



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MASSUQUETO, L. L.; PONTES, H. S.; MOREIRA, J. C.. Mapeamento de fragilidades ambientais na Gruta de Pinheiro Seco (Castro/PR): estratégias para a gestão do espeleoturismo. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.635-641. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_635-641.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

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



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

MAPEAMENTO DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS NA GRUTA DE PINHEIRO SECO (CASTRO/PR): ESTRATÉGIAS PARA A GESTÃO DO ESPELEOTURISMO

MAPPING OF THE ENVIRONMENTAL FRAGILITIES IN THE PINHEIRO SECO CAVE (CASTRO / PR): STRATEGIES FOR THE MANAGEMENT OF SPELEOTURISM

Lais Luana MASSUQUETO (1,2); Henrique Simão PONTES (1,2); Jasmine Cardozo MOREIRA (1,3)

(1) Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas - GUPE, Ponta Grossa PR.

(2) Universidade Federal do Paraná, Curitiba PR.

(3) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa PR.

Contatos: lais.massuqueto@gmail.com; henriquegeografo@gmail.com; jasminecardozo@gmail.com.

Resumo

Este resumo apresenta os resultados finais de uma pesquisa de mestrado realizada na gruta de Pinheiro Seco (Castro/PR). Apesar da região onde a cavidade está inserida não ser um polo turístico, ocorre visitas às cavernas sem nenhum tipo de controle, o que pode ocasionar diversos riscos ao patrimônio espeleológico. Pelo fato desta área ser de grande importância ambiental, a combinação do turismo com ações objetivando mínimo impacto sobre a geodiversidade na área em questão é primordial. Pesquisas espeleológicas, envolvendo mapeamento e levantamentos ambientais, foram realizadas nessa cavidade subterrânea, sendo possível indicar ações que disciplinem o uso espeleoturístico na região, visando à conservação destes ambientes. Para isso, foi aplicado o método de mapeamento de fragilidade ambiental na gruta de Pinheiro Seco, como estratégia de gestão para o espeleoturismo.

Palavras-Chave: manejo turístico; espeleoturismo; caverna.

Abstract

This paper presents the final results of a master's research realized out at Pinheiro Seco cave (Castro/PR). Although this region is not yet a tourist hub, a few visits occur to the caves without any type of control, which may cause various risks to the speleological heritage. Because this area is of great environmental importance, the combination of tourism with actions aiming minimal impact on geodiversity is essential. Speleological researches, evolving environmental mapping and surveying, were accomplished and the results may indicate actions to discipline the tourism use of natural resources in the region, seeking the conservation of this area. So, the mapping of the environmental fragility method was applied in the Pinheiro Seco cave, as a management strategy for speleotourism.

Key-words: tourist management; Speleotourism; cave.

1. INTRODUÇÃO

A gruta de Pinheiro Seco, localizada no município de Castro/PR está inserida na Região Cárstica do Vale do Ribeira e têm seu desenvolvimento em rochas carbonáticas pertencentes ao Grupo Itaiacoca (SZABÓ *et al.*, 2004). É uma das maiores cavernas do Estado do Paraná (segundo dados do Cadastro Nacional de Cavernas – CNC da Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE), ultrapassando centenas de metros de desenvolvimento linear, sendo constituída por uma diversidade de espeleotemas que proporcionam singularidade e beleza ao local.

Essa cavidade é popularmente conhecida na localidade onde está inserida, assim como em

demais municípios próximos, sendo a caverna mais visitada da região. Mesmo com a inexistência de infraestrutura turística, recebe inúmeros visitantes, como grupo de estudantes de escolas e universidades, grupos de espeleologia e pessoas em busca de turismo de aventura, assim como, pelos próprios moradores locais, não havendo controle do número de turistas e nem monitores capacitados para realizar o acompanhamento (MASSUQUETO, 2013).

Por ser a caverna de maior destaque, já foi palco de estudo que envolveu a elaboração de um roteiro geoturístico no seu interior, o qual buscou incentivar uma atividade com conteúdo científico, onde os visitantes não só conheçam a cavidade, como também aprendam sobre suas características,

formas, feições e seus elementos abióticos e bióticos (MASSUQUETO e MOREIRA, 2012). Este roteiro foi um estudo pioneiro de trilhas subterrâneas para as cavernas dessa região. Tratou-se de um mapeamento da trilha, delimitando o melhor traçado que os visitantes devem seguir ao visitar a cavidade, possibilitando a proteção de áreas que apresentam níveis de fragilidades. Devido à diferença de acesso entre as duas galerias existentes na caverna, este roteiro foi dividido em duas trilhas, sendo uma, a trilha básica e a outra, a trilha secundária.

Por ser considerado um local de importância ambiental, é necessária a realização de atividades que proporcionem o mínimo impacto negativo possível, tanto em relação ao meio biótico quanto ao abiótico. A falta de uma gestão de turismo local faz com que a área seja vulnerável, podendo ocasionar a degradação ambiental dessa caverna. Destaca-se que a caverna em análise e as demais cavidades subterrâneas de entorno não estão sob o regime de proteção de nenhuma categoria de unidades de conservação.

Para obter dados empíricos que auxiliem na implantação e no gerenciamento do espeleoturismo neste local, foram elaborados estudos que objetivem, ao máximo, evitar riscos ao patrimônio espeleológico. Sendo assim, o mapeamento de fragilidades dos ambientes subterrâneos, proposto nesse trabalho, teve por objetivo identificar as especificidades de cada ponto da caverna relativo às fragilidades que cada local possui.

2. MAPEAMENTO DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS EM CAVERNA

No método proposto por Lobo *et al.* (2013), as fragilidades das cavernas são identificadas após estudos realizados por profissionais especializados em diferentes áreas da espeleologia. Segundo os mesmos autores, a partir destes dados, é possível reconhecer as fragilidades de cada área da cavidade analisada, expressando tais resultados em mapas temáticos, por meio de níveis de fragilidade previamente definidos.

Este método foi criado em uma experiência brasileira de manejo de cavernas e seu desenvolvimento se deu durante a elaboração dos planos de manejo espeleológico de trinta e duas cavernas localizadas no estado de São Paulo. Os fatores limitantes, nesse caso as fragilidades, são identificados em estudos temáticos por meio de mapas de fragilidade, que abordam diversos aspectos da caverna (biológico, geológico,

hidrológico, climático, arqueológico, entre outros), e quando integrados entre si, geram o mapa de fragilidade máxima que a caverna apresenta (LOBO, 2011).

Essa fragilidade total em relação a cada um dos critérios analisados é estimada para uma zona específica ou para a caverna como um todo (LOBO *et al.*, 2013).

3. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, a metodologia foi estruturada da seguinte forma:

- a) pesquisa bibliográfica abrangendo temas como: turismo natural, geoturismo e espeleoturismo;
- b) realização de trabalhos de campo para a realização do mapeamento de fragilidades ambientais na gruta de Pinheiro Seco;
- c) utilização de um aparelho receptor GPS (*Global Position System*) Modelo Garmin Plus (Datum Vertical Imbituba (SC), Datum Horizontal SAD 69 (MG) e Projeção UTM) para o georreferenciamento da gruta de Pinheiro Seco;
- d) o mapeamento das fragilidades ambientais da gruta de Pinheiro Seco baseou-se no trabalho de Lobo *et al.* (2013). Para a realização desses mapeamentos foram utilizadas tabelas durante a etapa de campo, para identificar as fragilidades e posteriormente expressá-las em porcentagens numéricas;
- e) inclusão dos resultados matemáticos obtidos em campo em tabelas específicas, indicando a área amostrada, o critério trabalhado, os temas abordados e os valores de fragilidade expressos em porcentagem;
- f) confecção dos mapas temáticos (fragilidade da geodiversidade, fragilidade do nível de circulação de energia e mapa de fragilidade ambiental da caverna).

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A primeira fase do processo para a determinação do nível de fragilidade ambiental da gruta de Pinheiro Seco consistiu em realizar visitas técnicas, envolvendo diversos espeleólogos do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE), a fim de obter um diagnóstico participativo.

Para este mapeamento de fragilidades ambientais da referida caverna foram realizados estudos a partir de dois critérios: 1) fragilidade da geodiversidade e 2) fragilidade do Nível de Circulação de Energia (NCE).

O critério referente à geodiversidade identificou o grau de fragilidade das feições da caverna relacionadas aos aspectos geológicos e geomorfológicos. Referente à identificação da fragilidade do nível de circulação de energia (NCE) foi analisada a circulação de matéria no interior da cavidade, oriunda das fontes de energia, tais como correntes de ar, cursos hídricos e ação de animais. Esta segunda etapa envolveu a confecção de tabelas específicas para cada área da gruta, para avaliar cada tema, a partir da atribuição de valores.

Após, foi realizada a soma desses valores e dividido pelo número total de temas trabalhados, para obter-se o nível de fragilidade final da área estudada, conforme mostra a equação abaixo:

$$F_x = \frac{T_{x1} + T_{x2} + T_{x3} \dots + T_{xn}}{T_t}$$

Onde:

F_x = Fragilidade trabalhada.

T_{x1}, 2, 3...n = Valor atribuído aos temas específicos.

T_t = Total de números de temas utilizados para analisar a fragilidade em questão.

Por fim, para cada um dos critérios foi elaborado um mapa temático, indicando através de cores, o grau de fragilidade, conforme mostra a tabela abaixo (tabela 1).

Aplicando esta sequência lógica, a partir dos resultados dos estudos das características do ambiente subterrâneo, é possível tabelar os dados e

espacializá-los nos mapas temáticos de fragilidade ambiental. Ressalta-se que esta técnica deve ser embasada em amplo conhecimento dos critérios adotados, durante e pós trabalho de campo, pois para a execução dos mapas temáticos é preciso estabelecer os zoneamentos (área de abrangência) de cada critério trabalhado. O mapa da caverna é um produto essencial para o desenvolvimento deste estudo. Conhecer a forma da caverna e a distribuição espacial de seus elementos auxilia nos processos de identificação da fragilidade ambiental.

4.1 Fragilidade da Geodiversidade

O critério fragilidade da geodiversidade buscou identificar a fragilidade de todas as feições da caverna ligadas aos aspectos geológicos e geomorfológicos, tais como: espeleotemas (estalactites, estalagmites, cortinas, colunas, represas de travertinos, ninhos de pérolas, etc.), depósitos clásticos e espeleogens (dutos e cúpulas de dissolução, *scallops*, etc.).

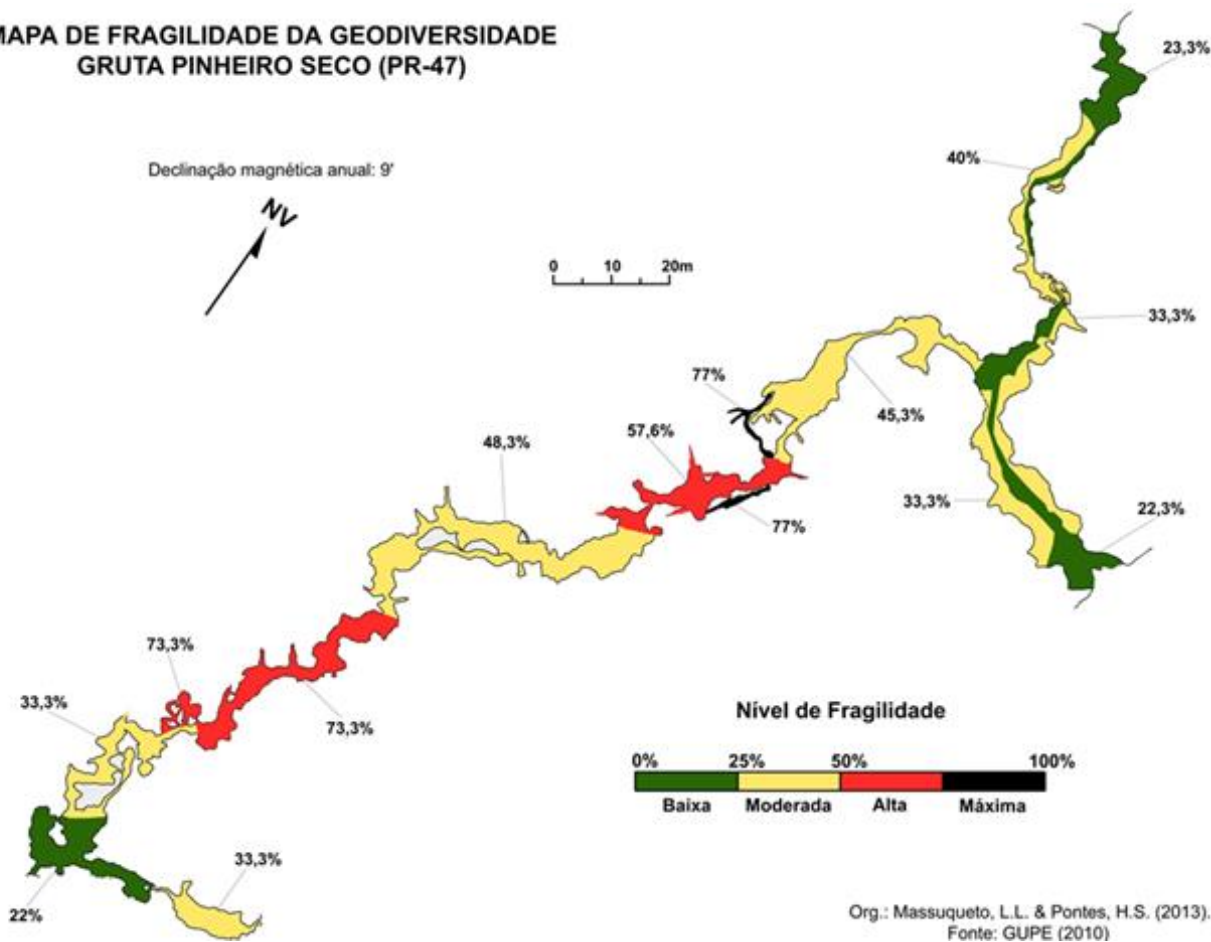
Com relação a este item, a gruta de Pinheiro Seco apresentou dois pontos críticos, com nível de fragilidade máxima. Em ambos os casos tratam-se de galerias situadas em níveis diferentes da passagem principal da caverna, apresentando condutos estreitos, os quais exigem o rastejo constante para prospectá-los, abrigando diversos canudos e flores de calcita. Tais espeleotemas podem ser facilmente quebrados durante a locomoção, sendo assim, estas duas áreas foram enquadradas como incompatíveis para o uso turístico.

O outro ponto que apresentou nível de fragilidade alta, além de possuir inúmeros espeleotemas, ocorre também a maior concentração de depósitos clásticos da caverna, proporcionando elevado valor didático e científico (figura 1).

Tabela 1: Níveis de fragilidades ambientais segundo Lobo *et al.*, 2013.

Nível de Fragilidade	Valores (%)	Cor da Legenda	Breve descrição
Máxima	75,01 - 100	Preto	Incompatibilidade da área específica para uso turístico.
Alta	50,01 - 75	Vermelho	Compatibilidade relativa da área específica para um cenário turístico projetado.
Moderada	25,01 - 50	Amarelo	
Baixa	0,01 - 25	Verde	
Inexistente	-	Branco	Ausência de estudos e/ou fragilidades detectadas.

**MAPA DE FRAGILIDADE DA GEODIVERSIDADE
GRUTA PINHEIRO SECO (PR-47)**



Org.: Massuqueto, L.L. & Pontes, H.S. (2013).
Fonte: GUPE (2010)

Figura 1: Mapa de fragilidade ambiental da geodiversidade.

4.2 Fragilidade do Nível de Circulação de Energia (NCE)

A fragilidade do Nível de Circulação de Energia (NCE) analisou a circulação de matéria no interior da cavidade, oriunda das fontes de energia ali existentes, tais como correntes de ar, cursos hídricos e ação de animais. A presença de dolinas, claraboias e demais entradas e dimensões nas galerias da gruta de Pinheiro Seco são fatores que contribuem no aumento e/ou diminuição do NCE, pois estes fatores estão relacionados à entrada de matéria orgânica vegetal e animal e na modificação da circulação do ar subterrâneo.

Levando em consideração o roteiro geoturístico já proposto para esta caverna, a trilha básica apresentou baixo nível de fragilidade do NCE em toda sua extensão, devido ao fato de possuir duas entradas distintas e galerias amplas, possibilitando boa circulação do ar. Com relação à trilha secundária, somente pouco mais da metade desta porção da caverna apresentou limitações ao uso turístico. Trata-se de trechos com galerias de dimensões reduzidas, com quebra-corpo, teto baixo

e passagens estreitas. Estes pontos apresentam alguns problemas, principalmente na circulação da corrente de ar e na reciclagem da atmosfera subterrânea.

Após essas análises do NCE foi possível elaborar o mapa temático específico deste critério, destacando que o mesmo apresentou limitações diferentes do mapa de fragilidade da geodiversidade (figura 2).

3.3 Integração dos Mapas de Fragilidade

Após elaboração dos mapas de fragilidade da geodiversidade e do Nível de Circulação de Energia (NCE), um mapa final foi elaborado, contendo a média das fragilidades da cavidade (figura 3). De acordo com Lobo *et al.* (2013) com esta sobreposição dos mapas temáticos, é possível criar mapas de cavernas contendo a máxima fragilidade, identificada a partir de qualquer critério estudado e/ou contendo a média das fragilidades, através da média dos valores obtidos a partir do estudo dos critérios adotados.

**MAPA DE FRAGILIDADE DO NÍVEL DE CIRCULAÇÃO DE ENERGIA (NCE)
GRUTA PINHEIRO SECO (PR-47)**

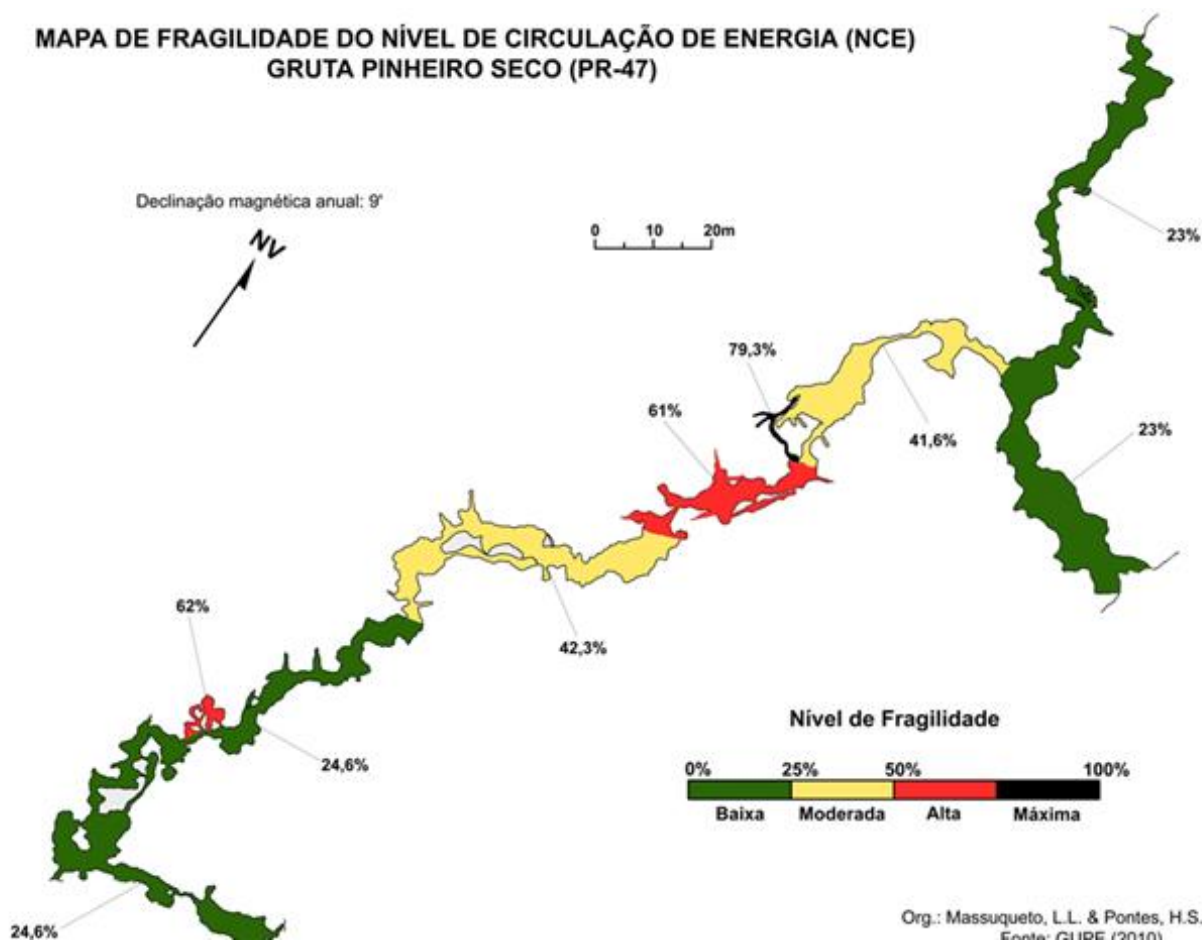


Figura 2: Mapa de fragilidade ambiental do Nível de Circulação de Energia.

Neste estudo, por exemplo, optou-se apenas em realizar a média de dois mapas de fragilidade (geodiversidade e NCE). Para isso, foi necessário analisar pontualmente os mapas gerados, coletando os valores referentes ao nível de fragilidade de cada área da caverna. Depois de tabelados os valores foram somados os dois níveis de fragilidade apontados para cada área da caverna, e o valor foi dividido por dois (referente aos dois critérios de fragilidades trabalhados). O resultado desta equação é a média da fragilidade da área específica da gruta de Pinheiro Seco, conforme exemplifica o cálculo abaixo:

$$F_{am} = \frac{F_{geo} + F_{nce}}{T_c}$$

Onde:

F_{am} = Fragilidade ambiental média.

F_{geo} = Valor da Fragilidade da Geodiversidade.

F_{nce} = Valor da Fragilidade do Nível de Circulação de Energia (NCE).

T_c = Total de critérios. Neste estudo o T_c = 2 (geodiversidade e NCE).

Os mapas finais gerados devem ser utilizados para nortear o gerenciamento da cavidade, principalmente no uso turístico, servindo assim, como um material de apoio nas tomadas de decisão e como ferramenta de gestão e conservação do patrimônio espeleológico. No entanto, ressalta-se aqui a importância de que além dos critérios da geodiversidade e do nível de circulação de energia, outros estudos, abrangendo temas diversos (biológico, arqueológico, climático, entre outros), também devem ser realizados, para subsidiar estudos de manejo turístico da forma mais completa possível, a partir da análise de fragilidades ambientais.

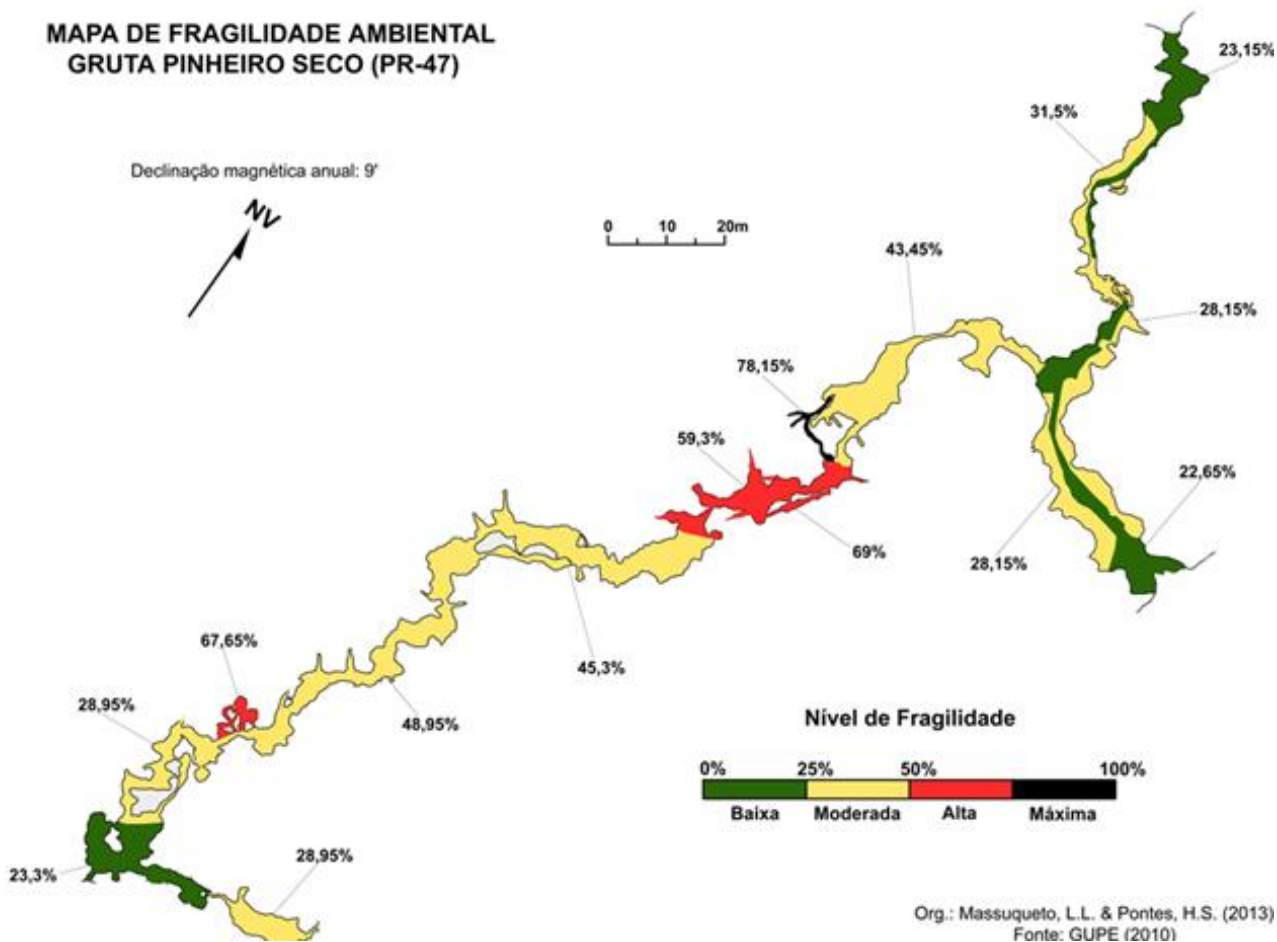


Figura 3: Mapa de fragilidade ambiental da gruta de Pinheiro Seco, feito a partir da análise dos critérios da geodiversidade e nível de circulação de energia.

4. CONCLUSÕES

A gruta de Pinheiro Seco é a maior e mais conhecida cavidade da região foco deste estudo, apresentando 650 metros de desenvolvimento linear. Sua geodiversidade é representada por inúmeros espeleotemas, espeleogens e depósitos clásticos de grande interesse científico, principalmente para a compreensão dos processos e evolução do ambiente em questão. Por ser a mais expressiva no contexto regional é a cavidade que mais recebe visitantes, porém não há controle do número de pessoas, nem da forma que essas visitas ocorrem. Devido a isso, foram identificados alguns problemas oriundos do turismo sem manejo, tais como: inscrições em paredes e tetos; abandono de resíduos sólidos; quebra de espeleotemas; perturbação à fauna cavernícola e processo de compactação e/ou remoção do solo em determinados pontos, causados por pisoteio.

O mapeamento de fragilidades ambientais apontou as áreas de maior risco de degradação do patrimônio espeleológico, bem como os melhores locais para receber visitantes. Com este método

foram mapeadas as fragilidades da geodiversidade e do nível de circulação de energia, gerando dois cartogramas distintos. A partir da integração destes dois mapas obteve-se um mapa final de fragilidades ambientais, gerando o zoneamento da caverna, o qual indica os melhores locais para a implantação do turismo no interior da gruta de Pinheiro Seco. Com os mapeamentos de fragilidades é possível identificar e delimitar com maior precisão as áreas sujeitas à degradação e seus níveis de fragilidade.

Por fim, com o presente estudo foi possível estabelecer etapas de determinação do nível de fragilidade ambiental a partir da identificação de áreas com características homogêneas em relação a cada tema estudado, bem como possibilitou a discussão e aplicação dos níveis de fragilidade para cada tema e critério trabalhado (expresso em porcentagem e baseado na avaliação coletiva do grupo e consenso geral). O resultado final da pesquisa foi o mapeamento estabelecendo o zoneamento das fragilidades analisadas. Por fim, este trabalho apresentou uma proposta alternativa para se usar em projetos e estudos de gestão turística em cavernas, pois apresenta um método diferente

dos critérios matemáticos empregados nos cálculos de capacidade de carga turística, os quais podem ser limitados demais para a complexidade ambiental dos ambientes subterrâneos.

AGRADECIMENTOS

Aos membros do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas, ao programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, a CAPES pelo auxílio financeiro e aos moradores da região de Pinheiro Seco.

REFERÊNCIAS

- LOBO, H.A.S.. **Estudo da dinâmica atmosférica subterrânea na determinação da capacidade de carga turística na caverna de Santana (PETAR, Iporanga-SP)**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro. Rio Claro/SP, 392p. 2011.
- LOBO, H.A.S., TRAJANO, E., MARINHO, M.A., BICHUETTE, M.E., SCALEANTE, J.A.B., SCALEANTE, O.A.F., ROCHA, B.N., LATERZA, F.V.. Projection of tourist scenarios onto fragility maps: framework for determination of provisional tourist carrying capacity in a Brazilian show cave. **Tourism Management**, v. 35, p.234-243, 2013.
- MASSUQUETO, L.L., MOREIRA, J.C.. Roteiro geoturístico na gruta Pinheiro Seco, Castro/PR. **Revista Terr@Plural**, Ponta Grossa, v.6, n.1, p.153-173, 2012.
- MASSUQUETO, L.L.. **Estudo do manejo turístico na gruta de Pinheiro Seco (PR): estratégias para a geoconservação do patrimônio espeleológico**. Universidade Estadual Ponta Grossa, Mestrado em Gestão do Território do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Ponta Grossa/PR, 118p. 2013.
- SBE. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC)**. Campinas: SBE, 2013. Disponível em: www.cavernas.org.br. Acesso em: 30 mar. 2017.
- SZABÓ, G. A. J.; ANDRADE, F. R. D.; GUIMARÃES, G. B.; MOYA, F. A.; CARVALHO, F. M. S.. **Genesis of talc deposits and the metamorphic history of the Itaiacoca Group metadolomites, southern Brazil**. In: International Congress on Applied Mineralogy, 8, Águas de Lindóia. **Proceedings...** Águas de Lindóia: IMA, v. 1, p.759-761. 2004.