



ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PANIAGO, R. C.; PANIAGO, Y. C.; STUMPF, C. F.; LIMA, S. A.. Registros de impactos ambientais em cavernas na região do projeto Unalândia, Noroeste de Minas Gerais, Brazil In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.635-644. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_635-644.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

REGISTROS DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM CAVERNAS NA REGIÃO DO PROJETO UNALÂNDIA, NOROESTE DE MINAS GERAIS, BRAZIL
RECORDS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS ON CAVES IN THE REGION OF UNALÂNDIA PROJECT, NORTHEAST MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

Raphaella Carvalho PANIAGO (1,2); Yasmin Carvalho PANIAGO (1,2); Cintia Fernandes STUMPF (1); Suzany de Almeida LIMA (1,2);

(1) Grupo de Espeleologia da Geologia da Universidade de Brasília – GREGEO-UnB, Brasília-DF.
(2) Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Contatos: raphaella.cp@hotmail.com; paniago.y@gmail.com; cintia_stumpf@yahoo.com.br; suzany.almeida.lima@gmail.com.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo registrar os principais impactos ambientais existentes em cinco cavernas e suas adjacências, nos municípios de Unaí e Natalândia, noroeste de Minas Gerais. Os dados foram coletados durante o período da primeira campanha de campo do “Projeto Unalândia: conhecer para proteger”, de dezembro de 2020 a janeiro de 2021, compilados e expressos em uma matriz de Leopold modificada, considerando os parâmetros qualitativos de frequência, duração, extensão, reversibilidade, origem, sentido e o grau de impacto. Foram verificadas sete ações impactantes: desmatamento, mineração, práticas agropastoris, processos erosivos, queimadas, trilhas, visitação desordenada. As sete ações impactantes observadas são resultantes da ação antrópica e aceleram o desaparecimento da fauna e flora local, além da degradação das cavernas estudadas. Os resultados sugerem que seja realizado um planejamento ambiental visando a conservação para as cinco cavernas estudadas bem como as demais cavernas da região. É recomendado que sejam implantados programas de Educação Ambiental para conscientização da população e dos proprietários rurais onde as cavernas estão localizadas, além de maior controle e fiscalização dos gestores públicos desses municípios para proteção do patrimônio espeleológico, junto com a implantação de projetos de monitoramento e recuperação das áreas degradadas.

Palavras-Chave: Caverna; Impacto ambiental; Conservação; Matriz de Leopold.

Abstract

This work aimed to register the main environmental impacts existing in five caves and its surrounding, in the municipalities of Unaí and Natalândia, northeast of Minas Gerais state. Data were collected during the first field campaign of the "Project Unalândia: get to known to protect", from December 2020 to January 2021, compiled and expressed in an adapted Leopold matrix, considering the qualitative parameters of frequency, duration, extension, reversibility, origin, meaning and degree of impact. Seven impacting actions were verified: deforestation, mining, agropastoral practices, erosive processes, fires, trails, disordered visitation. Our results suggest that a qualified environmental conservation planning is carried out for the five caves studied as well as the other caves in the region. The seven impacting actions observed are compacted by anthropic action and accelerate the disappearance of the local fauna and flora, in addition to the degradation of the caves studied. It is also suggested that Environmental Education programs be implemented to raise awareness of the population and owners of rural properties where caves are required, in addition to greater control and inspection of public managers in municipalities to protect the speleological heritage, along with the implementation of projects monitoring and recovery of degraded areas.

Keywords: Cave; Environmental impact; Conservation; Leopold Matrix.

1. INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade é uma noção relativa – está normalmente associada à exposição aos riscos e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas

sofrerem algum tipo particular de agravo. (ACSELRAD, 2006).

A vulnerabilidade torna visível as dificuldades adicionais que certas regiões e

populações têm em relação aos problemas ambientais (CARTIER et al., 2009).

De acordo a NBR ISO 14001 (1996) impacto ambiental pode ser definido como qualquer mudança no ambiente, quer adversa ou benéfica, inteira ou parcialmente resultante das atividades, produtos ou serviços de uma organização. De forma abrangente, a resolução nº 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e (V) a qualidade dos recursos ambientais.

Matrizes de interação são técnicas que relacionam fatores ambientais com ações, muito utilizadas para identificação e qualificação de impactos ambientais (IBAMA, 2009). A Matriz de Leopold é uma das matrizes mais difundidas internacionalmente, composta por 88 fatores ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente. Cada cruzamento entre fator e ação recebe um algarismo representativo da magnitude do impacto (SANCHEZ, 2008). O ponto positivo da aplicação de matrizes é que possui caráter multidisciplinar, são de simples elaboração e de baixo custo (FOGLIATTI et al., 2004), podendo ser aplicada para áreas cársticas.

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).

Os ambientes cársticos são alvo de graves problemas ambientais devido, principalmente, a conflitos socioeconômicos em áreas de ocorrência de cavernas, causados por empreendimentos ou atividades destinadas ao uso e ocupação do solo e subsolo como por exemplo a mineração, agricultura, obras de infraestrutura e de geração de energia, desmatamentos, expansão urbana, turismo, bombeamento de aquífero para abastecimento de água e uso de agrotóxicos (CAVALCANTI et al., 2012).

Por apresentar características distintas do meio epígeo, o ambiente subterrâneo exhibe particularidades que denotam funções ecológicas,

históricas e culturais passíveis de investigação científica. Este ambiente é vulnerável a alterações ambientais por apresentar um elevado grau de endemismo, por ser pouco tolerante a fatores de estresse (alteração de habitat, poluição química, flutuações ambientais), por possuir dependência de nutrientes importados do meio externo, e por apresentar populações frequentemente pequenas e com baixa capacidade de recuperação, como consequência de suas estratégias de ciclo de vida (BARR & HOLSINGER, 1985; TRAJANO & BICHUETTE, 2006; DONATO & RIBEIRO, 2011). Portanto, a conservação de cavernas não pode ser desvinculada do ambiente externo, já que os organismos cavernícolas são em maioria dependentes de recursos alóctones (SILVA & FERREIRA, 2009).

O presente trabalho objetiva registrar os principais impactos ambientais existentes em cinco cavernas dos municípios de Unaí e Natalândia – MG, contribuindo para subsidiar futuros planejamentos, gestão e conservação dessas cavidades naturais.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

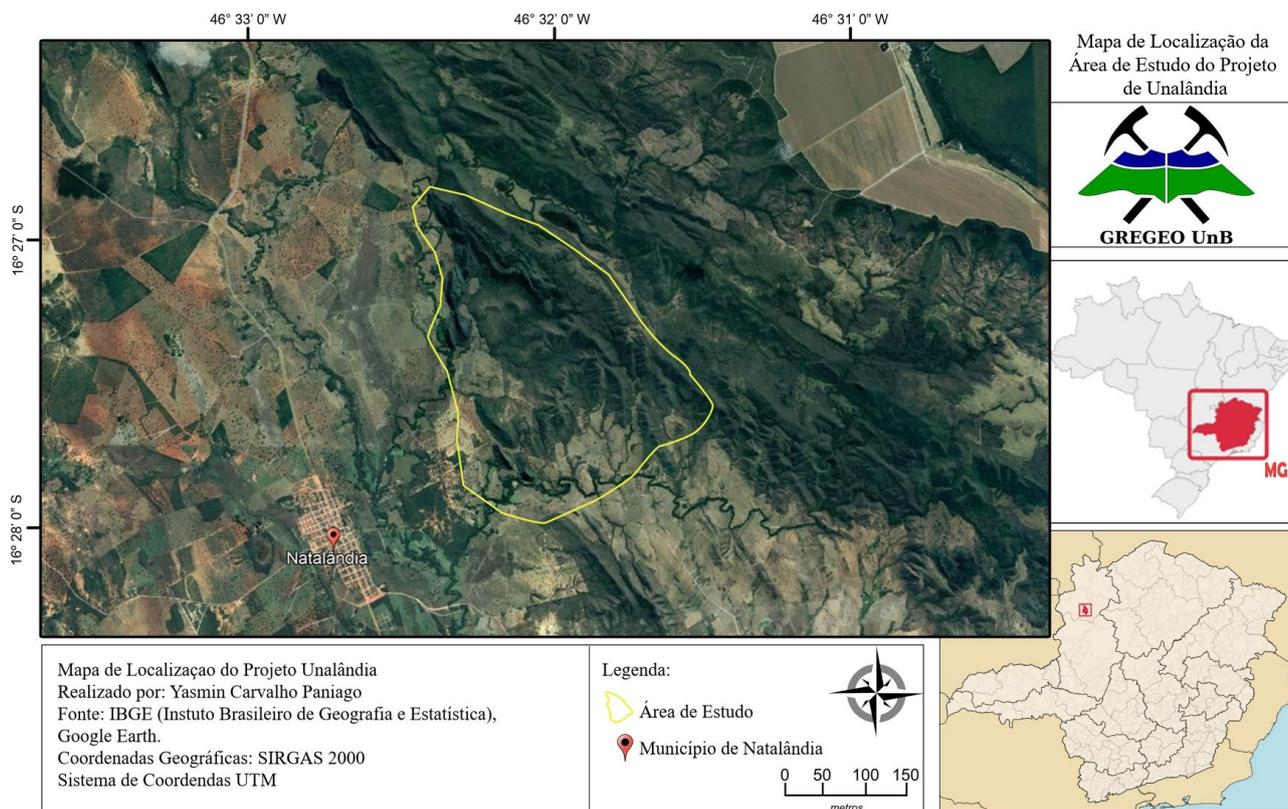
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), os municípios de Unaí e Natalândia possuem área de 8.445,432 km² e 468,660 km², respectivamente. Ambos os municípios estão localizados no noroeste do Estado de Minas Gerais.

De acordo com Xavier (2007), a região de ocorrência das cavernas estudadas está inserida no contexto morfoestrutural das Cristas de Unaí, estendendo-se desde a cidade de Vazante à Unaí em Minas Gerais. Caracteriza-se por um alinhamento de serras, intercaladas por áreas rebaixadas e planaltos. Essa geomorfologia inclui as cabeceiras do Ribeirão Barra da Égua e o médio vale do Rio Preto. Geologicamente, as rochas carbonáticas da área de estudo pertencem aos grupos Bambuí e Paranoá (BAPTISTA et al., 2015).

A região de interesse possui clima Tropical Úmido-Seco com temperaturas variando entre máximas de 35 °C e mínimas de 10 °C. A precipitação pluviométrica varia de acordo com a estação climática, apresentando média anual de 1.302,7mm (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

impactantes. Expedições anteriores realizadas pelo GREGEO, principalmente na década de 90, identificaram impactos antrópicos nas ocorrências espeleológicas e arqueológicas da região devido a vandalismo e mineração.

Tabela 1. As cinco cavernas abordadas neste estudo e o



A figura 01 apresenta o mapa de localização da área de estudo, onde são mostradas todas as cavidades cadastradas. Cabe ressaltar que apenas 5 destas cavidades foram analisadas no presente estudo. **Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo.

2.2 Coleta e análise de dados

As visitas de campo foram realizadas durante o período da primeira campanha do projeto “Unalândia: conhecer para proteger”, de dezembro de 2020 a janeiro de 2021, desenvolvido pelo Grupo de Espeleologia da Geologia da Universidade de Brasília (GREGEO-UnB). As cavernas estudadas foram georreferenciadas com o auxílio do GPS *Garmin Etrex 30*. As informações das cavidades abordadas no presente trabalho estão disponíveis no Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC), conforme Tabela 1. A partir de observações diretas durante os caminhamentos, registros fotográficos das cavernas e suas adjacências, foram identificados os impactos evidentes e as possíveis atividades

código do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC).

Cavernas	Município	Códigos
6 Bocas	Unaí	MG-2464
Colúmbia	Unaí	MG-1983
Meandros	Natalândia	MG-2459
Pantera	Natalândia	MG-2457
Pinguço	Natalândia	MG-2458

A identificação dos impactos observados e seus possíveis causadores foram expressas em uma planilha com base da matriz de Leopold modificada (SANTOS, 2004; SOBRAL et al., 2007; DONATO; RIBEIRO, 2011), a qual possui parâmetros qualitativos, 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, 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, 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.

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 texto os sete agentes de impactos constatados.

parâmetro ambiental; ou negativo (N-), quando uma ação origina um dano à qualidade ambiental.

Grau de impacto: é o critério de classificação usado para indicar a gravidade do impacto no meio ambiente, que 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 desprezível e reversível; médio (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 é 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 probabilidades de reversibilidade.

3. RESULTADOS

3.1 Impactos ambientais

Foram identificadas sete atividades impactantes, sendo estas: desmatamento, mineração, práticas agropastoris, processos erosivos, queimadas, trilhas e visitação desordenada. Contudo, nem todas essas ações foram registradas simultaneamente em cada uma das cavidades naturais. A tabela 02 sumariza os resultados da análise da matriz modificada, com os impactos identificados e sua qualificação para as 05 cavernas estudadas. De modo geral, serão apresentadas ao longo do

Tabela 2. Matriz de impacto modificada para as 05 cavernas estudadas com a qualificação dos impactos.

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.

*Presença de pinturas rupestres grafadas nas superfícies das rochas.

Caverna 6 Bocas																		
Meios/impactos	Características																	
	Temporalidad e			Reversib ilidade		Extensã o		Duraçã o			Origem		Sentido		Grau de impacto			
	T	Pr	C	Rv	Ir	L	Rg	Cp	Mp	Lp	D	I	P	N	B	M	A	
Desmatamento	x			x		x		x			x			x			x	
Práticas agropastoris	x			x		x		x			x			x			x	
Processos erosivos		x			x	x			x		x			x			x	
Queimadas		x			x	x			x		x			x			x	

Gruta Colúmbia/Abismo Colúmbia*

Meios/impactos	Características																	
	Temporalidad			Reversib		Extensã		Duração			Origem		Sentido		Grau de impacto			
	T	Pr	C	Rv	Ir	L	Rg	Cp	Mp	Lp	D	I	P	N	B	M	A	
Desmatamento	x			x		x		x			x		x				x	
Mineração		x			x	x				x	x		x				x	
Trilhas	x			x		x		x			x		x		x			
Visitação turística desordenada	x			x		x				x	x		x				x	

Caverna Meandros

Meios/impactos	Características																	
	Temporalidad			Reversib		Extensã		Duração			Origem		Sentido		Grau de impacto			
	T	Pr	C	Rv	Ir	L	Rg	Cp	Mp	Lp	D	I	P	N	B	M	A	
Desmatamento	x			x		x		x			x		x				x	
Garimpo		x			x	x				x	x		x				x	
Práticas agropastoris	x			x		x		x			x		x				x	

Lapa da Pantera*

Meios/impactos	Características																	
	Temporalidad			Reversib		Extensã		Duração			Origem		Sentido		Grau de impacto			
	T	Pr	C	Rv	Ir	L	Rg	Cp	Mp	Lp	D	I	P	N	B	M	A	
Desmatamento	x			x		x		x			x		x				x	
Garimpo		x			x	x				x	x		x				x	
Práticas agropastoris	x			x		x		x			x		x				x	
Visitação turística desordenada	x			x		x				x	x		x				x	

Caverna do Pinguço

Meios/impactos	Características																	
	Temporalidad			Reversib		Extensã		Duração			Origem		Sentido		Grau de impacto			
	T	Pr	C	Rv	Ir	L	Rg	Cp	Mp	Lp	D	I	P	N	B	M	A	
Desmatamento	x			x		x		x			x		x				x	
Garimpo		x			x	x				x	x		x				x	
Práticas agropastoris	x			x		x		x			x		x				x	

3.2 Caracterização dos impactos ambientais

A atividade impactante de desmatamento foi observada nas adjacências de todas as cinco cavernas avaliadas neste estudo (Caverna 6 Bocas, Caverna dos Meandros, Gruta do Colúmbia, Lapa da Pantera e Caverna do Pinguço), como pode ser observado na figura 2. Esta atividade impactante foi

qualificada como temporária, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, médio impacto.

A remoção e/ou destruição da cobertura florestal nativa, desencadeada pela expansão agrícola, influencia no empobrecimento do solo, como também contribuí para intensificação de processos erosivos. O desmatamento também impacta diretamente o meio biótico, pela redução da capacidade de sustentação da fauna, afugentamento

da fauna terrestre, interrupção de fluxos gênicos, e consequentemente, redução da biodiversidade nativa, estresse da fauna local e redução da biota do solo.



Figura 2: Área desmatada para pastagem e cobertura florestal nativa ao fundo. Típica paisagem dos morros carbonáticos na região de estudo.

A atividade impactante de mineração foi observada nas adjacências da Caverna Colúmbia (Fig. 3), com escavações da superfície do terreno. Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno (MECHI; SANCHES, 2010).



Figura 3: Área impactada pela atividade minerária nas adjacências da Caverna Colúmbia.

Dentro da cavidade foram observados abatimento de grande quantidade de espeleotemas e fraturas nas paredes, danos que podem ter relação causal com a atividade minerária não controlada e/ou regularizada. Esta atividade impactante foi qualificada como permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa e de alto impacto.

Tais observações de campo estão em consonância com a Ação Civil Pública do Ministério Público Federal de 2014 (ACP nº 696-72.2014.4.01.3818), para reparação dos danos causados ao meio ambiente e ao patrimônio da

União em decorrência da lavra ilegal de rocha calcária na Fazenda Colúmbia, levando à destruição de patrimônio cultural-ambiental. A Gruta Colúmbia possui especial valor histórico, arqueológico e paisagístico, principalmente pela presença de pinturas rupestres sob rocha na entrada e ao longo de sua zona fótica (sítio arqueológico denominado Abismo Colúmbia).

Nas cavernas dos Meandros, Lapa da Pantera e Caverna do Pinguço também foi observada a ação impactante de mineração, porém, por meio de métodos rudimentares em seu interior, aparentemente resquício de atividade garimpeira histórica. Em relação ao patrimônio artístico-cultural, assim como o Abismo Colúmbia, a Lapa da Pantera também possui pinturas rupestres sob rocha na entrada, ao longo do paredão e zona fótica.

Para Mechi & Sanches (2010), os principais danos decorrentes da atividade minerária estão relacionados à redução ou destruição de habitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros. A desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto depende do volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização (MECHI; SANCHES, 2010).

A atividade impactante de práticas agropastoris (classificadas para este estudo como pertencente ao sistema extensivo, do qual a criação permite que os bovinos sejam deixados livres em áreas extensas para pastagem) foi observada nas adjacências das Cavernas 6 Bocas, Meandros (fig. 4), Lapa da Pantera e Pinguço. Esta atividade impactante foi qualificada como temporário, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, médio impacto.



Figura 4: Área de pasto de cavalos e gado próxima à Caverna Meandros.

Os principais impactos das práticas agropastoris são a redução da capacidade de sustentação da fauna, afugentamento da fauna terrestre, interrupção de fluxos gênicos, redução da biodiversidade nativa, estresse da fauna local e redução da biota do solo. Esses impactos são potencializados quando ocorrem junto ao desmatamento da vegetação nativa o que subutiliza os solos férteis e os expõe a agentes erosivos (CECAV, 2010; DONATO, RIBEIRO, 2011).

Processos erosivos foram observados nas adjacências da Caverna 6 Bocas, e qualificado como permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa, alto impacto. Estes processos podem ser desencadeados por diversas atividades impactantes, como por exemplo o desmatamento, atividade agropastoril ou abertura de estradas, iniciando o desenvolvimento de sulcos e ravinas.

Abertura e utilização de trilha foi observada nas adjacências da Caverna Colúmbia (fig. 05). De acordo com Sobral et al. (2007), o uso não controlado seguido pelo aumento do número de visitas nas trilhas pode acelerar os processos de degradação no meio físico, com a compactação do solo e o aumento dos processos erosivos. Esta atividade impactante foi qualificada como temporária, reversível, local, médio prazo, direta, negativa, baixo impacto.

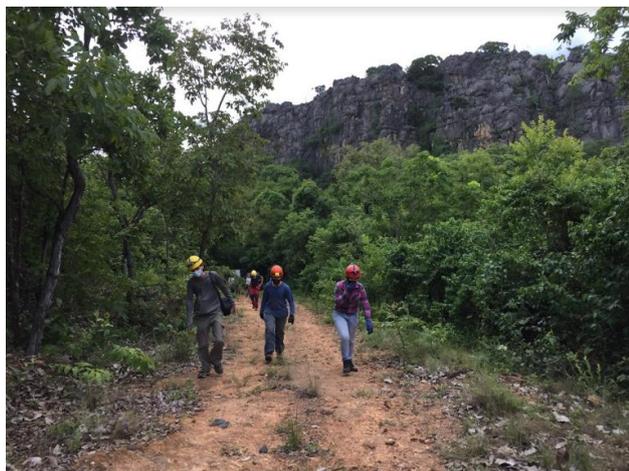


Figura 5: Trilhas registradas nas adjacências da Caverna Colúmbia.

Os efeitos do pastoreio do gado podem ser vistos sobre linhas de caminamento, por pequenos sulcos e na compactação superficial do solo por pisoteio animal nas áreas de pastagens. As linhas de caminamento do gado causam compactação do solo e podem gerar escoamento superficial canalizado, intensificando processos erosivos.

Grande quantidade de esterco foi observado ao longo das entradas das Caverna 6 Bocas.

Erosões podem ser ainda mais intensificados quando associados à ação impactante de queimadas, como observado na Caverna 6 Bocas (Fig. 6), sob a justificativa de realização de manejo de pastagem.



Figura 6: Ocorrência de queimadas nas adjacências da Caverna 6 Bocas.

Esta atividade impactante foi qualificada como permanente, irreversível, local, longo prazo, direta, negativa, alto impacto. A área de estudo é caracterizada por dois períodos marcantes, um chuvoso e um seco. No período seco, a vegetação está mais suscetível ao fogo e a queimada controlada pode tomar proporções desastrosas, atingindo áreas de vegetação nativa, matando animais silvestres, espécies endêmicas e pode avançar sobre áreas urbanas e de culturas (COCHRANE, 2009; SANTOS; PEREIRA; ROCHA, 2014).

Donato & Ribeiro (2011) afirmam que a ocorrência de queimadas relacionadas a atividades agropastoris 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.

A atividade impactante de visitação desordenada foi observada nas cavernas Colúmbia e Lapa da Pantera. Foram encontrados resíduos sólidos (lixo doméstico) durante os caminhamentos em diferentes pontos (fig. 7). Esta atividade impactante foi qualificada como temporário, reversível, local, longo prazo, direta, negativa, alto impacto.

O turismo tem grande potencial econômico, com capacidade de gerar renda e emprego nas localidades onde é desenvolvido. 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 (DONATO & RIBEIRO, 2011).

4. CONCLUSÕES

A avaliação de impacto ambiental é o passo inicial para a implementação de um sistema de gestão que possa, a partir da identificação e avaliação, prever e mitigar os efeitos dos impactos sobre o meio, a sociedade ou as atividades econômicas desenvolvidas no local. Neste trabalho foi elaborada uma Matriz de Leopold modificada para uma avaliação e qualificação inicial dos impactos ambientais em cinco cavidades localizadas nos municípios de Unai e Natalândia, noroeste do estado de Minas Gerais. As cinco cavernas objeto do estudo encontram-se em propriedades particulares e nenhuma delas faz parte de algum tipo de Unidade de Conservação, como por exemplo Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

As sete atividades impactantes observadas são resultantes da ação antrópica e aceleram o desaparecimento da fauna e flora local, além da degradação do ambiente epígeo e hipógeo das cavernas estudadas. Quanto à extensão, origem e valoração dos impactos, respectivamente, todas as sete atividades impactantes foram caracterizadas como locais, de origem direta e negativas, causando danos à qualidade ambiental. Grande parte dos

impactos registrados podem ser solucionados ou mitigados através de políticas públicas existentes e previstas na Constituição Federal, além das normas que regulamentam a conservação e o uso do patrimônio espeleológico.

Este estudo inicial necessita ser ampliado, promovendo a avaliação constante e individualizada das cavernas, de modo a fornecer dados mais detalhados que permitam subsidiar a gestão e conservação dessas cavidades naturais. Outro destaque é a possibilidade de implantação de programas de Educação Ambiental para conscientização da população e dos proprietários rurais onde as cavernas estão localizadas, além de maior controle e fiscalização dos gestores públicos desses municípios (prefeituras de Natalândia-MG e Unai-MG) para proteção do patrimônio espeleológico. A implantação de projetos de monitoramento, recuperação das áreas degradadas e manejo de pastagens podem ser excelentes ferramentas para a gestão territorial local.

5. AGRADECIMENTOS

A todos os envolvidos na campanha de campo do projeto Unalândia: conhecer para proteger (2020-2021). Ao apoio dos membros do GREGEO-UnB, em especial ao Túlio Gabriel Ramos Ribeiro, pela colaboração em trabalhos de campo durante todas as atividades espeleológicas. À SBE pelo financiamento através do Edital 01/2020. Ao suporte logístico da prefeitura de Natalândia e participação do secretário de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Leandro dos Reis Marques.

REFERÊNCIAS

- ISO, ABNT-NBR. 14001: Sistemas de Gestão Ambiental-Especificação e Diretrizes para Uso. **ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 1996.**
- ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. **Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, v. 25, 2006.**
- CAVALCANTI, Lindalva Ferreira et al. Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da bacia do rio São Francisco. **Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Instituto Chico Mendes, p. 140, 2012.**
- CARTIER, Ruy et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública, v. 25, p. 2695-2704, 2009.**
- CECAV. Proposta do Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco. **Brasília: IBAMA, 2010.**

- COCHRANE, M. A. **Tropical fire ecology: climate change, land use and ecosystem dynamics**. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2009.
- DONATO, Christiane Ramos; RIBEIRO, Adauto de Souza. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, p. 243-255, dez. 2011.
- 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. Cavernas em risco de extinção. *Ciência Hoje*, v.29, n.173, p.20-28. 2001.
- 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.
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- Nº1, IN IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Instrução Normativa Nº13, 14 de Maio 2009. **Alterar a Instrução Normativa IBAMA Nº171, de**, v. 9.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Área Territorial Brasileira 2020. **Rio de Janeiro: IBGE**, 2021.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios**. Cambridge: Cambridge University Press., 1995. 339 p.
- MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados, [S. l.]**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10475>. Acesso em: 24 maio. 2021.
- Mendonça, F. A., Danni-Oliveira, I. M. (2007). **Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil**. 1. ed., São Paulo: Editora Oficina de Textos.
- NAIME, Uebi Jorge et al. Solos e avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões Paracatu e Unaí-Minas Gerais. **Embrapa Solos-Livro científico (ALICE)**, 2014.
- PINHEIRO, Claudio Urbano B.; DOS SANTOS FERNANDES, Bianca. A vegetação de cerrado e a sua relação com a quiropterofauna no entorno da cavidade natural subterrânea “Toca do Inferno”, no leste do estado do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 04, p. 1431-1448, 2019.
- SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SANTOS, Djail; BAHIA, Vicror Gonçalves; TEIXEIRA, Wellceslau Gerales. Queimadas e erosão do solo. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 16, n. 176, p. 62-68, 1992.
- SANTOS, Rozely Ferreira dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. **São Paulo: Oficina de Textos**, 2004. 184 p.
- SANTOS, Paula Resende; PEREIRA, Gabriel; ROCHA, Leonardo Cristian. Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012). **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 1, p. 133-142, 2014.



SILVA, M. S.; FERREIRA, R. L. 2009. Estrutura das comunidades de invertebrados em cinco cavernas insulares e intertidais na costa brasileira. **Espeleo-Temas** 20, 25-36.

SOBRAL, Ivana Silva et al. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 102-110, dez. 2007.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. 2006. *Biologia Subterrânea: introdução*. São Paulo: **Redespeleo**, 92p.

XAVIER, Leandro Augusto Franco. **Arqueologia do Noroeste Mineiro: análise de indústria lítica da bacia do Rio Preto – Unaí, Minas Gerais, Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, University of São Paulo, São Paulo, 2008.
doi:10.11606/D.71.2008.tde-18032008-104931. Acesso em: 2021-01-18.