

ZONEAMENTO AMBIENTAL ESPELEOLÓGICO (ZAE): APROXIMAÇÃO TEÓRICA E DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA

ENVIRONMENTAL ZONING OF CAVES (ZAE): THEORETICAL APPROACH AND METHODOLOGICAL DELIMITATION

Heros Augusto Santos Lobo

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – IGCE/UNESP

Rio Claro SP - heroslobo@hotmail.com

Resumo

O uso público de cavernas requer estudos prévios de diagnóstico que permitam um planejamento das atividades humanas com base: no potencial turístico; nos riscos ao visitante e ao ambiente; e na fragilidade do ambiente subterrâneo à presença humana. Estes elementos foram organizados de modo a permitir uma análise multicritério como suporte à decisão, com enfoque na produção do Zoneamento Ambiental Espeleológico – ZAE. Este método foi concebido de forma a englobar diferentes categorias de uso de uma caverna, divididas em função de características intrínsecas – como as fragilidades – e extrínsecas – como os tipos de uso público desejados. Os resultados permitiram a integração do ZAE com princípios básicos de manejo de visitantes, como as escalas de visitação, o coeficiente de rotatividade e, por fim, uma proposta prévia de capacidade de carga. As conclusões ressaltam que, em se tratando de uma proposição metodológica, apenas o seu uso em situações distintas, quer de ambiente, quer de equipes de planejamento, poderá validar e ampliar o formato proposto. Por fim, ressaltam que o ZAE condiciona um uso racional do ambiente subterrâneo, sem, no entanto, a pretensão de eliminar definitivamente os impactos ambientais negativos.

Palavras-Chave: Conservação Ambiental; Espeleoturismo; Plano de Manejo Espeleológico; ZAE; Zoneamento Ambiental Espeleológico.

Abstract

The public use of caves requires previous studies of diagnosis to allow the planning of human activities based: in the tourist use potential; in the risks to the visitor and to the environment; in the fragilities of underground environment to human presence. These topics was organized to allow a multi-criteria analysis and decision support, culminating on the production of Environmental Zoning of Caves – ZAE. The method was designed to encompass different categories of use of a cave, divided according to characteristics intrinsic – as the fragilities – and extrinsic – such as the possibilities of public use. The results allowed the integration of ZAE with basic principles of management of visitors, like the scales of visitation, the coefficient of rotation and, finally, a preliminary proposition of carrying capacity. The conclusions highlight that only its use in different situations, such as kinds of cave environments or teams of planning, who will validate and expand the theoretical method proposed. Finally, emphasize that the ZAE makes possible the rational the use of the underground environment, without, however, the pretension of permanently eliminate the negative environmental impacts.

Key-Words: Environmental Conservation; Speleotourism; Plan of Speleological Management; ZAE; Environmental Zoning of Caves.

Introdução

O manejo de cavernas para fins de uso público vem recebendo maior atenção no Brasil, face à obrigatoriedade legal de existência de um direcionamento para o uso e conservação do ambiente subterrâneo. Com isso, amplia-se a necessidade de desenvolvimento de um corpo teórico e metodológico adequado à realidade dos

sistemas subterrâneos e em consonância com as políticas conservacionistas nacionais. Em outros países, no entanto, trata-se de um procedimento consolidado, focado no uso racional das cavernas afetadas pelo turismo e na conservação de parcelas representativas dos sistemas cársticos.

Dentre as diversas tendências mundiais sobre estudos do tema, destacam-se no presente trabalho

três delas, em função do embasamento que fornecem à proposta realizada. A primeira tem sua origem nos trabalhos do costarriquenho Miguel Cifuentes-Arias, que desenvolveu métodos para o manejo de trilhas com base em preceitos de capacidade de carga (Cifuentes-Arias et al., 1999). Esta linha é largamente empregada no Brasil, com exemplos práticos na gruta do Lago Azul, em Bonito-MS (Boggiani et al., 2007) e na caverna de Santana, em Iporanga-SP (Lobo, 2008). Fora do Brasil, identificou-se também o seu uso na gruta Terciopelo, na Costa Rica (Carranza et al., 2006).

Outra linha considerada é encabeçada pelo trabalho de Cigna & Forti (1988), que propõem um escopo mínimo para o manejo de uma caverna com vistas ao uso público. Experiências semelhantes nesse sentido, do ponto de vista teórico, já foram feitas no Brasil, como o trabalho de Sgarbi (2003). Do exterior, o plano de manejo da Wind cave (NPS, 2007), nos Estados Unidos, trouxe também contribuições fundamentais para o presente trabalho, principalmente acerca da prioridade na delimitação dos roteiros de visitação. Este tema se consolida no presente estudo na terceira linha de trabalho, que consiste no zoneamento de uma caverna com base no caminhamento, proposta já defendida no Brasil por Boggiani et al. (2007), sob influência do método de Cifuentes.

Do ponto de vista prático, considerou-se também a metodologia proposta no *Roteiro Metodológico de Planejamento* do Ibama (2002), que define zonas de manejo para Unidades de Conservação. Desta forma, partiu-se do seguinte problema: como adaptar o zoneamento de Unidades de Conservação, que são áreas amplas e de maior dinâmica ambiental, para a realidade espacial e trófica proporcionalmente mais restrita das cavernas?

Buscando contribuir para a solução deste problema – sem, no entanto, ter a pretensão de esgotá-lo por completo –, este artigo tem como objetivos:

- Apresentar um método de suporte à decisão, desenvolvido para o zoneamento de cavernas
- Condicionar o zoneamento ambiental espeleológico – ZAE – ao caminhamento estabelecido para a visitação e às possibilidades de uso público
- Fornecer uma diretriz inicial para a obtenção de um limite de uso de cada roteiro de visitação, por meio de uma capacidade de carga turística preliminar
- Possibilitar o uso do ZAE não somente como

ferramenta de manejo, mas sim, como ponto de partida para a gestão da caverna afetada.

Referencial teórico

O desenvolvimento do presente método partiu da necessidade de identificação de um procedimento que permitisse, de modo unificado, atender a algumas necessidades básicas de manejo, como: a) a integração de diagnósticos temáticos; b) a definição de zonas de manejo; e c) direcionar a obtenção da capacidade de carga de uma caverna.

A experiência do autor no desenvolvimento de métodos de análise integrada culminou em uma opção não determinística, sob o enfoque da relação entre os insumos do processo e seu produto final. Embora métodos determinísticos sejam interessantes para facilitar o processo decisório – conforme se observa em Lobo & Asmus (2007), por exemplo –, o manejo de uma caverna não pode prescindir uma discussão entre os interessados. Muitas das possibilidades de manejo dependem da flexibilidade dos técnicos envolvidos, dos interesses dos atores sociais afetados e, principalmente, da capacidade do órgão gestor em implantar mecanismos de planejamento e gestão que sejam conciliatórios de interesses aparentemente conflitantes. Assim, optou-se por um método com mais condições de oferecer suporte à decisão, mas sem indicar uma resposta definitiva, o que permite que os cenários existentes em cada realidade de manejo possam ser considerados e discutidos pelos planejadores envolvidos.

Diversos estudos acadêmicos e marcos regulatórios apresentam definições sobre o que é o zoneamento ambiental espeleológico. Na compreensão do geógrafo Ricardo J. C. Marra, trata-se de uma ferramenta que

busca estabelecer a demarcação de áreas que, dividindo o seu interior, serão definidas em zonas específicas, visando identificar as categorias de uso em cada um destes setores. [...] representa um recurso aplicado para se alcançar o objetivo do manejo, de forma que facilite o gerenciamento de atividades possíveis em cada zona, orientando as intervenções e as formas de uso nas áreas delimitadas, ou mesmo evitando atividades indesejáveis pela inexistência de zonas apropriadas, ou então não permitindo aquelas outras prejudiciais que pudessem colocar em risco a segurança de usuários e do ambiente cavernícola (Marra, 2001, p. 136).

Para o biólogo Edwil B. Piva, o ZAE

“indicará no mínimo os salões abertos à visitação, os diferentes usos de cada ambiente, as restrições inerentes a cada caverna, indicação de pontos críticos e atrativos etc” (Piva, 2006, p. 26-27). O também biólogo Marcelo Sgarbi acrescenta que “o zoneamento demonstra em termos gerais se a caverna é viável ou inviável ao contato da atividade turística” (Sgarbi, 2003, p. 21).

Sob a ótica dos marcos regulatórios, a Resolução CONAMA 347/2004 define, para efeitos de sua própria compreensão, que o zoneamento espeleológico é a “definição de setores ou zonas em uma cavidade natural subterrânea, com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos do manejo sejam atingidos” (CONAMA, 2004, s.p.). Por fim, o CECAV, apesar de citar e concordar com a definição do CONAMA, acrescenta ainda que o zoneamento

constitui um instrumento de ordenamento territorial, usado como recurso para se atingir melhores resultados em planos de manejo de cavidades naturais subterrâneas. Estabelece usos diferenciados para cada zona, segundo os objetivos a serem atingidos (CECAV, 2006, p. 8).

Não se pretende neste trabalho estabelecer um juízo de valor acerca das definições, nem tampouco classificá-las ou mesmo optar por uma delas. Em síntese, guardando-se as variações entre uma e outra, depreende-se que as definições apontam para situações que permitam: a) a divisão do espaço subterrâneo em frações lógicas; b) o uso de características intrínsecas ao ambiente para a classificação das frações obtidas; c) o uso público racional, com diretrizes para a implantação de benfeitorias e diretrizes para a gestão; e d) a obtenção de melhores resultados na elaboração de planos de manejo espeleológico.

Do ponto de vista da aplicação metodológica, a base para o presente método ZAE depende, em um primeiro momento, da elaboração de materiais como os mapas temáticos de fragilidade ambiental (e.g. GBPE, 2003; Piva, 2006) e o mapa de potencialidades de visitação (Lino, 1988; Lobo, 2007). Além destes, o presente estudo acrescenta ainda os mapas: de fragilidades máximas e de análise integrada das fragilidades; e o mapa de riscos ao visitante – este último, sugerido para os planos de manejo espeleológico das cavernas do estado de São Paulo (CIAPME, 2008). Para cada trecho – conduto, salão – de uma caverna, estes materiais fornecem multicritérios distintos para a definição das áreas mais adequadas para a preservação e para o uso. Soares & Souza (2009), afirmam que

o apoio multicritério à decisão constitui, como indica seu nome, uma ferramenta que permite ao responsável pela tomada de decisão progredir na resolução de questões decisórias nas quais vários pontos de vista, normalmente contraditórios, devem ser considerados. [...] A constatação que deve ser feita quando se aborda tal tipo de problema é que não existe, em geral, uma decisão (solução, ação etc) que seja concomitantemente a melhor sob todos os pontos de vista (Soares & Souza, 2009, p. 208).

Partindo deste pressuposto, o método proposto enfoca na produção dos materiais citados, que permitem uma relação direta entre os estudos de diagnóstico ambiental e o ZAE. Em um segundo momento, prioriza o ordenamento da leitura e processamento destes materiais, de forma a permitir uma discussão equilibrada entre os diversos interesses que culminam no manejo de uma caverna.

Para a elaboração da ZAE, primeiramente, considerou-se que a matriz para o manejo do ambiente é dada por meio de aspectos intrínsecos ao objeto em estudo (Cigna & Forti, 1988; Lobo, 2007), partindo de, no mínimo, três dimensões de análise: ecológica, cultural e social. Nesse sentido, a dimensão ecológica é considerada, primordialmente, para a manutenção dos sistemas essenciais para a vida (cf. Pires, 2002) e para a geoconservação (cf. Nascimento et al., 2008). Desta forma, o ambiente das cavernas, em muitos casos, determina restrições aos diversos tipos de uso público, em função: de sua fragilidade inerente (cf. Cifuentes-Arias et al., 1999; Boggiani et al., 2007) e de suas limitações para a dispersão de impactos antrópicos (Heaton, 1986; Lobo & Zago, 2007; Lobo, 2008). Por sua vez, a dimensão cultural incluiu princípios de conservação para os vestígios de ocupação pretérita das cavernas e sua área de entorno e projeção em superfície sem, no entanto, abrir mão da dinâmica de relacionamento e dependência das populações locais atuais – quer em suas relações com o meio, quer nas interações sociais derivadas do uso das cavernas.

Outra premissa adotada é quanto ao tipo de turismo a ser praticado nas cavernas. Para tanto, partiu-se do princípio que o ecoturismo, da forma como postulado em Brasil (1994), deve ser tomado como princípio filosófico norteador da visitação, independente das diversas motivações identificadas nos trabalhos de Scaleante (2005), El-Dash & Scaleante (2005), Lobo (2007), Nunes et al. (2008) e Lobo & Zago (2009): espeleólogos, aventureiros, contempladores, religiosos, místicos, estudantes, pesquisadores, mergulhadores e portadores de necessidades especiais, entre outros. De uma forma geral, todas estas atividades são classificadas no

âmbito deste trabalho como espeleoturismo, dado que este, conforme definição de Lobo (2008), carrega os preceitos do ecoturismo e se remete à toda e qualquer motivação de uso público do ambiente subterrâneo. Assim, as práticas propostas devem ser pautadas a partir das diretrizes do ecoturismo e do espeleoturismo – em essência, o uso de baixo impacto –, incluindo as atividades de planejamento e gestão, pesquisa, espeleologia, fiscalização e uso público.

O perfil dos visitantes deve ser analisado em conjunto com a escala de visitação pretendida para a caverna sob manejo. De um modo geral, a escala, o volume e o fluxo de visitação de cada caverna devem ser determinados por suas fragilidades, potencialidades, estrutura de visitação, segurança e tipo de público (Cigna & Forti, 1988; Cifuentes-Arias et al., 1999; Lobo, 2006). Mas no Brasil, de um modo geral, estudos apontam para o ecoturismo como uma atividade inerentemente restrita (e.g. Pires, 2002). Todavia, o presente método considerou a possibilidade de uso público ecoturístico em quatro escalas distintas de uso, considerando, inclusive, a possibilidade de ecoturismo de larga escala (cf. Lück, 2002) para algumas atividades e ambientes específicos.

Resultados

Do zoneamento de Unidades de Conservação para o Zoneamento Ambiental Espeleológico – ZAE: adequação metodológica

O zoneamento em cavernas não difere muito, em termos técnicos, do zoneamento de uma Unidade de Conservação. O objetivo maior do zoneamento é criar um sistema que busque conciliar o uso antrópico – no qual se inclui o turismo – com a conservação da natureza. Para tanto, parcelas significativas de determinados sistemas subterrâneos devem ficar tão isolados quanto possível da presença humana constante e/ou em larga escala.

Para se pensar no ZAE, partiu-se das categorias de zoneamento delimitadas no documento *Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica*, editado pelo IBAMA (2002). As zonas de manejo definidas neste documento foram analisadas em sua essência, tendo em vista a realidade espacial e trófica dos sistemas subterrâneos, de modo a verificar a sua aplicabilidade nas cavernas. Os resultados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Comentários sobre as categorias de Zoneamento (IBAMA, 2002) para a proposta de ZAE

CATEGORIAS DE MANEJO	APLICÁVEIS AO ZAE?		COMENTÁRIOS
	SIM	NÃO	
I – Zona Intangível	X		-
II – Zona Primitiva	X		-
III – Zona de Uso Extensivo	X		-
IV – Zona de Uso Intensivo	X		-
V – Zona Histórico-Cultural	X		-
VI – Zona de Recuperação	X		-
VII – Zona de Uso Especial		X	Salvo raras exceções. Destina-se a construção de estruturas administrativas que, no caso das cavernas, podem ficar fora delas.
VIII – Zona de Uso Conflitante	X		Para o zoneamento externo, mas de pouca utilidade prática.
VIII – Zona de Uso Conflitante		X	Para o zoneamento interno, suas características conflitam com o manejo conservacionista, dado que se pressupõe a inexistência de moradores dentro da caverna.
IX – Zona de Ocupação Temporária		X	Idem anterior.
X – Zona de Superposição Indígena		X	-
XI – Zona de Interferência Experimental	X		Poderia ser adaptada de forma muito interessante ao manejo de cavernas, pressupondo a construção de laboratórios subterrâneos (exemplos de sucesso são encontrados na França e Eslovênia).
XII – Zona de Amortecimento	X		-

Posterior à análise da essência de cada zona, uma leitura mais enfocada no seu conteúdo demonstrou que, em sua maioria, os textos eram inadequados para os sistemas subterrâneos. Isto porque foram concebidos para exprimir a realidade de conservação de áreas naturais sob outra dinâmica ambiental e sujeita a um espectro mais amplo de

vetores de pressão antrópica. Assim, foi desenvolvido um processo de reclassificação e reconstrução das zonas originais, com a redação dos textos das zonas para o ZAE (Quadro 2) e a proposição de escalas de visitação e perfis de visitantes para cada uma delas (Quadro 3).

Quadro 2 – Zonas para o ZAE

ZONA E COR DA LEGENDA	DESCRIÇÃO GERAL
Intangível (ZI)	Área preservada, sem quaisquer tolerâncias a alterações humanas perceptíveis. Representa o mais alto grau de preservação para a caverna em questão. Trata-se de uma zona dedicada à proteção integral dos sistemas subterrâneos, ao monitoramento ambiental e à pesquisa técnico-científica.
Uso Restrito (ZUr-A/B)	Área preservada, com pequena ou mínima intervenção humana, contendo elementos ou processos significativos dos sistemas subterrâneos. O objetivo de manejo é permitir a pesquisa técnico-científica e o uso em escala restrita para determinados tipos de roteiros turísticos. Nestes casos, o caminhamento é previamente delimitado.
ZUr-A: sem visitação turística restrita	
ZUr-B: com visitação turística restrita	
Histórico-Cultural (ZHC)	Áreas onde são encontradas amostras do patrimônio histórico/cultural, arqueológico ou paleontológico, que serão preservadas, estudadas, restauradas e interpretadas para o público, servindo à pesquisa, educação e uso científico. O objetivo geral do manejo é o de proteger tradições histórico-culturais, bem como sítios históricos, culturais, paleontológicos ou arqueológicos.
Recuperação (ZR)	Áreas consideravelmente danificadas pelo uso humano e passíveis de recuperação, tanto por processos naturais quanto induzidos. Zona provisória, uma vez restaurada será reclassificada. O objetivo geral de manejo é deter a degradação dos recursos ou restaurar a área. Esta Zona permite uso público em escala restrita, para fins de pesquisa técnico-científica ou estudo do meio.
Interferência Experimental (ZIE)	Áreas delimitadas para o desenvolvimento de pesquisas e implantação de laboratórios subterrâneos, correspondendo ao máximo de 1/3 do desenvolvimento total da caverna. O seu objetivo é o desenvolvimento de pesquisas comparativas em áreas preservadas, bem como o estudo do meio e as aulas de campo.
Uso Extensivo (ZUe)	Áreas de caminhamento e pontos interpretativos de dispersão controlada onde o ambiente é mantido o mais próximo possível do natural, contendo algumas facilidades de acesso construídas com materiais inertes e benfeitorias que resguardem a segurança do ambiente e dos visitantes. Em alguns casos, o uso de banheiros químicos deve ser considerado. O objetivo geral de manejo é facilitar o espeleoturismo em pequena, média ou larga escala, dependendo do tipo e da proposta de uso.
Uso Intensivo (ZUi)	Áreas de caminhamento e pontos interpretativos de dispersão controlada onde o ambiente é mantido o mais próximo possível do natural, podendo conter: benfeitorias de acesso construídas com materiais inertes, iluminação artificial e outras facilidades, como banheiros químicos. O objetivo geral do manejo é o de facilitar a maior quantidade de formas permitidas de espeleoturismo em larga escala.
Área de Influência (AdI)	O entorno imediato e a área correspondente em superfície de uma caverna – em um raio mínimo de 250m –, bem como sua área de recarga autogênica e alogênica. Trata-se de uma área onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre os sistemas subterrâneos.

Fonte: Lobo (2010).

Quadro 3 – Escalas de visitação no ZAE

Zona	Tipos de Uso Público		
	Técnico-científico ¹	Espeleoturismo ²	Estudo do meio e aulas de campo
Intangível			
Uso Restrito			
Uso Extensivo			
Uso Intensivo			
Histórico-Cultural			
Recuperação			
Interferência Experimental			
LEGENDA – ESCALAS DE VISITAÇÃO (LIMITE MÁXIMO POR ZONA)			
Sem visitação		Média (até 20 pessoas)	
Restrita (até 6 pessoas ³)		Alta (até 30 pessoas)	
Baixa (até 10 pessoas)			
<p>Notas: 1 – inclui pesquisa científica, trabalhos espeleométricos, fotográficos e de prospecção; 2 – inclui a maioria das modalidades de espeleoturismo, com exceção das aulas de campo e estudo do meio, que recebem trato diferenciado em função de suas especificidades e finalidades; 3 – o total de pessoas inclui tanto visitantes quanto guias e monitores locais. A legenda refere-se aos valores máximo sugeridos por escala de visitação, sem, no entanto, tentar sugerir números ideais de visitantes por grupos.</p>			

A proposta apresentada nos Quadros 2 e 3, além de considerar a classificação das zonas com base em características intrínsecas aos sistemas subterrâneos e sua relação com as diferentes intensidades de uso público, agrega um componente de gestão à sua existência, dado que cada zona de uma caverna já carrega consigo dois pressupostos: I) a escala máxima de visitação permitida; II) uma prévia da capacidade de carga da caverna, a partir da soma das possibilidades máximas de visitação de todas as zonas estabelecidas. Sobre a escala alta de visitação, é preciso contextualizar que grupos de trinta pessoas, se comparados relativamente com outras atividades turísticas – mesmo em cavernas, como alguns exemplos na China, Eslovênia e Itália (Cigna & Burri, 2000) – ainda são pequenos e não deveriam ser enquadrados formalmente como ecoturismo de larga escala (cf. Lück, 2002) ou turismo de massa (cf. Scaleante, 2005; Labegalini, 2007). Todavia, no contexto brasileiro de manejo turístico de áreas naturais, sabe-se de antemão da dificuldade de planejadores e gestores ambientais de aceitar volumes maiores de visitantes, ao que se propõe, neste método, uma possível quebra deste paradigma.

Por consequência do proposto no Quadro 3, o método ZAE inverte o pressuposto inicial adotado em sistemas tradicionais de capacidade de carga, como o de Cifuentes-Arias et al. (1999) e a capacidade pelo controle de parâmetros ambientais (cf. classificação de Lobo et al., 2009a) – baseada na variação por causa antrópica de uma variável, como a temperatura do ar (e.g. Calaforra et al., 2003).

Assim, além do mapa de potencialidades, a própria escala de visitação já auxilia na definição de hipóteses e cenários a serem testados no processo de cruzamento de dados.

Mapa de potencialidades e riscos ao visitante

O primeiro material necessário para a obtenção do ZAE de uma caverna é o seu respectivo mapa de potencialidades de uso público. Ele deve conter todas as possibilidades de visitação a serem consideradas, principalmente sob o enfoque do uso turístico, bem como considerar os riscos associados as propostas levantadas. As potencialidades de uso para pesquisa e espeleologia não são tão necessárias nesta fase, já que podem ser executadas, em sua maioria, mesmo nas áreas de uso mais restrito.

No âmbito das atividades que efetivamente devem ser representadas no mapa de potencialidades, podem ser citadas as seguintes:

- Turismo de contemplação
- Turismo de aventura
- Espeleovertical
- Mergulho em cavernas
- Turismo adaptado
- Turismo histórico-cultural
- Turismo místico e/ou religioso
- Estudo do meio e/ou aulas de campo

• Iniciação espeleológica.

A maioria destas atividades prescinde uma análise técnica específica, de modo que sejam ilustrados e/ou justificados os indicadores ou motivos que levam a classificar uma determinada área de uma caverna como detentora de potencial para visitação. A análise deve também mencionar se a proposta é direcionada para o uso extensivo ou intensivo, de modo a análise integrada de modo mais direcionado. A título indicativo, metodologias desenvolvidas para análises de potencial turístico de cavernas foram observadas nos trabalhos de Lino (1988), Lobo (2007) e Scaleante et al. (2009).

Além disso, o mapa também deve apresentar uma avaliação de riscos, não com o intuito de delimitar as áreas de uso público em função do menor ou maior grau de risco. Sua finalidade consiste basicamente em direcionar:

- O tipo de público, dado que áreas de maior risco são adequadas para perfis mais aventureiros, enquanto áreas de menor risco atendem públicos mais amplos, incluindo, entre outros, portadores de deficiências – motora, mental, visual etc
- A escala de visitação. O risco de uma determinada área pode ser atenuado se o grupo de visitantes for menor
- A quantidade de guias/condutores necessários
- A zona de manejo. Em áreas de maior risco em que se pretende uma visitação em escala mais ampla, já se identifica a necessidade de implantação de benfeitorias, o que remete a determinadas categorias do ZAE, como o uso intensivo ou extensivo.

A Figura 1 apresenta um exemplo de mapa de potencialidade e risco.

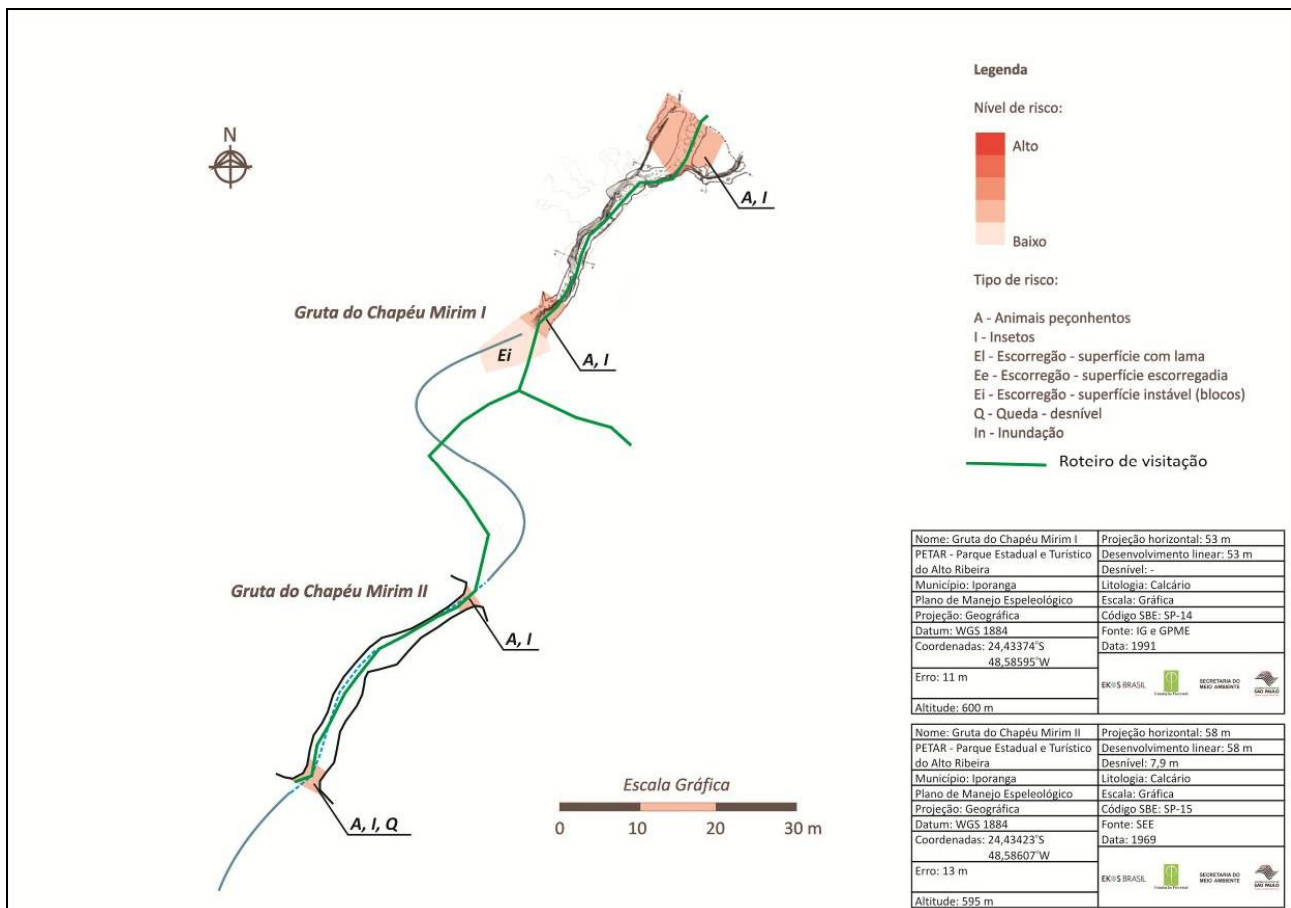


Figura 1 – Mapa de potencialidade (caminhamento indicado pela linha verde) associado aos riscos de visitação das grutas do Chapéu Mirim I e II, Iporanga-SP. Neste caso, não existe a necessidade de elaboração de benfeitorias para o roteiro proposto. Todavia, quando necessário, estas também devem ser indicadas, para permitir uma análise aprofundada de mérito, risco, custo e benefício da proposta. Elaborado pelo autor sob mapa base de riscos (Viana Júnior & Farias, 2009) do plano de manejo espeleológico das cavidades citadas.

Além do mapa com a representação gráfica dos roteiros potenciais e riscos, é de suma importância a produção de cenários possíveis de visitação. Estes cenários permitem aos analistas

ambientais responsáveis pelos diagnósticos de fragilidades um olhar mais direcionado em função das possibilidades sugeridas, considerando: a) as escalas de visitação por grupo, com base nas

possibilidades apresentadas no Quadro 3; b) o coeficiente de rotatividade (cf. Lobo et al., 2009a) desejado, indicando a somatória total de visitas diárias para cada roteiro; c) a perspectiva do responsável pelo manejo da área, seja este de natureza jurídica pública ou privada, de modo a respeitar os seus anseios e sua capacidade de manejo e gestão.

Mapas temáticos de fragilidade ambiental

A identificação das fragilidades do ambiente deve ser feita por cada estudo temático em etapas de diagnóstico, ou mesmo a partir de material já existente sobre a caverna em questão, como artigos, dissertações e teses. Metodologias úteis para esta finalidade já foram comentadas ou utilizadas nos trabalhos de GBPE (2003) e Piva (2006). A técnica não pressupõe uma classificação absoluta do ambiente, tal como pretendido por sistemas de avaliação de relevância de cavernas. A fragilidade deve ser dimensionada em função das possibilidades de uso público que a caverna pode receber, considerando, desde o princípio, as escalas de visitação possíveis (Quadro 3) e o respectivo coeficiente de rotatividade mencionado nos cenários anexos ao mapa de potencialidades.

Dentre os diversos estudos possíveis para o diagnóstico ambiental de uma caverna (Figura 2), os mapas de fragilidade devem priorizar aqueles que permitam análises denexo causal, de modo a serem identificados fatores limitantes ao uso público, conforme preconizam Cifuentes-Arias et al. (1999).

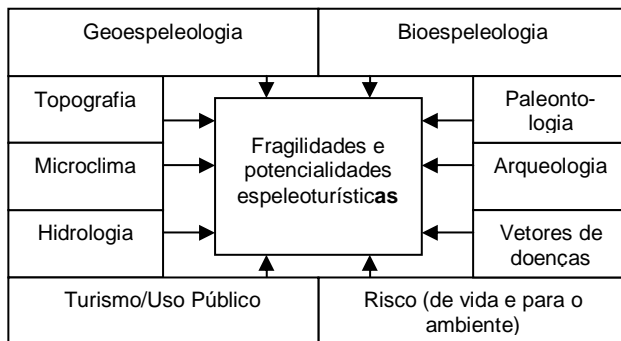


Figura 2 – Principais estudos temáticos de diagnóstico ambiental em cavernas (adaptado de CECAV, 2006 e Lobo, 2007)

Para a obtenção de mapas de fragilidade, os indicadores ou parâmetros adotados não precisam ser idênticos, desde que a escala final de todos os mapas seja a mesma. Isto é necessário para permitir o cruzamento das informações visando a obtenção do mapa de análise integrada. Para tal, é preciso estabelecer os níveis de fragilidade, que devem representar a detração ao uso público que é

determinada em função de características do ambiente subterrâneo. Para o ZAE, foram estabelecidos preliminarmente quatro níveis de fragilidade:

- I. Absoluto: se baseia em indicadores ou motivos que demonstram a incompatibilidade da área com o uso público constante ou concentrado.
- II. Alto: se baseia em indicadores ou motivos que demonstram a alta fragilidade da área em relação ao uso público.
- III. Médio: se baseia em indicadores ou motivos que demonstram a média fragilidade da área em relação ao uso público.
- IV. Baixo: se baseia em indicadores ou motivos que demonstram a baixa fragilidade da área em relação ao uso público.

Toda área classificada deve ter algum nível de fragilidade, com raras exceções para fragilidade inexistente (e.g. fragilidade nula em um mapa de fragilidade arqueológica para um salão ou caverna que não possuam vestígios dessa ordem).

Para estabelecer uma base de comparação e ponderação, foram agregados pesos aos níveis de fragilidade, de modo a padronizar a análise em uma escala percentual, como apresentado na Tabela 1. Esta ponderação de pesos deve ser aplicada tanto aos mapas de fragilidades quanto ao mapa de análise integrada.

Tabela 1 – Faixas de corte dos níveis de fragilidade

NÍVEL	PESO (%)	COR DA LEGENDA
Absoluto	75,01 à 100	Preta
Alto	50,01 à 75	Vermelha
Médio	25,01 à 50	Amarela
Baixo	00,01 à 25	Verde
Não classificado	0	Branca

Note-se que para a pontuação específica de cada nível de fragilidade, sempre se adota o maior valor da faixa de corte. Assim, para a fragilidade baixa, por exemplo, embora o seu peso varie entre 0,01 e 25%, sempre se adota que a nota inicial estipulada é o nível superior da faixa, ou seja, 25%. Com isso, se reforça no ZAE o princípio básico de precaução, dado que os pesos relativos sempre tendem ao aumento dos níveis de fragilidade.

Classificação dos indicadores de fragilidade

Para a descrição os níveis de fragilidade por meio de indicadores, o que é recomendado para diminuir a subjetividade do processo, estes podem ser divididos em duas categorias básicas, conforme o

tipo de resposta possível de se obter a partir da análise realizada. A primeira categoria de indicadores permite apenas dois tipos de resposta: “sim” ou “não”, ou ainda, “presença” ou “ausência”. Por sua vez, a segunda categoria permite classificar o parâmetro sob análise em até quatro classes de resposta, de forma a se remeter diretamente à escala apresentada na Tabela 1.

Para os indicadores do primeiro tipo, com apenas duas respostas possíveis, o primeiro passo é a avaliação de sua hierarquia dentro da escala de fragilidade, de modo que a confirmação represente um peso específico na escala geral. Exemplos:

- Presença de fauna troglóbia: 75% de fragilidade para o local específico onde foi encontrada ou para toda a caverna (se não for possível estabelecer uma zona limite para a locomoção da espécie). Neste caso, o indicador “fauna troglóbia” apresenta uma fragilidade “alta” dentro da escala hierárquica apresentada na Tabela 1
- Presença de espeleotemas frágeis: 100% de fragilidade para o local específico onde foi encontrado. Neste caso, o indicador “espeleotemas frágeis” apresenta uma fragilidade “absoluta” dentro da escala hierárquica apresentada na Tabela 1.

Quanto aos indicadores do tipo II, a obtenção dos níveis de fragilidade deverá ser feita a partir de uma das duas possibilidades abaixo:

- Relativização do indicador em relação ao ambiente. Ex.: Espeleotemas frágeis: a) no chão = absoluta; b) ao alcance das mãos = alta; c) no teto = baixa
- Divisão do valor máximo do indicador dentro dos níveis de fragilidade. Ex.: Diversidade de fauna: a) até 1 = baixa (fragilidade, não diversidade); b) de 1,01 à 1,3 = média; c) de 1,31 à 1,7 = alta; d) acima de 1,71 = absoluta.

Na continuidade, a fragilidade total de cada zona classificada dentro da caverna – ou dela como um todo, no caso da impossibilidade de se obter análises por áreas específicas – será dada pela fragilidade máxima identificada em um dos mapas temáticos, conforme preceitos de identificação de fatores limitantes – gargalos – já comentados em Lobo et al. (2009). Para tanto, entende-se que o uso público deve ser analisado primeiramente face à prioridade de fragilidade da caverna, passível de análise por meio do mapa integrado de fragilidades máximas de cada tema. Exemplos de mapas de fragilidade e de mapa integrado de fragilidades máximas são apresentados na Figura 3.

Após esta etapa, o resultado obtido pela soma das respostas dadas aos indicadores ilustrará o nível de fragilidade da área em análise, o qual, invariavelmente, se enquadrará em uma das faixas apresentadas na Tabela 1. Em alguns tipos de diagnóstico, a formulação de indicadores de fragilidade e sua respectiva classificação e produção do mapa temático são inviáveis, por características intrínsecas ao estudo em questão. Nestes casos, recomenda-se a substituição do material por uma descrição sucinta das recomendações de manejo decorrentes da análise realizada.

Análise Integrada por meio da fragilidade

O mapa de fragilidade integrada da caverna será obtido pela soma dos diversos mapas temáticos de fragilidade ponderados entre si, tal como apresentado na Equação 1:

$$F_z = \frac{FT_1 + FT_2 + FT_3 \dots + FT_n}{\sum FT_s} \quad (1)$$

Onde:

F_z = Fragilidade total da zona específica da caverna;

$FT_{1, 2, 3, n}$ = Fragilidades obtidas por meio dos estudos temáticos;

$\sum FT_s$ = Total de mapas de fragilidade temática utilizados para se obter o mapa final, considerando, para cada zona, apenas as áreas classificadas.

Para tanto, é preciso considerar que cada nível de fragilidade possui uma pontuação específica, conforme apresentado na Tabela 1. Posteriormente, é preciso identificar quantas zonas são possíveis de se obter a partir dos mapas temáticos de fragilidade, o que corresponderá ao mapa com maior detalhamento em número de zonas. Partindo do exemplo citado na Figura 3.B, com os mapas de fragilidade temática da gruta do Fogo (B1 à B3), observa-se a possibilidade de composição de quatro zonas distintas, cujas equações específicas de cálculo de fragilidade ponderada são apresentadas abaixo e na Figura 4.A. Neste caso, o meio físico foi pontuado com um nível de fragilidade de 24%. Os demais diagnósticos – microclima e fauna – não apresentaram pontuações específicas para os níveis de fragilidade adotados. Neste caso, admite-se os valores máximos de cada nível classificado: 25% para baixa; 50% para média; 75% para alta e 100% para absoluta.

- Zona I

$$F_{Z-I} = \frac{75}{1} \quad (2)$$

$$F_{z-I} = 75\%$$

- Zona II

$$F_{Z-II} = \frac{24+75+25}{3} \quad (3)$$

$$F_{z-II} = 41,33\%$$

- Zona III

$$F_{Z-III} = \frac{24+75+25}{3} \quad (4)$$

$$F_{z-III} = 41,33\%$$

- Zona IV

$$F_{Z-IV} = \frac{24+75+75}{3} \quad (5)$$

$$F_{z-IV} = 58\%$$

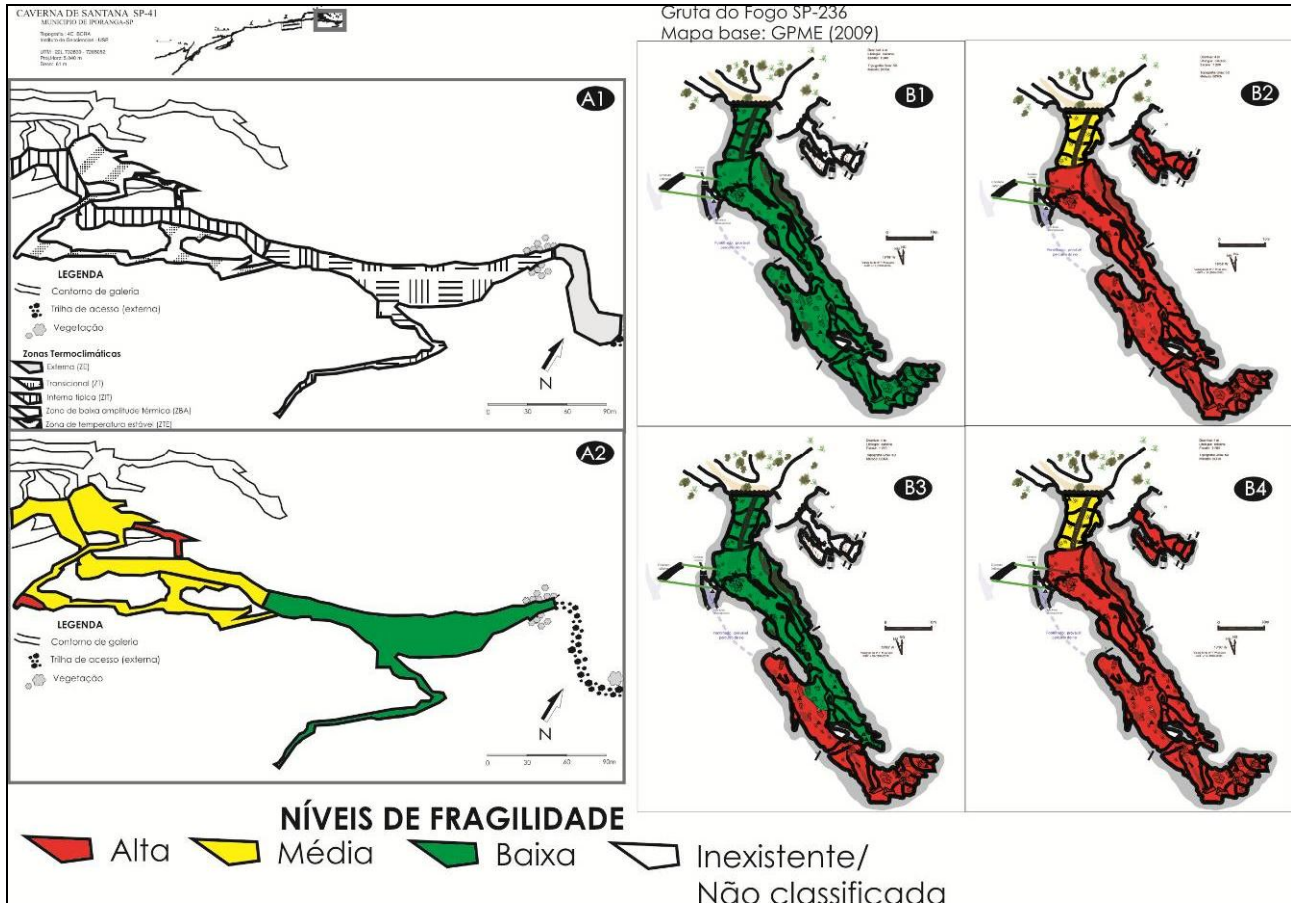


Figura 3 – Exemplos de aplicação dos indicadores de fragilidade: A) a figura A1 ilustra um mapa de zonas termoclimáticas da caverna de Santana, localizada no PETAR-SP (Lobo et al., 2009b), a partir do qual foi elaborado o mapa de fragilidade climática (A2) com base nos indicadores propostos em Rocha et al. (2009); B) quatro mapas de fragilidade temática da gruta do Fogo, localizada no Parque Estadual Intervales-SP. B1 – fragilidade do meio físico (Viana Jr. & Farias, 2009); B2 – fragilidade do microclima (Rocha et al., 2009); B3 – fragilidade da fauna (Trajano et al., 2009); B4 – mapa integrado das fragilidades máximas de cada zona da caverna. Neste caso, prevaleceu a classificação do microclima.

A Figura 4 ilustra que o mapa de fragilidades integradas amplia o total preliminar de zonas de uma caverna, em função de considerar todas as possibilidades de análise para cada zona em separado. No exemplo ilustrado, as Zonas II e III ficaram com a mesma pontuação, se tratando de mera coincidência. A Zona I apresentou a maior pontuação específica de fragilidade – 75% – o que precisa ser interpretado com bastante cautela. Neste caso, este valor não resulta da combinação de

diversos estudos, mas sim, da falta de classificação dos estudos de meio físico e fauna para esta região. Desta forma, a área da caverna que é, de fato, mais frágil sob a ótica da interação multicritérios, é a Zona IV, com uma pontuação total de 58,33%.

Outro aspecto importante observado é a necessidade de se classificar o máximo possível da área disponível da caverna, de forma a não deixar lacunas excessivas de áreas não classificadas. Isto ficou nítido por meio da Zona I da caverna

exemplificada, uma área de fragilidade alta do ponto de vista microclimático, mas que não foi classificada

por outras equipes. Desta forma, a nota de um determinado estudo tende a prevalecer.

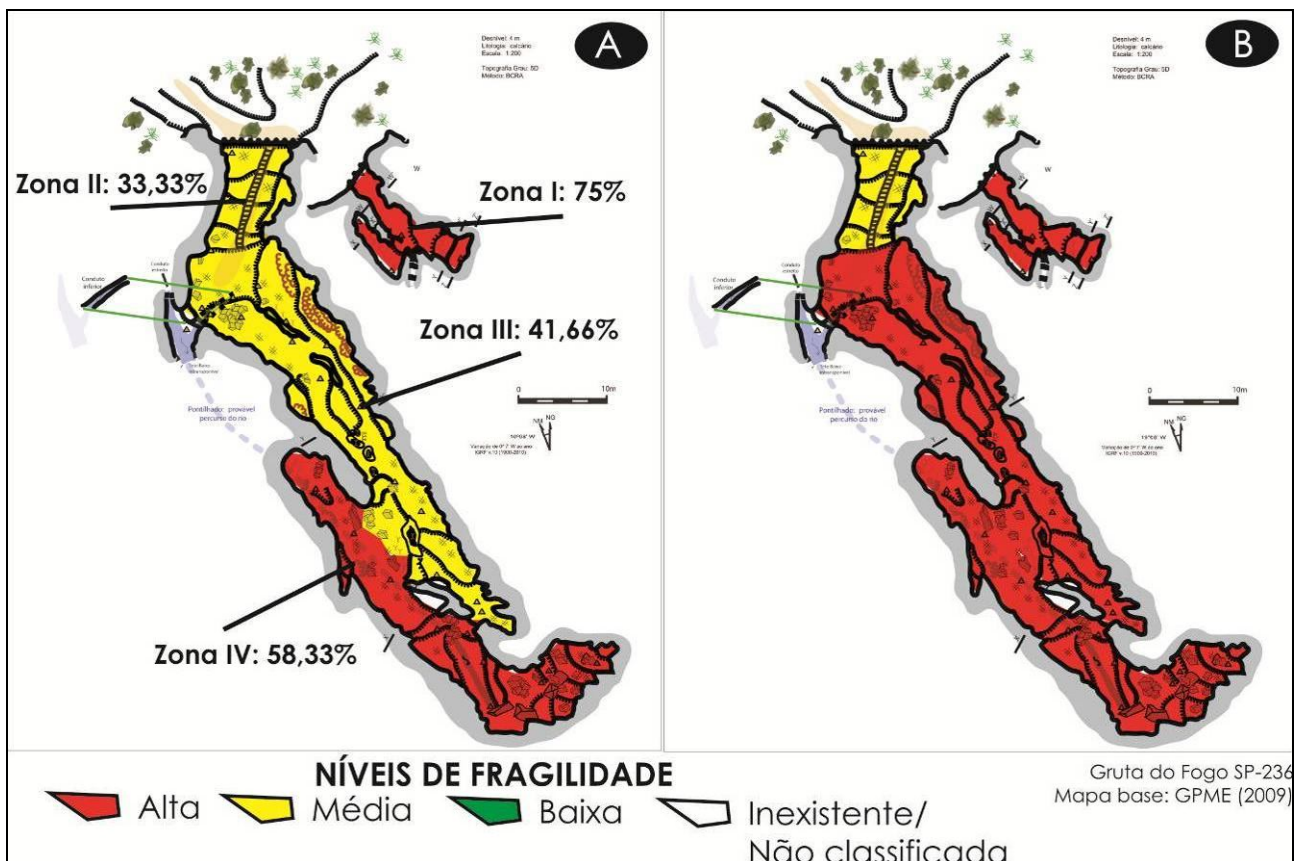


Figura 4 – Comparação entre o mapa de fragilidades integradas (A) e o mapa de fragilidades máximas (B). Note-se que em A, houve uma ampliação da zona de fragilidade média da caverna, se estendendo para o seu interior se comparada com B.

O teste de hipóteses de visitação e a obtenção do ZAE

A partir dos materiais apresentados foi estabelecida uma lógica de trabalho que parte dos roteiros elencados no mapa de potencialidades, entendendo cada uma deles como uma hipótese de uso público a ser testada. Esta opção foi adotada por permitir o enfoque nos cenários desejados, de forma a testá-los individualmente e já obter, além do ZAE, um quadro de respostas com as reais possibilidades de uso público de cada caverna, classificadas: a) por tipo de público; b) por escala de intensidade de visitação; e c) pela prévia da capacidade de carga – coeficiente de rotatividade – da caverna. Para facilitar ainda mais este trabalho, alguns cuidados básicos devem ser tomados no teste de hipóteses:

- Todas as hipóteses de visitação devem estar atreladas ao caminhamento fixo e previamente delimitado, de modo a evitar um maior impacto no ambiente pela dispersão exacerbada de pessoas em todo o trecho visitável. As áreas de dispersão, para fins de explicações acerca do ambiente, também devem ser delimitadas

- Iniciar pelos roteiros mais próximos das entradas/ acessos da caverna. Se houver restrição na entrada, toda a caverna ou uma parte considerável de seu desenvolvimento já podem ser vetados para uma parcela significativa do uso público, não havendo, assim, necessidade de se testar as demais hipóteses de visitação nestes caminhos
- A partir da definição do ordenamento espacial das hipóteses a serem testadas, priorizar os roteiros em função da escala de visitação, em ordem crescente ou decrescente
- Para facilitar a discussão, o mapa integrado de fragilidades máximas pode nortear o teste de hipóteses de visitação. No caso de não se atingir o consenso entre os especialistas, o mapa de fragilidades integradas pode ser utilizado na forma de fator de correção (cf. Cifuentes-Arias et al., 1999) em relação ao roteiro e/ou volume de visitação propostos.

O teste de hipóteses deve ser realizado por meio da discussão entre especialistas das áreas envolvidas, de modo a permitir uma análise mais

A análise dos Quadros 3 e 4 e da Figura 5 é fundamental para a obtenção das respostas do teste de hipóteses, sobretudo no que tange à terceira pergunta sugerida – quando então já se verificou a fragilidade temática e integrada e os riscos associados à visitação.

Após o término do teste de hipóteses de visitação, a resposta final para cada zona ambiental já fornecerá um subsídio inicial para a obtenção da capacidade de carga preliminar da caverna, que será composta pela somatória de todos os roteiros considerados possíveis e suas respectivas escalas de intensidade de visitação. Com isso, modifica-se a premissa de obtenção de um coeficiente de rotatividade (cf. Lobo et al., 2009a) a partir da capacidade de manejo do gestor ou da relação total entre espaço linear e tempo disponíveis – este último, a Capacidade de Carga Física – CCF – do método de Cifuentes (Cifuentes-Arias et al., 1999). Para tanto, é preciso definir ainda qual o tempo

médio de visitação de cada roteiro e a frequência desejada de visitação dos grupos.

Ainda sobre o teste de hipóteses, a existência de áreas sem classificação na caverna, nos mapas de fragilidade, deve ser analisada com extrema cautela. A inexistência de estudos não deve ser tomada como uma possibilidade de uso, mas sim, como uma restrição prévia. Caso o roteiro seja considerado interessante para um dos públicos desejados, fica registrada a necessidade de enfoque em pesquisas futuras para se estabelecer os níveis de fragilidade temática destas áreas potenciais. Até que tais estudos sejam realizados, é interessante não submeter a caverna em questão ao uso público.

Assim, com base no método ora proposto, a Figura 6 apresenta um exemplo de ZAE para a gruta do Fogo, extraído do plano de manejo espeleológico do Parque Estadual Intervales, localizado no Estado de São Paulo.



Figura 6 – ZAE da gruta do Fogo, localizada no Parque Estadual Intervales. Neste caso, foi considerado um cenário de visitação em grupos de no máximo 20 pessoas (para escolas, em dias úteis) ou 10 pessoas (para outras formas de turismo, em finais de semana e feriados), com um máximo de 80 visitantes/dia – a capacidade de carga final considerada. Mapa base elaborado por GPME (2009). ZAE elaborado pelo autor, baseado na oficina de zoneamento realizada para a caverna.

Conclusões

Este trabalho apresentou uma compilação de conceitos e etapas de produção focados na obtenção de zonas de manejo em áreas naturais, adaptados para a realidade do ambiente subterrâneo. Desta forma, buscou-se agregar diversos elementos necessários para o planejamento e manejo conservacionista de cavernas, considerando aspectos detratores e motivadores do uso público. No grupo dos detratores, ressalta-se a contribuição: a) da associação entre os potenciais de uso e o mapa de riscos, apresentando limitações ao uso público com enfoque na segurança ou orientações para a implantação de benfeitorias contornando os problemas identificados; b) dos mapas de fragilidade temática e integrado de fragilidade máxima, com a escala relativa de intensidade em relação aos possíveis problemas de uso público; e c) do mapa de fragilidade integrada ponderada, permitindo uma visão mais ampla das áreas mais susceptíveis aos impactos em uma caverna. Quanto aos aspectos motivadores, o mapa de potencialidades foi posicionado como ferramenta fundamental do método, não somente por apresentar as possibilidades de uso público de uma caverna, mas por fornecer as hipóteses básicas para a obtenção do ZAE.

Os resultados obtidos a partir do ZAE permitem, em uma única ferramenta, a obtenção de algumas respostas para o planejamento espeleológico, o que inclui o zoneamento do ambiente, os limites de uso em função das características de cada zona e dos tipos de público e um princípio norteador para a gestão por meio da capacidade de carga preliminar.

Entretanto, o ZAE não esgota as possibilidades de manejo de uma caverna. Apenas o seu uso permitirá a obtenção de respostas mais práticas acerca dos prováveis impasses de sua aplicabilidade, considerando os diversos perfis de equipes envolvidas em projetos de planos de manejo

espeleológico. Desta forma, esclarece-se que não se pretende, com este trabalho, esgotar o assunto ou apresentar uma resposta definitiva, mas sim, ampliar a oportunidade de diálogo entre planejadores e gestores ambientais, de modo a se buscar diretrizes de manejo cada vez mais consistentes.

De igual modo, o ZAE não tem a pretensão de propor um uso público isento de impactos ambientais, dado que parte de uma compreensão de que não existe atividade humana sem impacto ao ambiente. O impacto sempre existirá, variando em função da escala de detalhe adotada na análise. Assim, o que se busca não é conciliar o uso público com a preservação absoluta, mas sim, antever possíveis problemas de forma a mitigá-los ou evitá-los parcialmente por meio de ações preventivas de controle e do contínuo monitoramento ambiental calcado em padrões metodológicos já consagrados internacionalmente para o manejo e gestão de cavernas com uso público. A vantagem deste processo é a possibilidade de uma resposta rápida e, na maioria dos casos, aquém dos reais limites de suporte do ambiente, oferecendo margem de segurança para a conservação e tempo para que estudos mais aprofundados, quando necessário, determinem a capacidade de carga real do ambiente a partir de estudos focados nos parâmetros fundamentais de manejo de cavernas.

Agradecimentos

Diversas colaborações foram feitas para o direcionamento da presente metodologia. Em especial, agradeço: ao prof. Dr. Paulo César Boggiani (IGc/USP); à profa. Dra. Eleonora Trajano (IB/USP); ao técnico da Fundação Florestal/SMA-SP, Sr. Maurício Marinho; e ao gestor do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-SP, Sr. Fábio Leonardo Tomaz. Aos dois revisores da revista, um anônimo e ao Dr. Ricardo José Calembó Marra (CECAV/ICMBio), pelas recomendações e correções ao original enviado.

Referências Bibliográficas

- Boggiani, P.C., Silva, O.J. da, Gesicki, A.L.D., Gallati, E.A.B., Salles, L. de O. & Lima, M.M.E.R. 2007. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito,MS). *Geociências*, 26(4): 333-348.
- Brasil. 1994. *Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo*. EMBRATUR, Brasília. 48 p.
- Brasil. 2000. *Lei n. 9985 de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação*. Disponível em <https://www.presidencia.gov.br>. Acessado em 04 dez. 2005.

- Calaforra, J.M., Fernández-Cortés, A., Sánchez-Martos, F., Gisbert, J. & Pulido-Bosch, A. 2003. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. *Environmental Conservation*, 30(2):160-167.
- Carranza, G.Q., Fernández, I.B., Porrás, J.J., Casco, M.E., Arana, I.G., Mahecha, S.L. & Céspedes, J.V. 2006. *Estudio de capacidad de carga para la caverna Terciopelo em el Parque Nacional Barra Honda*. San José, UED, 2006. Proyecto Final de Avances en Conservación Biológica, Mestrado en Manejo de Recursos Naturales, Universidad Estatal a Distancia. 43 p.
- CECAV – Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas. 2006. *Termo de referência para o plano de manejo espeleológico de cavernas com atividades turísticas implantadas*. CECAV, Brasília. 13 p.
- Cifuentes-Arias, M., Mesquita, C.A.B., Méndez, J., Morales, M.E., Aguilar, N., Cancino, D., Gallo, M., Ramirez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E. & Turcios, M. 1999. *Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*. CATIE/WWF, Turrialba. 99 p.
- Cigna, A.A. & Forti, P. 1988. The environmental impact assessment of a tourist cave. In: Cave Tourism International Symposium at-170 Anniversary of Postojnska Jama, Postojna (Yugoslavia), Postojna. *Proceedings*. 29-38.
- Cigna, A.A. & Burri, E. 2000. Development, management and economy of show caves. *International Journal of Speleology*, 29(1):1-27.
- CIAPME – Comitê Interinstitucional de Apoio aos Planos de Manejo Espeleológicos. 2008. *Termo de referência: Elaboração dos planos de manejo espeleológicos dos PEs Intervalos, Turístico do Alto Ribeira e Mosaico de UCs de Jacupiranga*. SMA/CIAPME, São Paulo. 43 p.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2004. *Resolução CONAMA 347/2004*. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. CONAMA, Brasília.
- El-Dash, L.G. & Scaleante, O.A.F. 2005. Atitudes de freqüentadores de cavernas: um estudo usando metodologia “Q”. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 28, Campinas, Brasil. *Anais*.
- GBPE – Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. 2003. *Mapas de fragilidade das cavernas do PARNA Cavernas do Peruaçu*. IBAMA/Fiat, Brasília.
- GPME – Grupo Pierre Martin de Espeleologia. 2009. *Mapa topográfico da gruta do Fogo*. GPME, São Paulo.
- Heaton, T. 1986. Caves: a tremendous range in energy environments on earth. *National Speleological Society News*, 8(44): 301-304.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. 2002. *Roteiro metodológico de planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica*. IBAMA, Brasília.
- Labegalini, J.A. 2007. Problemas ambientais na caverna do diabo decorrentes da iluminação elétrica. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 29, Ouro Preto, Brasil. *Anais*. 149-155.
- Lino, C.F. 1988. *Manejo de cavernas para fins turísticos: base conceitual e metodológica*. s.ed., São Paulo. 41 p.
- Lobo, H.A.S. 2007. Método para avaliação do potencial espeleoturístico do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS. *Caderno Virtual de Turismo*, 7(3): 99-110.
- Lobo, H.A.S. 2008. Capacidade de carga real (CCR) da caverna de Santana, PETAR-SP e indicações para o seu manejo turístico. *Geociências*, 27(3): 369-385.

- Lobo, H.A.S. 2010. *Microclimatologia e Geoespeleologia da caverna de Santana (PETAR, Iporanga-SP): Subsídios para o manejo turístico*. IGCE, Rio Claro. Relatório de qualificação de doutorado (Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP.
- Lobo, H.A.S. & Asmus, R.M.F. 2007. Proposta metodológica para classificação do potencial espeleoturístico. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 29, Ouro Preto, Brasil. *Anais*. 171-174.
- Lobo, H.A.S. & Zago, S. 2007. Classificação dos níveis de circulação de energia no circuito turístico da Caverna de Santana – PETAR – Iporanga, SP. In: Encontro Brasileiro de Estudos do Carste, 2, São Paulo, Brasil. *Resumos expandidos e simples*. 113-122.
- Lobo, H.A.S. & Zago, S. 2009. Impactos ambientais causados pela música e concentração de pessoas em um evento musical na gruta do Morro Preto (PETAR-SP). In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, Montes Claros, Brasil. *Anais do CBE*. 107-112.
- Lobo, H.A.S., Perinotto, J.A.J. & Boggiani, P.C. 2009a. Capacidade de carga espeleoturística no Brasil: Estado-da-arte e tendências. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, Montes Claros, Brasil. *Anais do CBE*. 101-106.
- Lobo, H.A.S., Perinotto, J.A.J. & Poudou, S. 2009b. Análise de agrupamentos aplicada à variabilidade térmica da atmosfera subterrânea: contribuição ao zoneamento ambiental microclimático de cavernas. *Revista de Estudos Ambientais*, 11(1):22-35.
- Lück, M. 2002. Large-scale ecotourism – a contradiction on itself? *Current Issues in Tourism*, 5(3,4): 361-370.
- Marra, R.J.C. 2001. *Espeleo turismo: planejamento e manejo de cavernas*. WD Ambiental, Brasília.
- Nascimento, M.A.L., Ruchkys, U. & Mantesso-Neto, V. 2008. *Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. SBG, São Paulo.
- NPS – National Park Service. 2007. *Cave and karst resource management plan: Wind cave National Park*. NPS, Hot Springs. 115 p.
- Nunes, E., Luz, C.S., Anjos, D.T., Gonçalves, A.C., Figueriedo, L.A.V. & Zampaulo, R.A. 2008. Inclusão social de portadores de necessidades especiais (PNEs) e a prática do turismo em áreas naturais: Avaliação de seis cavidades turísticas do Estado de São Paulo. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, 1(1): 77-88.
- Pires, P.S. 2002. *Dimensões do ecoturismo*. Senac, São Paulo.
- Piva, E.B. 2006. *Documento preparatório para os planos de manejo das cavernas dos Parques Estaduais Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Jacupiranga e Intervales*. Fundação Florestal/SMA, São Paulo. 46 p.
- Rocha, B.N., Longhitano, G.A., Lobo, H.A.S., Pedroso, J.R.B., Santos, R.A.C., Barbosa, T.V. & Andrade Jr., V. 2009. *Diagnóstico de microclima para os PMEs*. Fapetec/Ekos Brasil, Santos/São Paulo. 177 p.
- Scaleante, J.A.B. 2005. Uso de cavernas como produto turístico. In: Trigo, L.G.G., Panosso Neto, A., Carvalho, M.A. & Pires, P.S. (eds.) *Análises regionais e globais do turismo brasileiro*. Roca, São Paulo.
- Scaleante, J.A.B., Labegalini, J.A., Espinha, A.M.L., Scaleante, O.A.F., Rasteiro, M. & Scaggiante, V.F. 2009. *Diagnóstico de uso público para os PMEs: relatório parcial*. Estação Floresta/Ekos Brasil, Campinas/São Paulo. 112 p.

Sgarbi, M. 2003. *Metodologia de manejo em cavernas para minimização de impactos ambientais decorrentes de atividade antrópica: estudo de caso Gruta do Chapéu & Caverna Santana, Parque Estadual do Alto do Ribeira / SP*. Mogi das Cruzes, UMC, 2003. Relatório de Iniciação Científica, Universidade de Mogi das Cruzes.

Soares, S.R. & Souza, S.R. 2009. Aplicação da análise multicritério para avaliação da sustentabilidade em empreendimentos turísticos. In: Philippi Jr., A. & Ruschmann, D.V.M. *Gestão ambiental e sustentabilidade no turismo*. São Paulo, Manole. 203-232.

Trajano, E., Bichuette, M.E. & Franco, F.P. 2009. *Mapas de fragilidade de fauna*. Econatural/Ekos Brasil, São Paulo. 10 p.

Viana Jr., O. & Farias, R. 2009. *Relatório P3, P4, P5 e P6: Caboclos I e Intervalos*. Geointegra/Ekos Brasil, São Paulo.

Fluxo editorial:

Recebido em: 30.07.2009

Enviado para avaliação em: 30.07.2009

Aprovado em: 18.12.2009



A *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas* é uma publicação da Seção de Espeleoturismo da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SeTur/SBE). Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.sbe.com.br/turismo.asp
