que fazem parte da dieta e os protege contra predadores terrestres durante o forrageio. A substituição da mata nativa

para implantação de monoculturas contribui para a diminuição de fontes de alimento e a contaminação dos morcegos, que são mais suscetíveis aos agrotóxicos utilizados para o controle de pragas nas plantações (REIS, 2007). As urbanizações, o extrativismo de madeira e o desmatamento para criação de gado proporcionam a diminuição da população desse animal ou atraem espécies com dieta propícia a essa demanda (SILVA, 2011; CAJAIBA, 2013). O desaparecimento de determinadas espécies de morcegos atesta que a flora circundante se encontra em ocasiões vulneráveis, justificando a migração das espécies (REIS, 2007; BRANDÃO *et al.*, 2013).

A vegetação que delimita o meio externo é um dos fatores decisivos na presença e/ou abundância da fauna cavernícola. As florestas ao entorno das cavernas tornam-se importante, pois há uma grande produção de folhas e essas folhas proporcionam uma maior produção de matéria orgânica durante a estação seca (CROWTHER, 1987; BRINA, 1998). Esses detritos vegetais acumulados no solo durante a seca são carregados em grandes quantidades para o interior das cavernas pela água no período chuvoso (SOUZA-SILVA *et al.*, 2011) ou até mesmo por animais que transitam aleatoriamente entre o meio externo e o interior cavernícola (HOWARTH, 1983; JASINSKA *et al.*, 1996; FERREIRA; MARTINS, 1998), sendo, portanto, importante na manutenção da biodiversidade subterrânea (CAJAIBA, 2013).

Além dos fatores acima mencionados, as florestas também são essenciais na manutenção do equilíbrio cavernícola, influenciando nas variações sazonais da vegetação externa e nos padrões alimentares dos morcegos, que utilizam desses recursos e que conseqüentemente há uma maior deposição de guano no interior das cavernas (FARIA, 1996).

Situações que modificam um sistema cavernícola relativamente rápido podem causar distúrbios a muitos organismos que não estão adaptados, resultando na extinção de vários táxons (FERREIRA; HORTA, 2001), como é o caso do fogo, que afeta abruptamente os ecossistemas, acarretando alterações intensas em curto período de tempo. Alguns estudos mostram também que o fogo pode levar a um aumento da riqueza de uma determinada espécie (CAJAIBA *et al.*, 2013). Isso pode ocorrer quando a espécie afetada é a que limita a

riqueza, por ser predador chave ou espécie dominante no local (ODOWD; GILL, 1984), modificando assim o equilíbrio do ambiente.

Em relação à instalação de luz artificial e fiação elétrica, observados na caverna Coração da Amazônia, são grandes os impactos, pois 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 e troglóbios viverem. Esses processos produzem uma deterioração progressiva na qualidade ambiental e favorecem a degradação de espeleotemas, arte rupestre e biodiversidade de troglóbios (SÁNCHEZ-MORAL *et al.*, 1999; DONATO; RIBEIRO, 2011).

As práticas agrícolas verificadas nas proximidades da caverna do Chico Preto acarretam inúmeras modificações na composição e diversidade dos organismos do ambiente externo, bem como nos organismos subterrâneos, em diferentes graus de intensidade em função de mudanças de habitat, fornecimento de alimento, criação de micro-climas e competição intra e interespecífica (ASSAD, 1997). Segundo Camargo (2001) extensas áreas com monoculturas, como as atividades agrícolas, aumentam a oferta de alimento para alguns grupos de artrópodes, aumentando assim a sua abundância. Em contrapartida outros animais que são mais dependentes da matéria orgânica fornecido por florestas mais conservadas são reduzidos (CAJAIBA *et al.*, 2013).

A destruição dos ambientes naturais para a implantação de pastagens, observada nas cavernas do Parano e 201, provoca alterações nos fatores abióticos, ocasionando mudança na estrutura e composição das comunidades, que podem sofrer perda de espécies não adaptadas às novas condições ambientais (DENNIS; FRY, 1992; MEDRI; LOPES, 2001).

Segundo Prous e colaboradores (2004), em regiões onde há pastagens ou a vegetação é escassa, a diversidade de microhabitats potencialmente adequados para a fauna hipógea (fauna do interior da caverna) é reduzida, além de diminuir a presença de morcegos nesses ambientes, uma vez que o guano é um dos principais recursos orgânicos para a fauna de invertebrados em cavernas, principalmente aquelas permanentemente secas (FERREIRA; MARTINS, 1999). Muitos estudos já demonstraram a correlação positiva entre a diversidade vegetal e a diversidade de artrópodes (MURDOCH *et al.*, 1972; SOUTHWOOD *et al.*, 1979; SIEMANN, 1998; LAMBRINOS, 2000; CAJAIBA, 2012, 2013).

Sobre os lixos observados em algumas cavernas neste estudo, Ferreira (2010) ressalta que a presença de lixo orgânico em pequenas quantidades pode ser eventualmente benéfica para algumas comunidades de invertebrados, uma vez que podem ser utilizados oportunisticamente como alimento, entretanto, pode levar a alterações na estrutura das comunidades cavernícolas como a substituição de espécies adaptadas ao ambiente subterrâneo por outras generalistas. Outro impacto possível é a contaminação dos recursos hídricos (SANTANA *et al.*, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das considerações da pesquisa aqui descrita, salienta-se que a única garantia de sobrevivência das espécies cavernícolas é a conservação integral do seu habitat. Por isso, urge a criação de normas que regulamentem a conservação e o uso deste patrimônio (JÍMENEZ-VALVERDE; ORTUÑO, 2007; REBOLEIRA, 2007), além da conscientização da comunidade em geral.

A conservação de cavernas não é apenas importante em termos de preservação da biodiversidade, mas também porque elas servem como laboratórios naturais para o estudo evolutivo dos processos de adaptação e especiação (HOWARTH, 1983; CAJAIBA, 2013).

Cabe, assim, como sugestão aos gestores públicos e aos proprietários dos imóveis onde as cavernas estão localizadas, medidas imediatas de proteção desses ambientes, tais como: I) maior controle e fiscalização dos visitantes para reduzir os impactos causados pelo pisoteamento; II) conscientização dos turistas sobre os impactos em relação ao lixo deixados tanto no interior como no exterior das cavernas; III) ter estudo dos impactos causados pela instalação de energias elétricas; IV) em relação às atividades agrícolas e pecuárias que vêm acompanhadas por desmatamentos e queimadas, ter um acompanhamento mais efetivo dos órgãos públicos de fiscalização para reduzir esses impactos nas proximidades desses ambientes; V) nos locais onde esses impactos já ocorreram propor medidas de recuperação dessas áreas, como reflorestamento e criar um cordão de isolamento para que não sejam mais atingidas por fogos ou evitem o desmoronamento; e VI) faz-se necessário um programa de Educação Ambiental para conscientização da população para a preservação desse ambiente tão fragilizado.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V.R. **Artrópodes cavernícolas com ênfase em flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) do município de Presidente Figueiredo, AM**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). INPA/Universidade Federal Amazonas, 2007.
- ASSAD, M.L.L. Papel da macrofauna edáfica de invertebrados no comportamento de solos tropicais. In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Rio de Janeiro. **Conferências...**, CD-ROOM, Rio de Janeiro, SBCS, 1997.
- AULER, A. **Relatório nº1: relevância de cavidades naturais subterrâneas – contextualização, impactos ambientais e aspectos jurídicos**. Brasília: MME/PNUD, jul. 2006.
- BARR, R.C. Cave ecology and the evolution of troglobites. **Evolutionary Biology**, 2: 35-102, 1968.
- BRASIL. **Decreto nº 6.640**, de 7 de novembro de 2008. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm. Acessado em 10/01/2014.
- BRINA, A.E. **Aspectos da dinâmica da vegetação associada a afloramentos calcários na APA carste de Lagoa Santa, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre), UFMG, 1998.
- CAJAIBA, R.L. Ocorrência do Grilo Endecous em Quatro Cavernas no Município de Uruará - PA, Brasil. **EntomoBrasilis** 5 (2): 120-124, 2012. Disponível em <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/viewFile/217/183>. Acessado em 15/12/2013.
- CAJAIBA, R.L. **Utilização de uma Metodologia Estocástico-Dinâmica para simular a resposta de coleoptera cavernícolas a gradientes ambientais e de perturbação antropogênica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. 128 p., 2013.
- CAJAIBA, R.L.; SANTOS, M.G.; CABRAL, J.A. Metodologia Estocástico-Dinâmica (StDM) para simular os efeitos do fogo sobre a fauna de Coleópteros cavernícolas. **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Salvador/BA – 25 a 28/11/2013. p. 1-9.
- CAMARGO, A.J.A. **Diversidade de Insetos em áreas cultivadas e Reserva Legal: considerações e recomendações** (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, nº 1). Embrapa, 2001.
- CHRISTMAN, M.C.; CULVER, D.C.; MADDEN, M.K.; WHITE, D. Patterns of endemism of the eastern North American cave fauna. **Journal of Biogeography**, 32(8), 1441-1452, 2005.

CROWTHER, J. Ecological Observations in Tropical Karst Terrain, West Malaysia. II. Rainfall Interception, Litterfall and Nutrient Cycling. **Journal of Biogeography**, 2(14), 145-155, 1987.

DENNIS, P.; FRY, G.L.A. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland: **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 40, 95-115, 1992.

DONATO, C.R.; RIBEIRO, A.S. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 40, p. 243 – 255, 2011.

EUGÊNIO, J.F.; SILVA, V.J.; RIBEIRO, M.S. Bioindicadores de impactos a ecossistemas cavernícolas: uma revisão. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. **Anais...** Campinas: SBE, 2013. p.87-94. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_087-094.pdf>.

FARIA, D.M. Food resource utilization by a Phyllostomidae phytophagous bat guild at the Santa Genebra Reserve, Campinas, SP, Brazil. **Chiroptera Neotropical**, 2, 43, 1996.

FERREIRA, R. L.; GOMES, F. T.; SILVA, M. S. Uso da cartilha “Aventura da vida nas cavernas” como ferramenta de educação nas atividades de turismo em paisagens cársticas. **Revista Científica da Seção de Espeleoturismo da Sociedade Brasileira de Espeleologia**, Campinas, v.1, n. 2, p. 145-164, 2008.

FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. **Tropical Zoology**, 12(2), 231-252, 1999.

FERREIRA, R.L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

FERREIRA, R.L.; HORTA, L.C.S. Natural and human impacts on invertebrate communities in Brazilian caves. **Revista Brasileira de Biologia**, 61(1), 7-17, 2001.

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

FERREIRA, R.L.; MARTINS, R.P. Diversity and Distribution of Spider Associated with Bat Guano Piles in Morrinho Cave (Bahia State, Brazil). **Diversity and Distributions**, 4(2), 235-241, 1988.

FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; BERNARDI, L.F.O.; SOUZA-SILVA, M. Fauna subterrânea do estado do Rio Grande do Norte: caracterização e impactos. **Revista Brasileira de Espeleologia**, 1, 25-51, 2010.

FORTI, P. **Problemi di inquinamento e salvaguardia delle aree carsiche.** (I principali agenti inquinanti dell'ambiente carsico ipogeo). Nuova Editrice Apulia, 35-46, 1989.

GILBERT, J.; DANIELPOL, D.L.; STANDFORD, J.A. (1994). **Groundwater Ecology.** New York: Academic Press.

HOENEN, S. Adaptação temporal e o ambiente cavernícola. **RedEspeleo Brasil** 2004. Disponível em: <http://www.redeespeleo.org/artigos.php?ID=34>. Acesso em: 27 de novembro de 2012.

HOWARTH, F.G. Ecology of Cave Arthropods. **Annual Review of Entomology**, 28, 365-389, 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros.** 2012.

JASINSKA, E.J.; KNOTT, B.; McCOMB, A.J. Root mats in groundwater: a fauna-rich cave habitat. **Journal of North American Benthological Society**, 15(4), 508-519, 1996.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; ORTUÑO, V.M.. The history of endemic Iberian ground beetle description (Insecta, Coleoptera, Carabidae): which species were described first? **Acta Oecologica**, 31, 13-31, 2007.

LAMBRINOS J.G. The impact of invasive alien grass *Cortaderia jubata* (Lemoine) Stapf on an endangered Mediterranean-type shrub land in California. **Diversity and Distribution**, 6, 217-31, 2000.

LINO, C. F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo.** 2.ed. rev e atual. São Paulo: Gaia, 2001. 288 p.

LOBO. H.A.S. Caracterização dos impactos ambientais negativos do espeleoturismo e suas possibilidades de manejo. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 4, 2006, Caxias do Sul. **Anais.** Caxias do Sul: UCS, 2006. p.1-15.

MARRA, R.J.C. **Espeleo turismo: planejamento e manejo de cavernas.** Brasília: WD Ambiental, 2001. 224 p.

MEDRI, I.M.; LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual dos Godoy e de área de pastagens, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18, 135-141, 2001.

MURDOCH, W.W.; EVANS, F.C.; PETERSON C.H. Diversity and pattern in plants and insects. **Ecology**, 53, 819-29, 1972.

ODOWD, D.J.; GILL, A.M. Predator satiation and site alteration following fire – mass reproduction of Alpine Ash (*Eucalyptus-delegatensis*) in Southeastern Australia. **Ecology**, 65, 1052-1066, 1984.

PAULA, J.A. **Biodiversidade, população e economia:** uma região de Mata Atlântica. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

PROUS, X.; FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.G. Ecotone delimitation: Epigeal–hypogean transition in cave ecosystems. **Austral Ecology**, 29, 374–382, 2004.

REBOLEIRA, A.S.P.S. **Coleópteros (Insecta, Coleoptera) cavernícolas do Maciço Calcário Estremenho:** uma abordagem à sua biodiversidade. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas). Universidade de Aveiro, 2007.

REIS, N.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. **Morcegos do Brasil.** Londrina: Brasil, 253 p., 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/biologicas/pages/arquivos/pdf/Morcegos_do_Brasil.pdf>. Acesso em 10 março de 2012.

SANCHEZ-MORAL, S.; SOLER, V.; CAÑAVÉRAS, J.C.; SANZ, E.; VAN GRIEKEN, R.; GYSELLS, K. Inorganic deterioration affecting Altamira Cave: quantitative approach to wall-corrosion (solutional etching) processes induced by visitors. **Science of the Total Environment**, v. 243, p. 67–84, 1999.

SANTANA, M.S.; SILVA, F.A.; BENTO, D.M. Diagnóstico ambiental preliminar do patrimônio espeleológico do município de Paripiranga/BA. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32. Barreiras. **Anais...** Campinas: SBE, p.367-379, 2013.

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

SIEMANN E. Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. **Ecology**, 79, 2057–2070, 1998.

SILVA, I.M.S. **Estratificação vertical e efeito da fragmentação numa comunidade de morcegos (Chiroptera, Mammalia) na Amazônia central.** 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Conservação) - Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

SLANEY, D.P.; WEINSTEIN, P. Conservation of cave fauna: More than just bats. **Memoirs Museum Victoria**, 56, 591-596, 1997.

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, p.102-110, 2007.

SOUTHWOOD, T.R.E.; BROWN, V.K.; READER, P.M. The relationships of plant and insect diversities in succession. **Biological Journal of the Linnean Society**, 12, 327-348, 1979.

SOUZA-SILVA, M. **Dinâmica de disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica brasileira**. Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizote, 2008.

SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R.P; FERREIRA, R.L. Trophic Dynamics in a Neotropical Limestone Cave. **Subterranean Biology**, 9, 127-138, 2011.