



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MAGALDI, T.T. et al. Mapeamento da vulnerabilidade ambiental da área destinada à criação da RPPN grutas do Corrente, São Félix do Coribe (BA). In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.322-329. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_322-329.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

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

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DESTINADA À CRIAÇÃO DA RPPN GRUTAS DO CORRENTE, SÃO FÉLIX DO CORIBE (BA)

MAPPING OF THE ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF THE AREA DESTINED TO THE CREATION OF THE RPPN GRUTAS DO CORRENTE, SÃO FÉLIX DO CORIBE (BA)

Thaís Takayassu MAGALDI (1); Emerson Marcello F. ANASTÁCIO (1); Leonardo Silva RODRIGUES (1); Rodrigo de Mello VASCONCELOS (1); Rafael de Sá BARCELLOS (1,2); Natália Bittencourt de O. ANGARTEN (1); Caroline M. de JESUS (1); Paula Durante TAGLIARI (1)

- (1) VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.
(2) Universidade de Brasília (UNB).

Contato: thais.magaldi@valec.gov.br.

Resumo

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Grutas do Corrente, criada como forma de compensação ambiental aos impactos da Ferrovia Integração Oeste-Leste (EF 334/FIOL), abrange 280 ha contíguos ao empreendimento no município de São Félix do Coribe (BA). Este artigo apresenta os resultados do mapeamento da vulnerabilidade ambiental do patrimônio espeleológico localizado na RPPN, adaptando a metodologia proposta por JANSEN et al. (2014). Tal metodologia consiste em uma análise multicritério em ambiente SIG utilizando uma avaliação sistêmica das informações pelo método de Análise Hierárquica do Processo (AHP), segundo SAATY (1991). Para a elaboração do Mapa de Vulnerabilidade Natural do patrimônio espeleológico foram utilizados os dados espaciais de geologia (Folha SD.23-XC-II/Santa Maria da Vitória, escala 1:100.000; REIS, 2013), geomorfologia (compilação do projeto RADAMBRASIL, escala original 1:250.000; IBGE, 2018), declividade (utilizando MDS derivado de imagens DRONE com resolução espacial de 5 a 8cm), pedologia (compilação do projeto RADAMBRASIL, escala original 1:250.000; IBGE, 2009) e intensidade pluviométrica (calculada segundo CREPANI et al. 2001). Para o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental foram integradas as informações da Vulnerabilidade Natural e do uso e ocupação do solo (dados do Inventário Florestal da área de estudo; BRASIL, 2015; ao qual foram adicionadas as localizações de atividades poluidoras – lixo – e da faixa de domínio da ferrovia – buffer de 40 metros para cada lado do eixo ferroviário). Os resultados mostram que 70% das cavernas na área da RPPN estão localizadas em regiões de vulnerabilidade ambiental muito alta, dadas as interações fisiográficas e antrópicas existentes. Com tais informações, espera-se contribuir com a elaboração de um plano de manejo adequado à realidade da RPPN Grutas do Corrente, a fim de garantir a conservação do patrimônio espeleológico ali existente, dada sua importância para a biodiversidade e a geodiversidade.

Palavras-Chave: vulnerabilidade ambiental; ferrovia; análise hierárquica de processos; RPPN.

Abstract

The Private Reserve of Natural Heritage (RPPN) Grutas do Corrente, established as form of environmental compensation of the Ferrovia de Integração Oeste-Leste (EF 334/FIOL) covers 280 ha adjacent to the railway's layout in the municipality of São Félix do Coribe (BA). This paper presents the results of environmental vulnerability mapping of speleological heritage in RPPN, based on the methodology proposed by JANSEN et al. (2014). This methodology consists on a multi criteria analysis in GIS system using the Hierarchical Process Analysis (HPA) method, according Saaty (1991). For Natural Vulnerability Map were used spatial data of geology (Sheet SD.23-X-C-II - Santa Maria da Vitória, scale 1:100.000; REIS, 2013), geomorphology (RADAMBRASIL project compilation, original scale 1:250.000; IBGE, 2018), slope (using DSM derived from DRONE images with spatial resolution of 5 to 8 cm), pedology (RADAMBRASIL project compilation, original scale 1:250.000; IBGE, 2009), pluviometric intensity (calculated according CREPANI et al. 2001). For Environmental Vulnerability Map were used spatial data of use and occupation of soil (data of the Forest Inventory made in the study area; BRASIL, 2015; to which were added the localization of polluting activities – landfill – and railway's domain track – buffer of 40 meters for each side of the rail axis. The resulting data shows that 70% of caves in the RPPN area are located in regions of very high environmental vulnerability, given the existing physiographic and anthropogenic interactions. With those informations we hope to contribute with the elaboration of the management plan appropriate to the RPPN

Grutas do Corrente reality, in order to guarantee the conservation of the existing speleological heritage, given its importance for the biodiversity and geodiversity.

Keywords: *environmental vulnerability; railroad; analytic hierarchy process; RPPN.*

1 INTRODUÇÃO

Projetada para ligar o futuro porto de Ilhéus/BA ao município tocantinense de Figueirópolis, a Ferrovia de Integração Oeste Leste (EF 334/FIOL) é um empreendimento com aproximadamente 1527 km de extensão projetado para dar vazão aos fluxos de carga de longa

distância, sobretudo da produção agrícola e mineral do estado da Bahia. Ao longo do seu percurso, a FIOL transpassa diversos terrenos geológicos, incluindo considerável trecho com rochas propícias à ocorrência de cavernas e, por conseguinte, com potencial para abrigar diversas manifestações do patrimônio espeleológico (Figura 1).

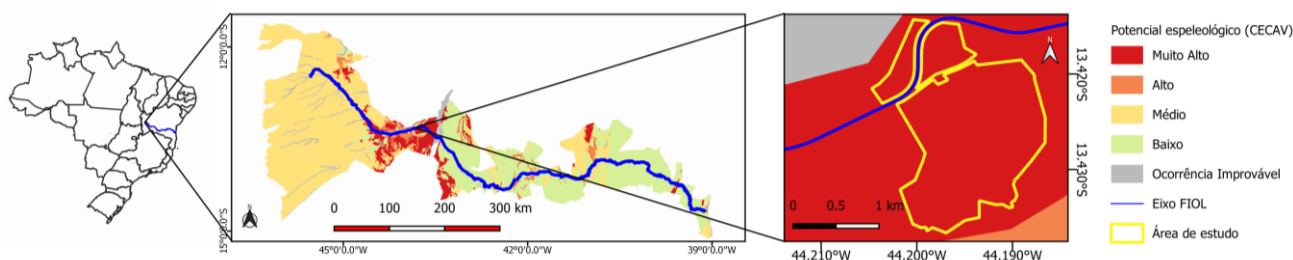


Figura 1: Traçado da FIOL sobre o mapa de potencialidade espeleológica, conforme Jansen et al (2012).

De acordo com as características geológicas, pedológicas, geomorfológicas, climáticas e de uso e ocupação do solo, este patrimônio espeleológico pode estar inserido em um contexto de maior ou menor vulnerabilidade, cujo conhecimento configura ferramenta importante para a devida aplicação das medidas protetivas vinculadas ao licenciamento ambiental de empreendimentos de grande porte, como a FIOL.

Portanto, definir o quão vulnerável é o patrimônio espeleológico em uma dada região é de fundamental importância para delinear as ações necessárias, avaliar a suficiência ou propor melhorias às ações já previstas, seja para a ocupação urbana ou para a implantação de empreendimentos.

Esta definição deve ser feita de forma sistêmica e integrada para que os atores responsáveis pela fiscalização e execução do planejamento urbano e/ou de obras de infraestrutura possam proceder à aplicação de medidas, baseadas em critérios técnicos, que garantam a conservação da biodiversidade e da geodiversidade associadas ao patrimônio espeleológico.

Neste contexto, o presente trabalho se dedica a apresentar os resultados do mapeamento da vulnerabilidade ambiental do patrimônio espeleológico localizado em uma área contígua ao traçado da FIOL, à altura do município de São Félix do Coribe (BA), no interior da qual estão

localizadas as cavernas-objeto do licenciamento ambiental do empreendimento.

Tais resultados foram alcançados mediante a aplicação de técnicas de geoprocessamento adaptadas da bibliografia recente, baseadas em análises multicritério dos componentes naturais e antrópicos.

2 METODOLOGIA

2.1 Delimitação da área de estudo

A área de estudo coincide com aquela destinada ao cumprimento das obrigações definidas no processo de licenciamento ambiental da FIOL. Tal processo exigiu a criação de uma área de proteção espeleológica com aproximadamente 280 ha para preservação de 30 cavernas identificadas durante o inventário espeleológico (Anastácio et al. 2017).

A área, denominada Reserva Particular do Patrimônio Natural Grutas do Corrente está localizada às margens do rio homônimo, limite entre os municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória (Figura 2).

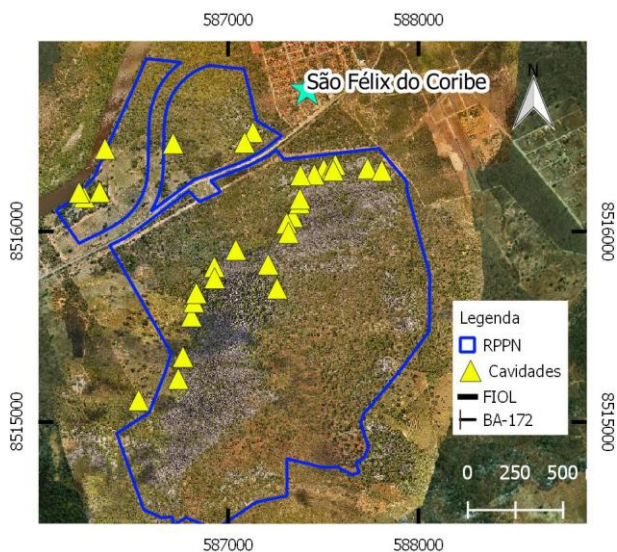


Figura 2: Mapa esquemático da área de estudo, com indicação das cavernas presentes.

2.2 Determinação das vulnerabilidades natural e ambiental

Entende-se por vulnerável, do latim *vulnerabilis*, aquilo que é suscetível a danos ou acessível a ataques. Em estudos de meio ambiente, apesar da inexistência de consenso, o conceito de vulnerabilidade (condição, particularidade ou estado característico daquilo que é vulnerável) está geralmente relacionado à fragilidade de uma determinada região. Ou seja, ambiente naturalmente vulnerável é aquele cujas características intrínsecas o colocam em posição de fragilidade ante às ações externas.

Por outro lado, a vulnerabilidade ambiental de um meio é descrita por JANSEN et al. (2014), ao estudar a vulnerabilidade natural do patrimônio espeleológico da região de abrangência do PAN Cavernas do São Francisco, como a capacidade de uma área em absorver mudanças após ações externas, ou seja, antrópicas.

A avaliação da vulnerabilidade ambiental do patrimônio espeleológico para o presente estudo foi atingida através de adaptação e aplicação de metodologia proposta em JANSEN et al. (2014), utilizando uma análise multicritério em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Primeiramente foi analisada a vulnerabilidade natural, utilizando como critérios apenas os fatores naturais do ambiente (geologia, geomorfologia, declividade, solos e índice pluviométrico). Posteriormente, o resultado da análise integrada dos fatores naturais considerados (vulnerabilidade natural) foi submetido à integração com os dados de ordem antrópica, utilizando o produto de uso e

ocupação do solo na RPPN Grutas do Corrente, advindo de inventário florestal realizado na área (BRASIL, 2015), resultando na definição da vulnerabilidade ambiental da área de estudo.

2.2.1 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Geologia

Para representação do tema geologia foi considerado o mapa geológico elaborado por REIS (2013), abrangendo a Folha SD.23-X-C-II - Santa Maria da Vitória (escala 1:100.000). As litologias descritas foram agrupadas em função da susceptibilidade à espeleogênese (formação de cavernas), desde as litologias com susceptibilidade improvável (e.g. sedimentos inconsolidados, aluviões etc.) até as altamente susceptíveis aos processos de dissolução (calcários, mármore, evaporitos etc.).

Tal análise prescinde da solubilidade dos componentes minerais e o grau de coesão destas rochas, dois fatores principais que tornam uma litologia mais susceptível que outra ao cavernamento. Este agrupamento também levou em consideração as escalas de vulnerabilidade das rochas propostas tanto por JANSEN et al. (2014) quanto por GOMES (2010) e é reproduzido na Tabela 1.

Tabela 1: Categorização do tema “geologia” levando em consideração a susceptibilidade dos materiais geológicos presentes na área à espeleogênese.

Formação	Susceptibilidade ao Cavernamento
Sete Lagoas	Muito Alta
Serra de Santa Helena	Alta
-	Média
-	Baixa
Depósitos Aluvionares e Coluvionares	Muito Baixa

2.2.2 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Geomorfologia

Os aspectos da geomorfologia foram analisados com base no Mapeamento de Recursos Naturais (MRN) IBGE (2018), realizado a partir da compilação das cartas do projeto RADAMBRASIL (escala original 1:250.000), considerando as classificações dos modelados.

Entendem-se por modelados os padrões de forma de relevo de definição geométrica similar que são agrupados em função da coincidência nos processos morfogênicos atuantes IBGE (2018). Desta forma, culminou-se em uma hierarquização na qual maior importância foi atribuída às feições de

dissolução, seguida dos relevos mais escarpados (Tabela 2).

Tabela 2: Categorização do tema “geomorfologia” levando em consideração a natureza dos modelados presentes na área.

Categoria	Modelado
Planície Fluvial	Acumulação
-	Aplanamento
-	Dissecação
Carste Coberto; Carste Descoberto	Dissolução
-	Acumulação

2.2.3 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Declividade

A declividade foi gerada utilizando a ferramenta slope a partir de um Modelo Digital de Superfície (MDS) derivado de imagens obtidas por levantamentos com DRONE DJI PHANTOM 4 PRO ao qual foi acoplado o sensor CMOS 1” 20M. Tais imagens possuem resolução espacial variável entre 5 e 8 cm e resolução temporal de, aproximadamente, dois meses.

As classes de declividade foram definidas em porcentagem (%), conforme IBGE, 2009, e estão indicadas na Tabela 3.

Tabela 3: Categorização do tema “declividade” levando em consideração os valores de inclinação do terreno.

Intervalo de Declividade (%)	Declividade
> 45	Muito Alta
20 - 45	Alta
8 - 20	Média
3 - 8	Baixa
0 - 3	Muito Baixa

2.2.4 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Solos

Para a classificação dos solos foram consideradas informações de textura que constam no mapa de solos publicado na escala 1:1.000.000 a partir da compilação das cartas do projeto RADAMBRASIL (escala original 1:250.000), parte integrante do Mapeamento de Recursos Naturais (MRN) IBGE (2018).

Tais informações fazem referência à granulometria predominante do solo de modo que as texturas caracterizadas pela menor granulometria foram alocadas nas classes de menor vulnerabilidade, por atuarem, principalmente, como anteparo frente à contaminação das águas subterrâneas (Tabela 4).

Tabela 4: Categorização do tema “pedologia” levando em consideração os aspectos texturais dos solos presentes na área.

Solo	Textura
-	Arenosa
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Predominantemente arenosa
-	Siltosa
-	Predominantemente siltosa
-	Argilosa
-	Predominantemente argilosa

2.2.5 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Intensidade pluviométrica (IP)

De acordo com CREPANI et al. (2001), informações relativas à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, as quais definem a intensidade pluviométrica (IP), permitem a quantificação empírica do grau de risco ao qual está submetida uma unidade de paisagem.

Situações de intensidade pluviométrica elevada, isto é, alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso, podem ser traduzidas como situações onde a quantidade de água disponível para o escoamento superficial é considerável, incorrendo em maior capacidade de erosão.

Desta forma, a intensidade pluviométrica é o resultado da divisão entre os valores de pluviosidade média anual (em mm) e da duração do período chuvoso (em meses).

2.2.6 Tratamento prévio dos dados espaciais temáticos - Uso e ocupação do solo

As informações sobre uso e ocupação do solo foram extraídas do Inventário Florestal da RPPN Grutas do Corrente (BRASIL, 2015) (Tabela 5).

Tabela 5: Categorização do tema “Uso e ocupação do solo” levando em consideração as tipologias do uso em ordem decrescente de potencial impacto.

Tipologia	Uso e ocupação do solo
Lixão	Lixão
Ferrovia / rodovia	Fixa de Domínio FIOF / BA-172
Acessos	Acessos
Pastagem	Agricultura/Pecuária
Maciço Rochoso	Afloramento rochoso
Vegetação secundária inicial, média e avançada;	Formação Florestal

2.3 Análise Hierárquica de Processos

Por meio do método da Análise Hierárquica de Processos (AHP), adotando-se a escala fundamental proposta por SAATY (1991), foram atribuídos pesos para cada tema descrito no item 2.2.1, de acordo com o grau em que cada um deles contribui para a vulnerabilidade natural e ambiental do patrimônio espeleológico.

A utilização do método AHP buscou tornar a análise mais objetiva, consistente e racional, por meio da representação e quantificação das variáveis envolvidas em uma hierarquia de critérios ponderados por preferências (pesos).

O mapa de vulnerabilidade natural considera os componentes da geologia, da geomorfologia, da declividade e da pedologia, levando em conta os pesos definidos na matriz normalizada AHP para uma soma ponderada (Tabela 6).

Tabela 6: Distribuição de pesos para os temas utilizados na análise.

Tema	Classe	Peso
Geologia (susceptibilidade ao cavernamento)	Muito Alta	0,555
	Alta	0,219
	Média	0,111
	Baixa	0,067
	Muito Baixa	0,047
Geomorfologia (modelado)	Dissolução	0,569
	Dissecação	0,300
	Aplanamento	0,078
	Acumulação	0,053
Declividade	Muito Alta	0,555
	Alta	0,219
	Média	0,111
	Baixa	0,067
	Muito Baixa	0,047
Pedologia (textura)	Arenosa	0,523
	Predominantemente arenosa	0,213
	Siltosa	0,110
	Predominantemente siltosa	0,066
	Argilosa	0,044
	Predominantemente argilosa	0,044
Uso e ocupação do solo	Lixão	0,501
	Faixa de domínio da FIOB / BA-172	0,205
	Acessos	0,098
	Agricultura/Pecuária	0,098
	Afloramento rochoso	0,057
	Formação Florestal	0,040

O mapa de vulnerabilidade natural foi gerado a partir de uma análise ponderada de modo a definir a participação de cada tema, utilizando a Equação 1.

$$VN = \frac{51,8 * GEO + 20,3 * DEC + 12,9 * GEOM + 9,3 * PEDO + 5,8 * IP}{100}$$

Equação 1: Cálculo utilizado na operação algébrica para definição da vulnerabilidade natural, onde: VN = vulnerabilidade natural; GEO = geologia; DEC = declividade; GEOM = geomorfologia; PEDO = pedologia; e IP = intensidade pluviométrica.

O mapa de vulnerabilidade ambiental, por sua vez, foi obtido pelo cruzamento do mapa de vulnerabilidade natural com o tema “uso e ocupação do solo” (Tabela 6), utilizando a Equação 2.

$$VA = \frac{60 * VN + 40 * USO}{100}$$

Equação 2: Cálculo utilizado na operação algébrica para definição da vulnerabilidade ambiental, onde: VA = vulnerabilidade ambiental; VN = vulnerabilidade natural; e USO = uso e ocupação do solo.

2.4 Operações de geoprocessamento

As operações descritas a seguir foram realizadas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) no ArcMAP versão 10.3. Às classes de cada tema vetorial (geologia, declividade, geomorfologia, pedologia e intensidade pluviométrica) foram inseridos os pesos diretamente na tabela de atributos, com exceção do tema declividade que se originou de uma superfície *raster*, ou seja, matricial.

Em seguida, por meio da ferramenta de conversão “feição para *raster*”, onde os pixels receberam os pesos atribuídos a cada classe do tema. Na sequência, os *rasters* gerados na etapa anterior serviram como input na Calculadora Raster, onde se realizou uma média ponderada para cálculo da vulnerabilidade natural utilizando os pesos específicos de cada tema, conforme Equação 1.

Os temas vetoriais da faixa de domínio, rodovia e da localização do lixão foram incorporados ao tema vetorial do uso e ocupação do solo. Em seguida, os pesos foram inseridos na tabela de atributos da camada vetorial resultante. Tal camada vetorial foi convertida para *raster* por meio da ferramenta de conversão “feição para *raster*”.

De posse das camadas *raster* de vulnerabilidade natural e uso e ocupação do solo, a Calculadora Raster foi novamente utilizada para cálculo da vulnerabilidade ambiental, que se deu por meio da média ponderada com a utilização da Equação 2.

O resultado final das vulnerabilidades natural e ambiental foi classificado em cinco classes, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Intervalos entre as classes de vulnerabilidade natural e vulnerabilidade ambiental.

Classe	Intervalo de Classes de Vulnerabilidade	
	Natural	Ambiental
Muito Alta	0,35903785 - 0,50496500	0,25235613 - 0,50337898
Alta	0,24767239 - 0,35903785	0,17892110 - 0,25235613
Média	0,15166768 - 0,24767239	0,11527741 - 0,17892110
Baixa	0,11134570 - 0,15166768	0,08427151 - 0,11527741
Muito Baixa	0,07213299 - 0,11134570	0,05927979 - 0,08427151

Para a determinação dos intervalos de classe foi utilizado o método de quebras naturais de JENKS (1967), cuja característica é identificar e estabelecer pontos de quebra que maximizem a diferença entre as classes e, conseqüentemente, agrupar os valores similares de forma mais eficaz BRASIL (2018)

3 RESULTADOS

A partir das operações detalhadas no item 2.4 foi gerado o mapa de vulnerabilidade natural da RPPN Grutas do Corrente (Figura 3) utilizando os dados temáticos de ordem natural (geologia, geomorfologia, declividade e solos).

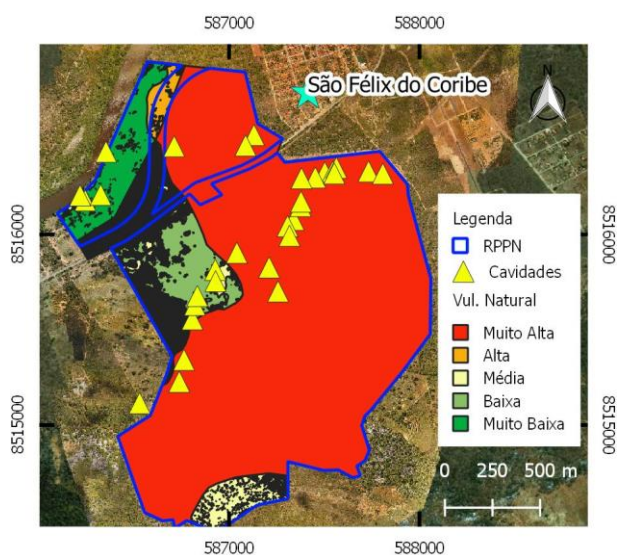


Figura 3: Mapa de vulnerabilidade natural da RPPN Grutas do Corrente com localização das cavidades presentes na área.

A tabulação dos dados do *raster* de vulnerabilidade natural, materializada pela Tabela 8, indica que cerca de 78% da RPPN Grutas do Corrente está inserida em um contexto de vulnerabilidade natural alta ou muito alta.

Tabela 8: Informações extraídas do raster de vulnerabilidade natural da RPPN Grutas do Corrente, incluindo a quantidade de cavernas identificadas em cada classe.

Classe	Área RPPN (%)	Cavernas	
		Quantidade	
Muito Alta	76,52	21	70%
Alta	1,37	0	0%
Média	8,15	2	6,6%
Baixa	8,56	4	13,3%
Muito Baixa	5,31	3	10%

Tal classificação pode ser atribuída à litologia predominantemente carbonática da Formação Sete Lagoas presente na região. Por conseguinte, 70% das cavernas da região estão presentes nesta classe. Por outro lado, o fato de 23% das cavidades estarem presentes em área de baixa ou muito baixa vulnerabilidade pode ser atribuído ao material aflorante mapeado, descrito como cobertura sedimentar (Tabela 1), capeando litologia carbonática subjacente.

Da mesma forma, o mapa de vulnerabilidade ambiental (Figura 4) foi gerado por meio das operações citadas no item 2.4, utilizando os dados temáticos de vulnerabilidade natural e de uso e ocupação do solo.

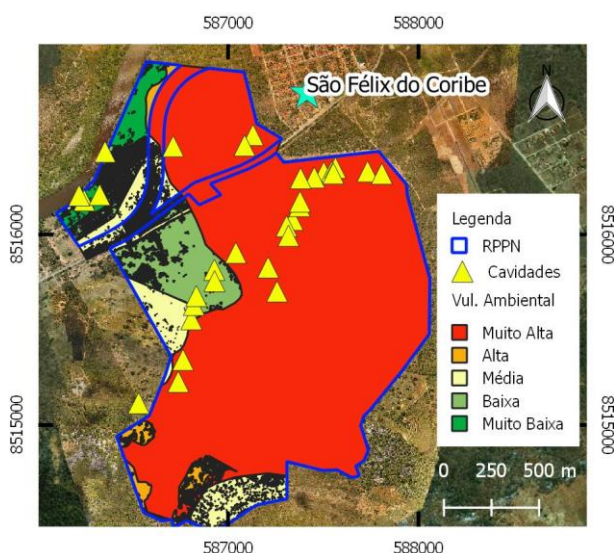


Figura 4: Mapa de vulnerabilidade ambiental da RPPN Grutas do Corrente com localização das cavidades presentes na área.

Na Tabela 9 são apresentados os dados extraídos do *raster* de vulnerabilidade ambiental, indicando que cerca de 78,2% da RPPN Grutas do Corrente está inserida em um contexto de vulnerabilidade ambiental alta ou muito alta. Devido ao peso da vulnerabilidade natural, que abrange

cerca de 70% do total de cavernas registradas no interior da RPPN.

Tabela 9: Informações extraídas do raster de vulnerabilidade ambiental da RPPN Grutas do Corrente, incluindo a quantidade de cavernas identificadas em cada classe.

Vulnerabilidade Ambiental		Cavernas	
Classe	Área RPPN (%)	Quantidade	
Muito Alta	75,7	21	70%
Alta	2,53	0	0%
Média	9,51	1	3,3%
Baixa	9,34	6	20%
Muito Baixa	2,86	2	6.6%

Das 30 cavernas inseridas na área de estudo (Tabela 10), 21 estão inseridas em um contexto de vulnerabilidade ambiental muito alta (Figura 4).

Tabela 10: Cavernas contempladas pelo licenciamento ambiental da FIOLE e contexto das vulnerabilidades natural e ambiental no qual estão inseridas. Fonte: ANASTÁCIO et al. (2017) (adaptado). (*) Cavidade potencialmente impactada, cujas cavidades-testemunho são a PEA 354 e a PEA 381.

Cavidade	Relevância	Vulnerabilidade	
		Natural	Ambiental
PEA 341	Alta	Muito Baixa	Muito Baixa
PEA 354	Alta	Muito Alta	Muito Alta
PEA 356	Alta	Muito Alta	Muito Alta
PEA 358	Alta	Muito Alta	Muito Alta
PEA 377	Média	Muito Alta	Muito Alta
PEA 378 (*)	Alta	Muito Alta	Muito Alta
PEA 379	Média	Baixa	Baixa
PEA 380	Alta	Baixa	Baixa
PEA 381	Alta	Muito Alta	Muito Alta
PEA 382	Baixa	Baixa	Baixa
PEA 383	Máxima	Muito Baixa	Baixa

4 CONCLUSÕES

A RPPN Grutas do Corrente, de modo geral, está localizada em uma área onde o patrimônio espeleológico é naturalmente muito vulnerável (76,58% da área).

Tal classe de vulnerabilidade natural está associada à ocorrência simultânea de (a) litologias com maior susceptibilidade aos processos de cavernamento; (b) solos predominantemente arenosos; e/ou (c) relevo caracterizado por declividades acima de 20% (Figura 3; Tabela 8).

No que se refere à vulnerabilidade ambiental (Figura 4; Tabela 9), pode-se dizer que devido a boa parte da área ser coberta com formação florestal, houve uma diminuição na porcentagem de área de vulnerabilidade muito alta.

A presença de lixão em proximidade é extremamente relevante, porém, como já se encontrava em área de vulnerabilidade natural muito alta, não houve variação. O lixão já está em desuso e projeto de recuperação é previsto por parte da Prefeitura Municipal.

Já era esperado que as cavernas identificadas na área de estudo estivessem em áreas de vulnerabilidade natural alta ou muito alta, uma vez que todas ocorrem em calcários (maior peso atribuído no cálculo da vulnerabilidade natural).

Frente às informações presentes nos aspectos metodológicos do estudo, acredita-se que a utilização da análise multicritério balizada pela AHP retornou resultados satisfatórios no que se refere à identificação de áreas de vulnerabilidade natural e ambiental na área de estudo.

As extensões das regiões de vulnerabilidade geradas estão diretamente ligadas ao detalhamento dos dados utilizados (sobretudo geologia, uso do solo e declividade), conforme previa Magaldi et al (2018).

As considerações feitas por este artigo poderão auxiliar os entes públicos e privados atuantes na região na adequação e/ou ampliação das ações para preservação dos atributos físicos e bióticos deste importante geossistema.

Um caso concreto é o plano de manejo da RPPN Grutas do Corrente, o qual acredita-se que pode ser beneficiado pelos dados discutidos, no que concerne à definição das medidas mitigadoras aplicáveis a todas as externalidades incidentes sobre a RPPN.

Por fim, ressalta-se que os resultados alcançados pelo mapeamento das vulnerabilidades em qualquer região não devem ser utilizados indiscriminadamente, ainda que configurem ferramenta muito útil na definição das ações necessárias à mitigação ou compensação dos impactos imputados ao patrimônio espeleológico.

REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO, E. M. F., TAGLIARI, P. D., PEREIRA, A. D., ANGARTEN, N. B., & RAMOS, A. M. Mapeamento de processos aplicado ao licenciamento espeleológico de empreendimentos ferroviários. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. **Anais**. Campinas: SBE, 2017. p.515-526. Disponível em: < http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_515-526.pdf>.
- BRASIL. **Estudo de Análise de Riscos - Ferrovia Norte Sul - Extensão Sul**. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias LTDA. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Inventário Florestal da área destinada à criação da Reserva Particular do Patrimônio Natural Grutas do Corrente**. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias LTDA. Brasília, 2015.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; PALMEIRA, A. F. **Intensidade pluviométrica: Uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo**. INPE, São José dos Campos (2004).
- EMBRAPA. **Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Miscelânea, 1.
- GOMES, M. **Proposta metodológica para identificação de áreas vulneráveis para a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro**. Dissertação de Mestrado (2010). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, Belo Horizonte.
- IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, Rio de Janeiro (2018).
- IBGE. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, Rio de Janeiro (2009).
- JANSEN, D. C.; GOMES, M.; SANTOS, D. J.; CAVALCANTI, L. F. Mapa de vulnerabilidade natural do patrimônio espeleológico da região de abrangência do PAN Cavernas do São Francisco. **Revista Brasileira de Espeleologia**, I (4), 63-77. 2014.
- JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, Brasília, 2012, v. 2, n.1.
- JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. **International Yearbook of Cartography**, 7(1), 186-190 (1967).
- MAGALDI, T.T.; ANASTÁCIO, E.M.F.; VASCONCELOS, R.M.; RODRIGUES, L.S.; BARCELLOS, R.S. Mapeamento das vulnerabilidades natural e ambiental do patrimônio espeleológico na Área de Influência Indireta da Ferrovia de Integração Oeste-Leste. **Anais...** Rio de Janeiro - RJ: Sociedade Brasileira de Geologia, 2018.
- REIS, C. **Geologia, sistemas deposicionais e estratigrafia isotópica do Grupo Bambuí na região de Santa Maria da Vitória, BA**. 2013. 97p. Dissertação de Mestrado em Geologia. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília.
- SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. (W. Da Silveira e Silva, Ed.) Makron Books do Brasil Editora Ltda (1991).