

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MÚSICA E CONCENTRAÇÃO DE PESSOAS EM UM EVENTO MUSICAL NA GRUTA DO MORRO PRETO (PETAR-SP)ⁱ
ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE MUSIC AND CONCENTRATION OF TOURISTS IN A MUSICAL EVENT AT THE MORRO PRETO CAVE (PETAR-SP)

Heros Augusto Santos LOBO* - heroslobo@hotmail.com

Silmara ZAGO

União Paulista de Espeleologia – UPE.

* Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – UNESP/Rio Claro-SP.

Abstract

This paper presents the results of a monitoring of the environmental variables during a performance of a cultural musical event in Morro Preto cave –Tourist State Park of Alto Ribeira River – PETAR – São Paulo State, Brazil. The objective was to identify possible environmental impacts in such events so as to assist in the direction for other similar events. The variables studied were Temperature, Relative Humidity, Carbon Dioxide, Noise and the impacts of stepping on the banks sediments in the Entrance Hall. The environmental impacts identified were minimal, suggesting the possibility to realize other cultural events in caves with enough wide space for this kind of celebration.

Introdução

As cavernas são ambientes com particularidades que as diferenciam das demais formas de relevo, como o fato de possuírem espacialidade delimitada e zonas totalmente afólicas. Tais características, além de proporcionarem condições específicas de microclima e de fauna adaptada, também geram fascínio no ser humano.

Das práticas antrópicas contemporâneas em cavernas, a realização de celebrações ecumênicas e religiosas talvez seja uma das mais antigas. Muitas cavernas são conhecidas historicamente pelo uso para fins desta ordem, como a lapa da Igreja em Bom Jesus da Lapa, BA e a lapa Nova, em Vazante, MG.

No Estado de São Paulo este tipo de utilização de cavernas é menos comum. Exemplos conhecidos são a gruta Lágrima do Tempo em Itú, a gruta da Barreira em Itararé e a gruta do Morro Preto, no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR – alvo do presente estudo (Figura 1).

A gruta do Morro Preto vem sendo utilizada nas últimas décadas para diversos tipos de celebrações, como apresentações musicais, festas comemorativas dos aniversários do PETAR e até mesmo casamentos. O evento mais conhecido realizado em seu interior foi a gravação do musical *Sinfonia do Alto Ribeira*, realizada pelo músico Hermeto Pascoal.

A singularidade deste tipo de evento também o torna um tanto único quanto aos estudos a eles associados. Não foram encontrados trabalhos amplamente divulgados que versam especificamente

sobre os impactos de celebrações musicais e/ou ecumênicas no interior de cavernas. Desta forma, optou-se por conduzir um experimento que permitisse a identificação de alguns possíveis impactos no meio físico do ambiente cavernícola em função de um evento musical cultural.

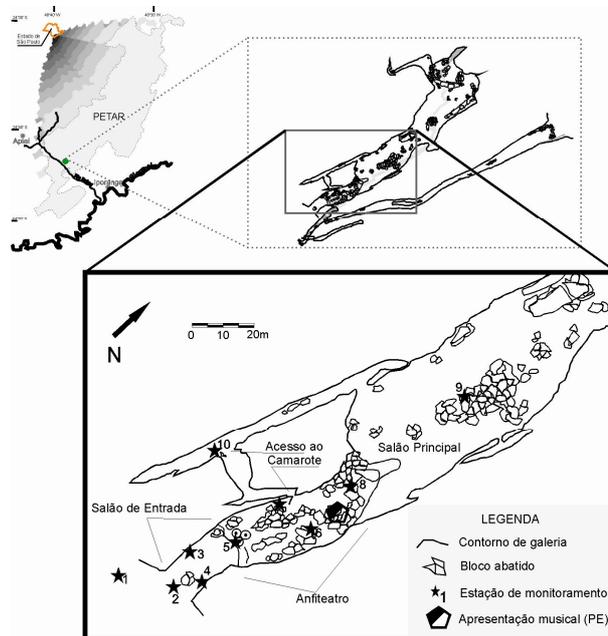


Figura 1: Localização da gruta do Morro Preto em relação ao PETAR e ao Estado de São Paulo. No detalhe, fragmento da planta baixa da caverna, demonstrando a localização dos pontos de registro de dados e local onde os músicos se posicionaram durante o evento. Mapas-base: Gegeo (1998) e Karmann; Ferrari (2002).

A base utilizada para a análise partiu de estudos focados nos impactos do espeleoturismo, como o de Pulido-Bosch et al. (1997), Hoyos et al. (1998) e as sínteses teórico-metodológicas de Lobo (2006) e Lobo et al. (2008). Partindo destes estudos, buscou-se identificar se atividades antrópicas que geram grande concentração de pessoas dentro de uma caverna como a gruta do Morro Preto causam expressivos impactos ou até mesmo danos ao ambiente.

Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa de campo, realizada no período entre 16 e 18 de maio de 2008. Na ocasião foi realizada a comemoração do aniversário de cinquenta anos do PETAR.

A apresentação musical foi feita por um trio de músicos, com um instrumento de cordas e dois metais de sopro (figura 2). A duração total do evento foi de uma hora, sendo que a apresentação dos músicos não ultrapassou vinte minutos.

Para evitar a geração de impactos demasiados na caverna, estabeleceu-se um limite de visitantes por meio de um coeficiente de rotatividade (cf. classificação de LOBO et al., 2009) – a fase da Capacidade de Carga Física (CCF) da metodologia de Cifuentes (CIFUENTES-ARIAS et al., 1999). Chegou-se ao total de 238 pessoas simultaneamente na caverna durante o evento. Este valor foi respeitado, muito embora no cômputo geral da visitação tenha-se chegado a 247 visitas diárias – incluindo os turistas ao longo do dia.

A base para o estudo foi a matriz denexo causal turismo-impactos ambientais proposta por Lobo (2006), ora apresentada na figura 3. A partir dela, foram estabelecidas algumas variáveis de controle ambiental, de forma a identificar possíveis alterações e permitir a sua posterior análise. Foram selecionadas a Temperatura Ambiente (T), Umidade Relativa do Ar (UR), Gás Carbônico (CO₂), Emissão Sonora (ES) e o impacto físico nos bancos de sedimentos do chão da caverna (BS).

Para a T e UR foram instalados termohigrômetros dotados de registradores de dados em dez pontos diferentes da caverna. Foi estabelecido um intervalo de coleta de um minuto. O CO₂ foi monitorado por meio de seções amostrais em pontos pré-determinados dentro da caverna, com anotação de dados em caderneta. No caso destas três

variáveis, as amostras foram aferidas e registradas antes, durante e após o evento.



Figura 2: Músicos se apresentando na gruta do Morro Preto, no salão do Anfiteatro.



Figura 3: Matriz de nexo causal das relações entre as formas de espeleoturismo e os impactos por elas gerados (LOBO, 2006)

Para a ES utilizou-se um decibelímetro. O equipamento opera em uma faixa que varia entre 32 e 130 dB, com precisão de aprox. 1,5 dB. Os registros foram feitos considerando os níveis máximos e mínimos em diversos pontos, selecionados a partir do Ponto Emissor (PE – figura

1), situado à base da localização dos músicos. Utilizou-se uma ponderação de frequência de níveis sonoros gerais, bem como uma ponderação normal de tempo (125 m/s). As aferições foram realizadas em três situações distintas: sem a presença de pessoas na caverna, com a presença de um grupo de turistas e durante a execução das músicas no evento.

Os impactos nos BSs foram apenas observados por meio de técnicas perceptivas, visando identificar pontos de excessivo pisoteamento, eventuais formações de sulcos no solo e suspensão de partículas (poeira) no ar.

Os dados de T, UR e CO₂ receberam diversos tratamentos estatísticos, seguindo métodos expostos em Gerardi; Silva (1981), Landim (2000, 2003), Landim; Corsi (2001) e Lourenço; Landim (2004).

Resultados, discussões e considerações finais

Temperatura ambiente e umidade relativa do ar

Os dados aferidos e registrados não apontaram para alterações ambientais na T e UR em função do evento. Alguns distúrbios higrotérmicos foram percebidos em uma das estações de monitoramento, sendo atribuídos à presença dos próprios pesquisadores – já que a variação ocorreu em período anterior ao evento.

Usando de técnicas de interpolação de dados no aplicativo *Surfer*, foram criadas superfícies de tendência para a T na gruta do Morro Preto em dois momentos: antes e depois do evento, apresentadas na figura 4.

As pequenas variações existentes nos padrões de isoterma das figuras 4.1 e 4.2 são atribuídas à dinâmica climática. Testes estatísticos por meio do coeficiente “r” de Pearson ajudaram a confirmar esta interpretação.

Dióxido de carbono

As amostras aferidas de CO₂ foram testadas por meio de diversos procedimentos estatísticos, como os coeficientes de correlação “r” de Pearson e R² para análise de regressão linear múltipla, conforme descrito em Gerardi; Silva (1981) e Landim (2003). Além disso, foi feita a análise estatística descritiva em diferentes períodos amostrais, bem como uma análise gráfica da variação ocorrida (figura 5).

Embora a análise visual da figura 5 sugira a existência de impactos no CO₂ em decorrência do evento, as análises estatísticas não confirmaram

totalmente esta relação causal. Os coeficientes obtidos apontaram também para a variabilidade hídrica (UR) e localização espacial dos pontos de coleta como variáveis fundamentais para a explicação da variabilidade no CO₂. Estas relações estatísticas vão ao encontro de estudos anteriores já realizados em diversas partes do mundo sobre a problemática do CO₂ em cavernas e sua relação com o turismo, a UR, o regime de chuvas e o confinamento espacial, como demonstram estudos de Hoyos et al. (1998), Song et al. (2000) e Liñán et al. (2008).

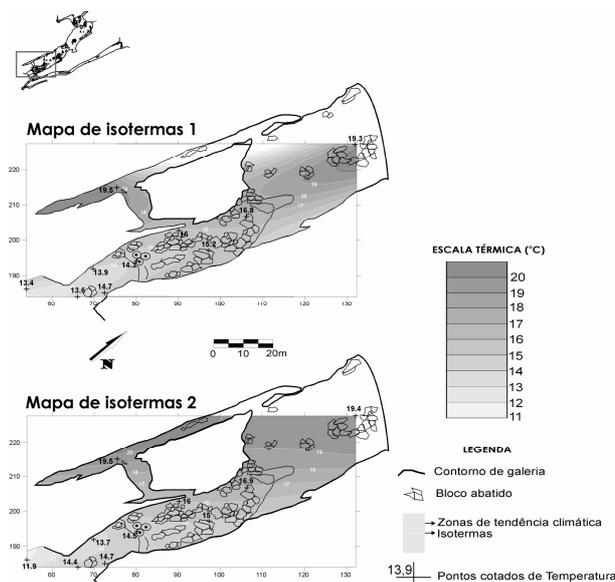


Figura 4: Mapas de isoterma para o microclima da Gruta do Morro Preto, considerando duas situações:

1 – antes do evento, às 9:00 hs do dia 17/05/2008;
2 – aproximadamente 18 hs após o evento, às 9:00 hs do dia 18/05/2008. O evento musical teve início às 15:00 hs e encerramento às 16:00 h do dia 17/05/2008. Mapa-base: Gege (1998).

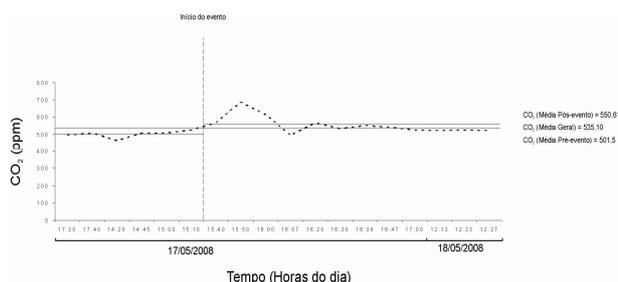


Figura 5: Gráfico da variação de CO₂ no período monitorado. As linhas horizontais ilustram as diferentes médias calculadas para a amostragem total e períodos anteriores e posteriores ao evento.

Assim, para o caso estudado os dados coletados não foram suficientes para uma conclusão sobre a existência ou não de impactos derivados do grande

acúmulo de pessoas na concentração de CO₂ atmosférico da gruta do Morro Preto.

Níveis de emissão sonora

A aferição dos níveis de emissão sonora se iniciou durante a execução do trio de músicos dentro da caverna, se estendendo até o término do evento. Posteriormente, foram registradas algumas medidas dentro da caverna com a presença de um grupo de oito turistas acompanhados de um guia, bem como sem a presença de nenhum visitante em seu interior. Os resultados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Níveis máximos e mínimos de emissão sonora registrados no experimento

Pontos de coleta	Durante o evento		Com um grupo de visitantes		Sem visitantes	
	Mín. (dB)	Máx. (dB)	Mín. (dB)	Máx. (dB)	Mín. (dB)	Máx. (dB)
PE	50,6	91,6	45,5	60,3	37,3	47,9
Pt. 6	59,1	81,5	-	-	33,7	45,3
Pt. 8	49,2	71,1	-	-	35,3	46,5

O nível máximo de emissão de som durante o evento no PE – local onde estavam os músicos – foi aproximadamente 50% superior ao valor com um grupo de turistas e quase 100% superior ao ruído existente dentro da caverna sem a presença de turistas. Este valor máximo, de 91,6 dB foi gradativamente diminuindo em função da distância do PE, atingindo 81,5 dB a aprox. 6 m (Estação 6) e 71,1 dB a 15 m (Estação 8, em direção ao interior da caverna).

Este tipo de impacto deve ser prioritariamente considerado em relação à fauna cavernícola, sobretudo as espécies de morcegos que possam habitar a caverna, por sua mobilidade. Shirley et al. (2001) demonstram que o impacto mais considerável de um evento musical em cavernas em relação aos morcegos diz respeito aos horários de entrada e saída destes animais para a busca de alimentos fora das cavernas. No caso do evento em questão, o horário de sua realização provavelmente não acarretou em problemas neste sentido – com saída das pessoas da caverna ocorrendo até as 15h55min. Um fator que corrobora esta afirmação é o fato de alguns espécimes de morcegos terem sido observados na caverna tanto no dia anterior quanto no dia posterior ao evento.

Com isso, inferiu-se que os níveis de emissão sonora atingidos não foram suficientes – em escalas

de intensidade e tempo – para causar algum impacto significativo no ambiente da caverna. Esta constatação abre possibilidades para que outros eventos semelhantes sejam realizados neste ambiente, desde que sob constante monitoramento e inseridas em um programa mais amplo e extenso de avaliação de impactos sonoros.

Bancos de sedimentos

O salão de entrada da gruta do Morro Preto é totalmente coberto por bancos de sedimentos terrosos e exoesqueletos de moluscos. Em meados do início do século XX, o naturalista alemão Richard Krone encontrou vestígios de ocupação humana neste local. A caverna nunca teve um tratamento compatível com um sítio arqueológico, sendo comum a realização histórica de eventos no local. Outro aspecto que evidencia sua provável descaracterização é o uso do salão de entrada como área de descanso para grupos de turistas em visita à gruta.

Durante o evento foram feitas observações para inferir eventuais impactos no salão de entrada. A única observação mais evidente foi a formação de uma nuvem de poeira logo após o evento, originada pela saída dos presentes. Esta podia ser observada de dentro da cavidade, em posição contrária a luz, com um fluxo descendente em direção ao seu interior. Além disso, marcas de pegadas por todo o salão de entrada foram observadas posteriormente, tratando-se de um tipo de impacto de pequena duração – sendo uma área ampla e ventilada – e que já ocorre com frequência no local.

Diagrama de Impactos

As análises efetuadas permitiram a confirmação de alguns impactos decorrentes de eventos musicais culturais no ambiente cavernícola. Partindo da matriz apresentada na figura 3 (LOBO, 2006), foi possível efetuar um detalhamento de algumas das variáveis estudadas e dos ambientes possivelmente afetados. O resultado é apresentado na figura 6.

De um modo geral, os indícios apontam para a incidência de poucos impactos ambientais negativos nas variáveis estudadas e de nenhum dano ambiental confirmado. As perturbações sonoras não foram interpretadas como relevantes, dado o pequeno período de tempo e o horário da realização do evento.

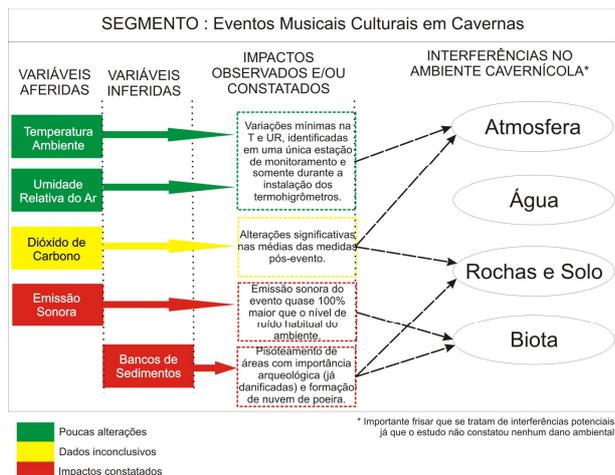


Figura 6: Diagrama de impactos causados nas variáveis pesquisadas e hipóteses de nexos causais (representadas pelas setas) em relação aos parâmetros do ambiente cavernícola considerados no presente estudo.

Face aos resultados das análises estatísticas, os resultados mensurados para o CO₂ sugerem a

necessidade de um estudo mais amplo, com o controle simultâneo de outras variáveis – como as chuvas –, de modo a investigar mais a fundo as hipóteses levantadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem as seguintes pessoas e instituições pelas contribuições oferecidas ao estudo realizado: Sra. Kátia Pisciotta – Fundação Florestal – SMA/SP; Sr. Fábio Leonardo Tomas – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, SP; Sra. Maria Margareth Escobar Ribas Lima – Superintendente da Regional Mato Grosso do Sul do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN –, pelo empréstimo dos termohigrômetros; Profa. Dra. Dejanira Franceschi de Angelis – Departamento de Bioquímica, Instituto de Biociências – IB/UNESP – Rio Claro, SP, pelo empréstimo do medidor de CO₂.

Referências

- CIFUENTES-ARIAS, M.C.; MESQUITA, C.A.B.; MÉNDEZ, J.; MORALES, M.E.; AGUILAR, N.; CANCINO, D.; GALLO, M.; RAMIREZ, C.; RIBEIRO, N.; SANDOVAL, E.; TURCIOS, M. **Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica.** Turrialba: CATIE/WWF, 1999.
- GEGEO – GRUPO DA GEO DE ESPELEOLOGIA. 1998. **Conjunto Morro Preto / Couto.** USP, São Paulo. Escala 1:500.
- GERARDI, L.H. de O.; SILVA, B.C.N. **Quantificação em Geografia.** São Paulo: Difel, 1981.
- LANDIM, P.M.B. **Introdução aos Métodos de Estimção Espacial Para Confecção de Mapas.** Rio Claro: UNESP, 2000. 18 p.
- LANDIM, P.M.B. **Análise Estatística de Dados Geológicos.** 2 ed. Rio Claro: Edunesp, 2003. 253 p.
- LANDIM, P.M.B.; CORSI, A.C. **Cálculo de Superfícies de Tendência, Por Regressão Polinomial, Pelo SURFER.** Rio Claro: UNESP, 2001. 15 p.
- LIÑÁN, C.; VADILLO, I.; CARRASCO, F. Carbon Dioxide Concentration in Air Within the Nerja Cave (Malaga, Andalusia, Spain). **International Journal of Speleology**, v. 37, n. 1, p. 99-106. 2008.
- LOBO, H.A.S. Caracterização dos Impactos Ambientais Negativos do Espeleoturismo e Suas Possibilidades de Manejo. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 4, 2006, Caxias do Sul. **Anais.** Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2006. p. 1-15.
- LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C.; PERINOTTO, J.A. de J. Monitoramento Microclimático no Manejo Espeleoturístico. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPTUR, 5, 2008, Belo Horizonte. **Anais.** São Paulo: Aleph, 2008. p. 1-12.

- LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C.; PERINOTTO, J.A. de J. Trends for Tourist Carrying Capacity in Brazilian Caves. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 14, 2009, Kerrville. **Proceedings**. Kerrville: UIS, 2009.
- LOURENÇO, R.W.; LANDIM, P.M.B. **Análise de Regressão Múltipla Espacial**. Rio Claro: IGCE/DGA/Lab. Geomatemática, 2004.
- HOYOS, M.; SOLER, V.; CAÑAVERAS, J.C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; SANZ-RUBIO, E. Microclimatic Characterization of a Karstic Cave: Human Impact on Microenvironmental Parameters of a Prehistoric Rock Art Cave (Candamo Cave, Northern Spain). **Environmental Geology**, v. 33, n. 4, p. 231-242. 1998.
- KARMANN, I.; FERRARI, J.A. Carste e Cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: WINGE, M. (ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002.
- PULIDO-BOSCH, A.; MARTÍN-ROSALES, W.; LÓPEZ-CHICANO, M.; RODRÍGUEZ-NAVARRO, M.; VALLEJOS, A. Human Impact in a Tourist Karstic Cave (Aracena, Spain). **Environmental Geology**, v. 31, n. 3-4, p. 142-9. 1997.
- SHIRLEY, M.D.F.; ARMITAGE, V.L.; BARDEN, T.L.; GOUGH, M.; LURZ, P.W.W.; OATWAY, D.E.; SOUTH, A.B.; RUSHTON, S.P. Assessing the Impact of a Music Festival on the Emergence Behaviour of a Breeding Colony of Daubenton's Bats (*Myotis daubentonii*). **Journal of Zoology**, v. 254, n. 3, p. 367-373. 2001.
- SONG, L.; WEI, X.; LIANG, F. The Influences of Cave Tourism on CO₂ and Temperature in Baiyun Cave, Hebei, China. **International Journal of Speleology**, v. 29, p. 77-87. 2000.

ⁱ Parte dos resultados deste trabalho – com ênfase na temperatura ambiente e no CO₂ – foi apresentada no II Workshop de Manejo de Cavernas em Curitiba, 2008.