Proposta metodológica para realização de atividades de monitoramento de impactos ambientais sobre o patrimônio espeleológico brasileiro

Methodological proposal for monitoring activities of environmental impacts over the Brazilian Speleological Patrimony

Mauro Gomes

Analista Ambiental do CECAV,
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
Base Avançada de Minas Gerais, Brasil
mauro.gomes@icmbio.gov.br

Débora Campos Jansen

Analista Ambiental do CECAV,
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
Sede Brasília, Brasil
debora.jansen@icmbio.gov.br

Darcy José dos Santos

Analista Ambiental do CECAV,
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
Base Avançada de Minas Gerais, Brasil
darcy.santos@icmbio.gov.br

Resumo

A presente nota propõe uma metodologia a ser aplicada nas atividades de monitoramento de impactos ambientais sobre o patrimônio espeleológico brasileiro. Em linhas gerais, a proposta se baseia na identificação de áreas vulneráveis e as principais ameaças sofridas por este patrimônio, seguida por um diagnóstico ambiental e o estabelecimento de indicadores a serem monitorados.

Palavras-chave: Proposta metodológica, monitoramento, impactos ambientais, patrimônio espeleológico.

Abstract

This work presents a methodology to be applied in monitoring environmental impacts suffered by the Brazilian speleological patrimony. In general, the proposal is based on the identification of vulnerable areas and the main threats faced by the patrimony, followed by an environmental assessment and the establishment of indicators to be monitored.

Keywords: Methodological proposal, monitoring, environmental impact, speleological patrimony.

1. INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (PNCPE) foi instituído pelo Ministério do Meio Ambiente em 2009 e tem como um de seus princípios a “abordagem ecossistêmica para a gestão do patrimônio espeleológico, avaliando problemas,

identificando soluções e propondo medidas adequadas de conservação, uso sustentável e recuperação dos recursos da geodiversidade”(MMA, 2009).

Como parte desta abordagem mais sistemática, o programa foi dividido em seis componentes que servem como eixos orientadores para

a determinação de ações a serem desenvolvidas seja pelo poder público, seja pelo estabelecimento de parcerias com os setores integrados ao escopo do Programa.

A proposta apresentada por meio desta nota integra-se ao componente 4 que visa estabelecer e fortalecer sistemas de monitoramento, avaliação, prevenção e mitigação de impactos sobre o patrimônio espeleológico.

O patrimônio espeleológico é definido como sendo o “conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas”(CONAMA, 2004).

Destaca-se que tal patrimônio é, com frequência, alvo de graves problemas ambientais e conflitos sociais provocados por impactos provenientes da ação antrópica. Normalmente, as ações com objetivo de proteção deste patrimônio são pontuais e dificilmente permitem a avaliação de aspectos cumulativos e nem possibilitam perceber se existe alguma sinergia entre os efeitos provocadas por esta antropização.

Em função disto, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV vem desenvolvendo ações sistemáticas a fim de atender aos objetivos propostos no PNCPE.

Inicialmente foi dado maior destaque à construção de propostas para a identificação dos locais onde o patrimônio espeleológico estivesse mais vulnerável aos impactos ambientais.

Para isto optou-se pela utilização da Análise Espacial em Sistemas de Informações Geográficas - SIG. Seguindo este princípio foi

elaborada a metodologia para identificação das áreas vulneráveis que foi definida, consolidada e validada pelos técnicos do CECAV.

Para concluir esta proposta metodológica está previsto o desenvolvimento de mecanismos que possibilitem a realização de um diagnóstico mais detalhado das condições de conservação do patrimônio espeleológico nas áreas vulneráveis. A partir disto devem ser identificadas as principais ameaças sofridas pelo patrimônio dentro deste contexto.

Por fim, a análise desse cenário deverá estabelecer os indicadores de qualidade ambiental a serem monitorados para garantir o atendimento ao que estabelece o PNCPE.

É importante ressaltar que a metodologia já se encontra em desenvolvimento desde o ano de 2010 e a etapa de identificação de áreas vulneráveis já está consolidada e validada. As demais fases encontram-se em desenvolvimento com término previsto para 2015.

2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Como objetivo geral espera-se estabelecer proposta metodológica para monitoramento de impactos sobre o patrimônio espeleológico em consonância com o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico do Ministério do Meio Ambiente.

Para que seja atingido, busca-se estabelecer metodologias para:

- a) Identificar áreas vulneráveis;
- b) Inventariar áreas vulneráveis;
- c) Identificar principais ameaças ao patrimônio espeleológico;

- d) Relacionar ameaças às características mais sensíveis (sinais vitais) do patrimônio espeleológico;
- e) Definir itens de controle e itens de verificação.

3. JUSTIFICATIVA

As ações relacionadas às medidas de proteção ao patrimônio espeleológico brasileiro estão passando por um recente processo de sistematização impulsionado, sobretudo, pelo Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico do Ministério do Meio Ambiente.

As medidas de proteção, antes pontuais, estão sendo avaliadas de maneira sistêmica com o objetivo de garantir a sua efetividade.

Entretanto este processo tem características muito peculiares, pois é lento em função da escassez de informações detalhadas à respeito do patrimônio espeleológico e sua interação com os impactos sofridos e também em função do pequeno efetivo de pessoal dedicado a estas ações de proteção, seja na esfera pública ou privada.

Por outro lado este processo tem que ser ágil o bastante para acompanhar o crescente interesse socioeconômico nas regiões onde o patrimônio espeleológico é encontrado.

Desta forma, esta nota técnica visa registrar as iniciativas desenvolvidas pela Base Multifuncional do CECAV em Minas Gerais com o apoio do CECAV sede e instituições parceiras para o monitoramento de impactos ambientais sobre o patrimônio espeleológico brasileiro.

4. METODOLOGIA

A metodologia proposta foi dividida em 5 blocos (Figura 1), sendo que o primeiro, *Identificação de áreas vulneráveis*, já se encontra concluído.

4.1 Identificação de áreas vulneráveis

A escolha das áreas que terão as características monitoradas é baseada em análise espacial assistida por geoprocessamento.

Para definição das variáveis foram eleitos os atributos ambientais mais relevantes às condições de conservação do patrimônio espeleológico (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e uso e ocupação do solo) e foi aplicado o procedimento de Análise Multicritérios às notas e pesos atribuídos à estas variáveis. O resultado deste processo foi denominado de Mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

Os estudos realizados por Meneses (2003) e Gomes (2010) na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais foram utilizados como base para o aprimoramento e consolidação da metodologia realizada por Jansen (2013) e Santos (2013).

A metodologia foi validada com sua aplicação na definição do mapa de vulnerabilidade natural do patrimônio espeleológico da bacia do rio São Francisco (JANSEN et al., 2013).

4.2 Inventário das áreas vulneráveis

Esta etapa da metodologia prevê a realização de um diagnóstico das áreas vulneráveis selecionadas, detalhando as informações relativas ao uso e ocupação do solo, bem como a lo-

calização e caracterização das cavidades naturais subterrâneas encontradas na região.

4.3 Identificação das principais ameaças ao patrimônio espeleológico

As áreas vulneráveis deverão ser caracterizadas também em função das ameaças, ou seja, dos efeitos que as atividades humanas exercem sobre o patrimônio espeleológico (Figura 2).

As orientações para o estabelecimento dos procedimentos de identificação devem levar em consideração atividades como obras de infraestrutura e movimentação de terra, exploração florestal, agricultura, urbanização, turismo, mineração entre outros (PILÓ, 1999), (JONES et al., 2003), (FERREIRA, 2010).

Figura 1: Proposta metodológica para realização de atividades de monitoramento de impactos ambientais sobre o patrimônio espeleológico brasileiro - Diagrama em bloco

4.4 Relação entre sinais vitais e ameaças

Esta etapa da metodologia, baseada em Toomey III (2009) deverá identificar as características mais sensíveis ou os sinais vitais do patrimônio espeleológico dentro das áreas vulneráveis e estabelecer a relação de “causa e efeito” (CAMPOS, 1992) com as principais ameaças identificadas no item 4.3 (Figura 3).

O direcionamento para a definição desta etapa deverá levar em consideração parâmetros como microbiologia, feições e processos superficiais, águas superficiais regionais, processos fluviais, presença de água no interior de cavernas, impactos diretos causado pela visitação, partículas em suspensão e meteorologia de cavernas (TOOMEY III, 2009; CIGNA, 2002).

Figura 2: Principais ameaças ao patrimônio espeleológico

Figura 3: Sinais vitais

4.5 Definição de itens de controle e verificação

De posse do inventário das áreas vulneráveis contendo a relação entre os sinais vitais e as principais ameaças deverão ser estabelecidos os itens a serem efetivamente medidos e monitorados.

A análise deve procurar estabelecer os itens de controle, ou seja, aqueles estabelecidos sobre os efeitos do processo, bem como os itens de verificação, que são aqueles estabelecidos sobre as causas do processo (CAMPOS, 1992).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento das demais etapas desta proposta metodológica é esperado que se tenha um diagnóstico detalhado da situação de conservação do patrimônio espeleológico brasileiro.

Os elementos monitorados e a quantidade de dados gerados servirão para alimentar um sistema de informação que permitirá maior assertividade na tomada de decisão em nível gerencial, seja pelo poder público, seja pela iniciativa privada.

Outro resultado esperado é a utilização desta base de dados na modelagem de sistemas que permitam otimizar o processo de criação de unidades de conservação baseados na proteção do patrimônio espeleológico, de gestão de unidades de conservação com ocorrência de cavernas e também do próprio processo de licenciamento ambiental em áreas com potencial de ocorrência de cavernas.

É vislumbrada também a possibilidade do resultado da análise destas informações fomentar o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa tanto no CECAV quanto em outras instituições de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 6.ed. Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, 1992.

CIGNA, A. A. Modern trend in cave monitoring. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v. 31, p. 35-54, 2002.

CONAMA. **Resolução nº 347, de 10 de setembro de 2004**. Brasília. 2004.

FERREIRA, C. F. Análise de impactos ambientais em terrenos cársticos e cavernas. In: FERREIRA, C. F. **Curso de espeleologia e licenciamento ambiental**. Brasília: ICMBio /CECAV, 2010. p. 119-131.

GOMES, M. **Metodologia para identificação de áreas vulneráveis para a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro**. 2010. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, Belo Horizonte, 2010.

JANSEN, D. C. **Análise ambiental da Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira e do Parque Nacional da Serra do Cipó para a proteção do patrimônio espeleológico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) - PUC Mians, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, 2013.

JANSEN, D. C. et al. **Vulnerabilidade natural do Patrimônio Espeleológico na bacia do Rio São Francisco**. 2º Simpósio Mineiro do Carste. Belo Horizonte: [s.n.]. 2013.

JONES, W. K. et al. Recommendations and guidelines for managing caves on protectec

lands. **Karst Waters Institute Special Publication 8**, West Virginia, p. 93, 2003.

MENESES, I. C. R. R. C. D. **Análise geossistêmica na Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa, MG. 2003.** 187f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - PUC Mians, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, 2003.

MMA, M. D. M. A. **Portaria nº 358, de 30 de setembro de 2009.** Brasília. 2009.

PILÓ, L. B. Ambientes Cársticos de Minas Gerais - Valor, fragilidade e impactos ambientais decorrentes da atividade humana. **O Carste**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 50-58, Julho 1999.

SANTOS, D. J. D. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental das áreas cársticas da região de Monjolos - MG. 2013.** Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, Belo Horizonte, 2013.

TOOMEY III, R. S. Geological monitoring of caves and associated landscapes. In: YOUNG, R.; NORBY, L. **Geological Monitoring.** Boulder - Colorado: The Geological Society of America, 2009. Cap. 2, p. 27-46.