



35<sup>o</sup>  
Bonito - MS

ANAIS do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia  
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

GOMES, M. et al. Monitoramento microclimático de grutas turísticas de Minas Gerais: estudo de caso da Lapa Bonita, Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.170-178. Disponível em: [http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe\\_170-178.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_170-178.pdf). Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## MONITORAMENTO MICROCLIMÁTICO DE GRUTAS TURÍSTICAS DE MINAS GERAIS: ESTUDO DE CASO DA LAPA BONITA, PARQUE NACIONAL CAVERNAS DO PERUAÇU.

*MICROCLIMATIC MONITORING OF SHOW CAVES IN MINAS GERAIS: CASE STUDY OF LAPA BONITA, CAVERNAS DO PERUAÇU NATIONAL PARK*

Mauro GOMES (1); Darcy José dos SANTOS (1); Luiz Eduardo Panisset TRAVASSOS (2); Glayconde Souza Andrade e SILVA (2); Úrsula RUCHKYS de Azevedo (3)

- (1) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – ICMBio/CECAV – Nova Lima, MG.  
(2) Pontifícia Universidade Católica da Minas Gerais – PUC Minas – Belo Horizonte, MG.  
(3) Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, MG.

**Contatos:** [mauro.gomes@icmbio.gov.br](mailto:mauro.gomes@icmbio.gov.br); [darcy.santos@icmbio.gov.br](mailto:darcy.santos@icmbio.gov.br); [luizepanisset@gmail.com](mailto:luizepanisset@gmail.com); [glaycongeografia@gmail.com](mailto:glaycongeografia@gmail.com); [tularuchkys@yahoo.com.br](mailto:tularuchkys@yahoo.com.br).

### Resumo

O ambiente subterrâneo pode ser considerado estável do ponto de vista climatológico quando comparado com as condições presentes na superfície. Entretanto, por trás desta aparente estabilidade, ocorrem complexos processos físico-químicos de transferência e conservação de energia e massa que caracterizam o microclima cavernícola. O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar à comunidade espeleológica o projeto *Monitoramento Microclimático de Grutas Turísticas de Minas Gerais* que pretende demonstrar o papel do monitoramento microclimático na gestão da atividade turística em cavernas. Trata-se de um projeto de longa duração (2017 a 2020) que no total monitora 8 cavernas por meio de 48 registradores automáticos de temperatura e umidade. Para esta apresentação foi escolhido o estudo de caso realizado com os dados preliminares de coletas realizadas na Lapa Bonita, localizada no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, região Norte do estado de Minas Gerais. A análise prévia dos dados indica a confirmação da hipótese de estabilidade microclimática do ambiente subterrâneo quando comparada com o ambiente externo. Também há indicativos de confirmação da hipótese de que esta estabilidade aumenta à medida em que se aumenta a distância da entrada da caverna. A análise dos dados também demonstrou que será possível a identificação de locais mais sensíveis às alterações provocadas por influências externas, o que pode ser de grande importância nas definições contidas no Plano de Manejo Espeleológico.

**Palavras-Chave:** monitoramento microclimático; cavernas turísticas; Parque Nacional Cavernas do Peruaçu.

### Abstract

*The underground environment can be considered stable from the climatological point of view when compared to the surface conditions. However, this apparent stability hides complex physicochemical processes of transfer and conservation of mass and energy that characterise the cave microclimate. The present work has as primary objective of presenting to the speleological community the project *Microclimatic Monitoring of Show Caves in Minas Gerais* that intends to demonstrate the role of microclimatic monitoring in the management of the tourist activity in caves. It is a long-term project (2017 to 2020) which in total monitors eight caves using 48 automatic temperature and humidity data loggers. For this work, a case study was carried out with preliminary data collected at Lapa Bonita, located in the Peruaçu Caverns National Park, northern region of the state of Minas Gerais. The initial analysis of the data indicates the confirmation of the hypothesis of microclimatic stability of the underground environment when compared with the external environment. There are also indications that confirms the hypothesis that this stability increases as the distance from the entrance to the cave increases. Data analysis also demonstrated that it will be possible to identify sites more sensitive to changes caused by external influences, which may be of great importance in the definitions presented in the Speleological Management Plan.*

**Keywords:** microclimatic monitoring; show caves; Cavernas do Peruaçu National Park.

## 1. INTRODUÇÃO

A primeira vista uma caverna pode ser considerada um ambiente estável no que se refere às condições climáticas, não apresentando alterações em função de oscilações diárias ou sazonais e com ausência de flutuações meteorológicas. Entretanto, esta aparente invariabilidade em nada corresponde aos complexos processos físico-químicos de transferência e conservação de energia e massa que ocorre no ambiente cavernícola (LOBO, 2012), sendo que esta percepção pode ser considerada verdadeira apenas se as condições climáticas subterrâneas forem comparadas com aquelas observadas no ambiente externo (BADINO, 2010).

Ao adotarmos uma escala de análise adequada, é possível observar a ocorrência de variações discretas no microclima de uma caverna que são provocadas, sobretudo, pelo fluxo de energia e massa existente entre o meio subterrâneo e a superfície (CIGNA, 1993). Além da influência exercida pelo clima externo, características intrínsecas das cavernas como topografia, geometria, distribuição espacial das entradas e fluxo de água subterrâneo também podem ser responsáveis por estas variações (TRAVASSOS, 2016).

A presença humana no interior das cavernas também pode exercer um papel importante em relação às variações no microclima subterrâneo, mais especificamente naquelas cavidades onde são desenvolvidas atividades turísticas. O impacto ambiental e econômico que podem decorrer destas atividades tem motivado o desenvolvimento de diversos estudos relacionados ao tema com destaque para aqueles desenvolvidos no continente europeu (CIGNA, 1993; PULIDO-BOSCH et al., 1997; CALAFORRA et al., 2003; ŠEBELA et al., 2013; ŠEBELA; TURK, 2014).

No Brasil, estudos relacionados ao microclima de cavernas são mais recentes e os primeiros registros datam da segunda metade do século XX. Lobo (2010) destaca que os trabalhos iniciais relacionados à esta matéria se caracterizaram pela baixa densidade amostral e espacial, se restringindo à registros pontuais de temperatura e umidade, conforme pode ser percebido nos trabalhos de Coura e Hashizume (1975) e Silva (1975). Os estudos mais recentes realizados no país se referem ao microclima de cavernas turísticas (LOBO et al., 2015; LOBO, 2011; LONGHITANO et al., 2007; NASCIMENTO; MOLINARI, 2012; ROCHA,

2010; ROCHA; GALVANI, 2011; TRAVASSOS, 2010; VERÍSSIMO et al., 2003) e tem como características principais a incorporação de novas tecnologias e o uso de metodologias de coleta com processos mais simplificados, entretanto a maioria das pesquisas ainda não ultrapassa o período de coleta de um ano (LOBO, 2010).

Para contribuir com o preenchimento desta lacuna de conhecimento, está em curso desde o ano de 2017 o projeto *Monitoramento Microclimático de Grutas Turísticas de Minas Gerais*. O projeto é desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais e a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e, por intermédio desta última, em cooperação com o Karst Research Institute da Eslovênia.

Os estudos estão sendo realizados na Gruta de Nossa Senhora da Lapa (Lapa de Antônio Pereira), localizada no Monumento Natural Municipal Gruta Nossa Senhora da Lapa, em Ouro Preto e também Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (PNCP), situado na região norte do estado de Minas Gerais (SANTOS et al., 2018). No PNCP estão sendo monitoradas sete cavernas (Gruta do Janelão, Lapa dos Desenhos, Lapa Bonita, Lapa do Índio, Lapa do Rezar, Lapa do Carlúcio e Lapa do Caboclo). O projeto tem término previsto para o ano de 2020 e pretende demonstrar o papel do monitoramento climático na gestão da atividade turística em cavernas por meio de uma coleta de dados de longa duração.

Assim sendo, este trabalho tem o objetivo de apresentar o projeto à comunidade espeleológica por meio de um estudo de caso considerando análises preliminares dos dados coletados na Lapa Bonita.

### Área de estudo

O PNCP é uma Unidade de Conservação (UC) federal criada no final da década de 90 (BRASIL, 1999) e tem como objetivo principal preservar ecossistemas naturais inseridos no vale cárstico do rio Peruaçu, situado na porção norte do estado de Minas Gerais (Figura 1). A UC está localizada onde afloram rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, depositadas no Neoproterozóico e que se encontram parcialmente cobertas na região do parque por rochas siliciclásticas do Mesozóico Superior, pertencentes à Formação Urucuaia (SCHOBENHAUS; NEVES, 2003). Durante o Terciário, a região passou por soerguimento

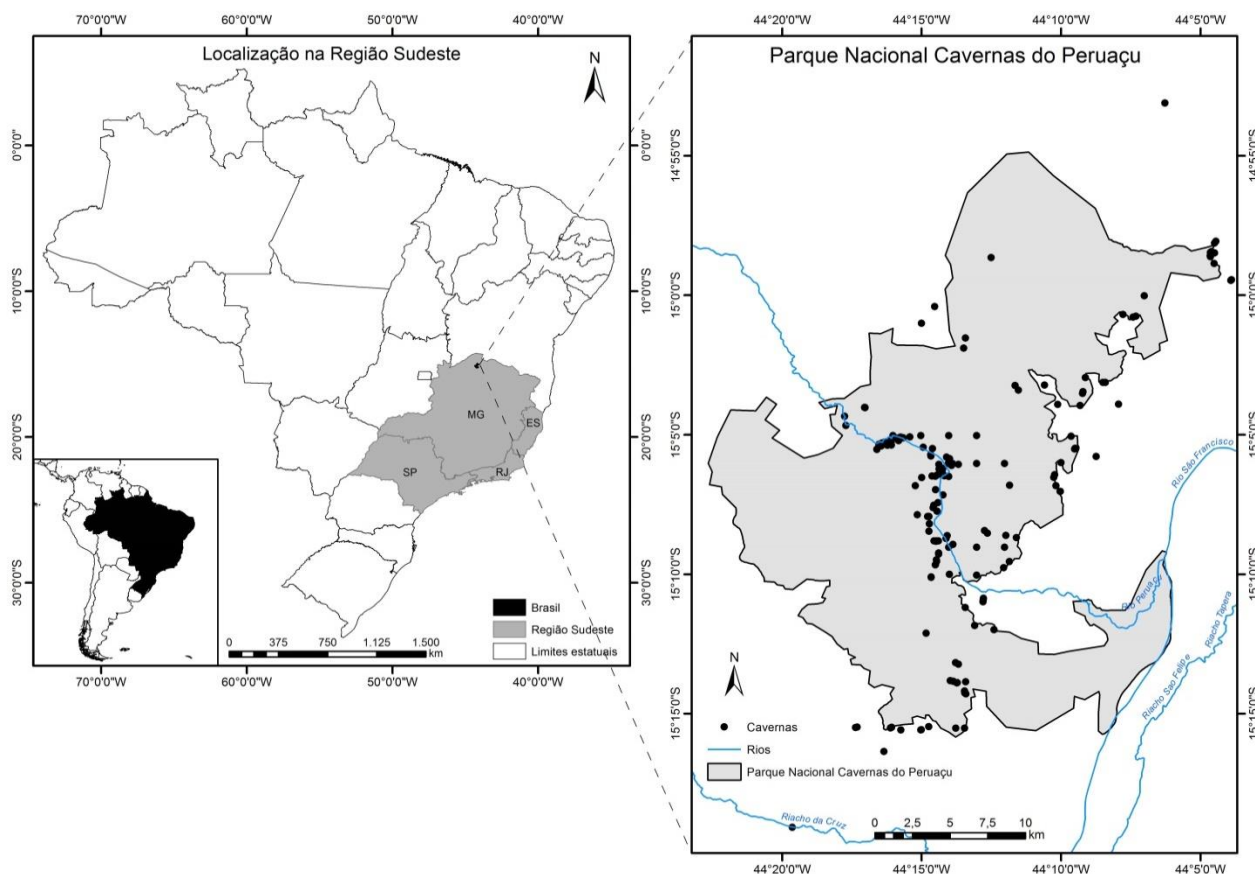


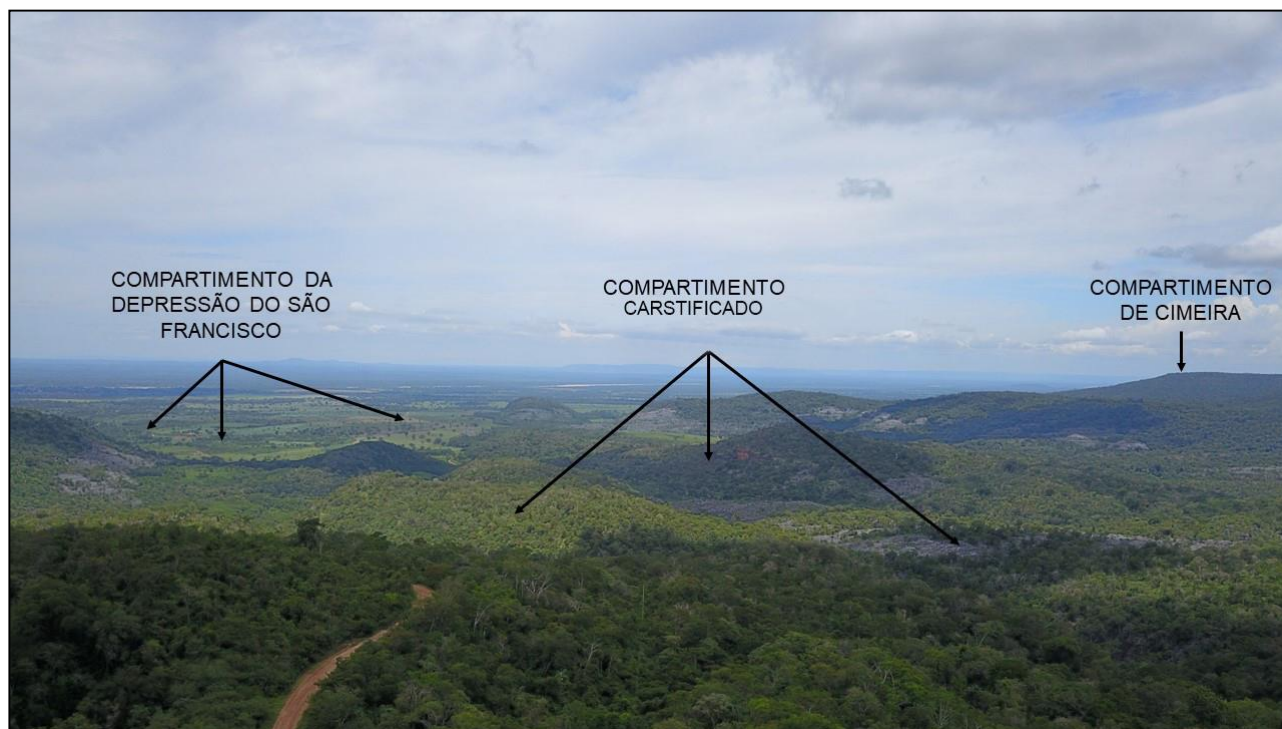
Figura 1: Localização da área de estudo.

tectônico e, paralelamente, iniciou-se o desenvolvimento de ampla rede de condutos subterrâneos em decorrência da circulação de água do aquífero cárstico. Durante o Quaternário, a evolução do relevo cárstico levou ao desabamento de diversos segmentos de tetos de cavernas culminando com a abertura do vale cárstico do rio Peruaçu (KOHLENER et al., 1989; MOURA, 1997; PILÓ, 1989).

Piló (1989) considera que a bacia do rio Peruaçu pode ser subdividida em três unidades fisiográficas homogêneas (Figura 2): 1) *Compartimento de Cimeira*, situado nas cotas acima de 750 metros, nos arenitos da Formação Urucuia, do Cretáceo Superior. 2) *Compartimento Carstificado*, situado entre as cotas 500 e 750 metros, onde ocorrem dolomitos e calcários do Grupo Bambuí e, por fim, 3) *Compartimento da Depressão do São Francisco*, constituído de coberturas inconsolidadas do Cenozóico. As altitudes do parque variam entre 830 metros, no planalto e 440 metros, na depressão do rio São Francisco.

O parque está localizado na transição entre dois importantes biomas brasileiros, a Caatinga e o Cerrado, possuindo, assim, elevada biodiversidade e alto grau de endemismo. O patrimônio espeleológico, paisagístico, cultural, arqueológico e paleontológico encontrado na UC é um dos mais representativos do país. Devido à suas características peculiares, o PNCP é reconhecido internacionalmente e é candidato ao título de patrimônio cultural da humanidade pela UNESCO (IBAMA, 2005). Ademais, o Canyon do Peruaçu é o único patrimônio cárstico do Brasil presente na lista da UNESCO (2008) como prioritário para proteção e conservação, devido a extensão do Canyon, as dolinas de colapso, pontes naturais, *stoneforests*, espeleotemas e artes rupestres que remetem a ocupação pré-histórica. (WILLIAMS, 2008).

Em relação ao clima, a área de estudo, diferentemente do restante do estado de Minas Gerais, faz parte do chamado polígono da seca. Esta região é caracterizada pelo clima semiárido, com temperaturas mais elevadas e índice pluviométrico inferior, com as chuvas concentradas no período do verão (dezembro a março) e longo período de estiagem (IBAMA, 2005).



**Figura 2:** Fotografia aérea que identifica os compartimentos geomorfológicos do PNCP. (Autorização DECEA #3E5734).

Ao todo a UC possui 150 cavernas já identificadas, sendo que onze fazem parte do roteiro de visitação e receberam nos últimos anos infraestrutura para facilitar o acesso dos turistas. Destas onze cavidades, sete (Gruta do Janelão, Lapa Bonita, Lapa dos Cascudos, Lapa dos Troncos, Lapa do Carlúcio, Lapa do Rezar e Arco do André) estão adaptadas para receber visitantes no seu interior. De acordo com a administração do parque a visitação destes atrativos vem crescendo ano à ano, passando de 331 pessoas em 2016 para 618 em 2018.

A Lapa Bonita (Figura 3) se destaca por ser o terceiro atrativo mais visitado no PNCP, ficando atrás apenas da Gruta do Janelão e da Lapa dos Desenhos. O seu desenvolvimento ocorre em calcário cinza-escuro, bem estratificados em bancos centimétricos a métricos. Sua projeção horizontal é de 420 m, desnível de 15 m e tem padrão retilíneo. A caverna apresenta um conjunto expressivo de espeleotemas destacando-se as grandes colunas, ninhos de pérolas, couve-flor, velas, canudos, cascatas, estalactites, estalagmites, frágeis helictites, travertinos e escorrimentos, compondo um cenário de grande valor estético e que provavelmente foi a grande inspiração para o seu nome (IBAMA, 2005).

Morfologicamente a Lapa Bonita possui características que a diferencia um pouco das demais cavernas do PNCP aptas a receberem visitação em seu interior. Apesar da dimensão de

sua entrada e o grande volume do primeiro salão, a passagem estreita entre este último e o salão principal sugere haver uma menor influência do clima externo nos demais ambientes da cavidade. Por este motivo a Lapa Bonita foi escolhida para o desenvolvimento deste estudo de caso.

## 2. METODOLOGIA

Considerando a morfologia da caverna foram definidos cinco ambientes distintos (e.g. entrada, ou zona clara, salão principal, salão vermelho, conduto das helictites e salão final). Utilizando-se um medidor multifuncional (ITMP-600) foram realizadas três expedições à caverna para a realização de uma coleta manual de temperatura e umidade. Esta coleta contemplou 30 pontos distintos, distribuídos entre os cinco ambientes identificados pela análise morfológica e teve como objetivo a identificação dos locais mais apropriados para a instalação dos registradores automáticos (*dataloggers*). Ao todo foram instalados nove equipamentos (Testo 175H1) programados para o registro de dados a cada 10 minutos. A fim de se obter informações das condições externas, também foi instalado um medidor próximo à entrada da caverna.

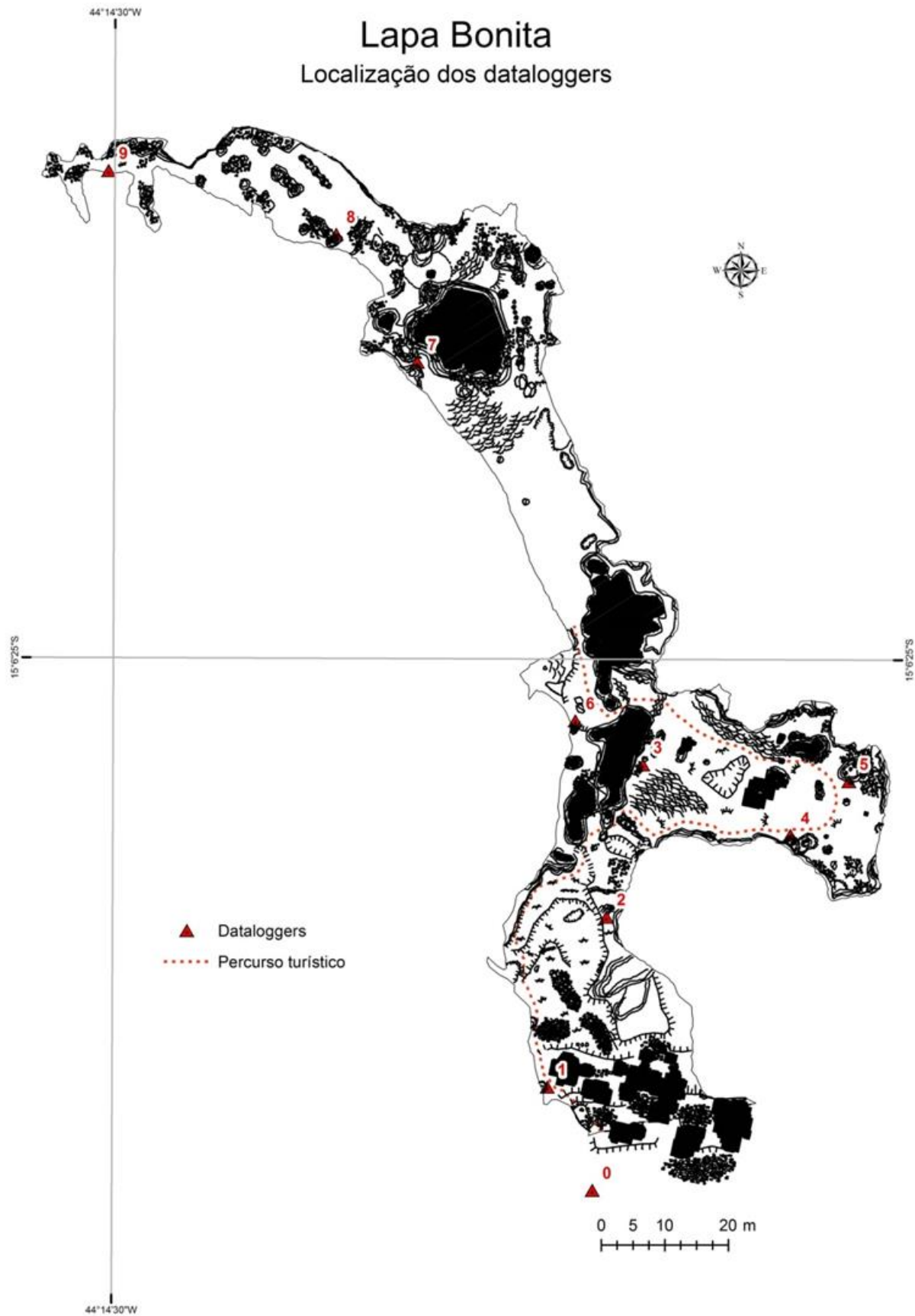


Figura 3: Localização dos *dataloggers* instalados na Lapa Bonita. (Mapa adaptado de IBAMA, 2005).

Os equipamentos foram acomodados nas paredes da caverna à uma distância média de 1,30 m do solo. A distribuição espacial dos medidores, além de levar em consideração os ambientes internos, também considerou o percurso determinado para a

visitação com a instalação de dispositivos próximos à trilha para que sejam identificadas possíveis alterações provocadas pelo fluxo de pessoas (Figura 4).



**Figura 4:** Localização do *datalogger* (3) no interior da Lapa Bonita, próximo ao percurso turístico (delimitado por cordões colocados no piso).

Como o atual formato de registro de visitação do parque não considera o horário de entrada e o tempo de permanência em cada caverna optou-se pela instalação de uma armadilha fotográfica na entrada do salão principal para que se obtenha o horário de entrada e saída da parte da caverna menos influenciada pelas condições climáticas externas. Os dados coletados por este dispositivo, juntamente com o registro do número de visitantes na caverna serão confrontados com os dados dos *dataloggers* para a verificação de possíveis alterações ocasionadas pela atividade turística.

Ao final do projeto, os dados dos *dataloggers* serão processados e analisados para que seja possível a caracterização do microclima nos diferentes ambientes internos, bem como a verificação da influência que as condições climáticas externas exercem sobre estes ambientes. Também ao final do projeto serão confrontados os

dados relativos ao número de visitantes e o tempo de permanência de cada grupo no interior da caverna para que sejam estabelecidas possíveis correlações entre a presença humana na caverna e eventuais anomalias identificadas pelos medidores.

Também serão estabelecidas correlações entre os registros internos de temperatura e umidade e os dados coletados pelo *datalogger* instalado na parte externa da caverna.

### 3. RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

Devido ao fato de o período de coleta de dados não estar concluído, não é possível realizar a apresentação definitiva dos resultados que venha de encontro aos objetivos do projeto no que se refere à coleta de longa duração.

Entretanto, após um ano de coleta, foi realizada uma análise preliminar dos dados para a verificação da confiabilidade dos equipamentos, qualidade dos dados coletados e aprimoramento das metodologias de análise e formas de apresentação de resultados.

Os dados da Tabela 1 representam os valores de temperatura e os da Tabela 2 a umidade relativa do ar coletados pelo *datalogger* externo (0) e pelos outros nove equipamentos instalados internamente e refletem os registros do período entre 26/09/2017 e 23/10/2018.

Apesar das análises possíveis até o momento não serem conclusivas para o projeto devido ao período de coleta proposto, é possível tecer alguns comentários acerca das tendências apontadas pelos registros das Tabelas 1 e 2. A primeira consideração se refere à maior condição de estabilidade do ambiente subterrâneo quando comparado com o ambiente externo, constatada quando se verifica as amplitudes da temperatura (Tabela 1) e da umidade (Tabela 2) do *dataloggers* instalado na parte externa (0) e aquele instalado imediatamente após a entrada da caverna (1).

**Tabela 1:** Dados de temperatura coletados nos *dataloggers* instalados na Lapa Bonita entre 26/09/2017 e 23/10/2018.

Temperatura [°C]				
DL	Mín.	Méd.	Máx.	Amp.
0	10,5	23,7	40,4	29,9
1	14,0	21,0	28,1	14,1
2	13,7	20,8	30,0	16,3
3	19,8	20,6	27,4	7,6
4	20,1	20,8	32,0	11,9
5	19,7	20,6	31,9	12,2
6	19,3	20,4	31,3	12,0
7	20,8	21,1	29,4	8,6
8	21,1	21,2	27,4	6,3
9	20,4	20,6	29,8	9,4

**Fonte:** Dados da Pesquisa

**Tabela 2:** Dados de umidade coletados nos *dataloggers* instalados na Lapa Bonita entre 26/09/2017 e 23/10/2018.

Umidade [%]				
DL	Mín.	Méd.	Máx.	Amp.
0	12,4	64,7	99,9	87,5
1	28,8	69,6	98,3	69,5
2	31,5	81,8	98,1	66,6
3	51,8	78,5	93,9	42,1
4	29,1	82,5	96,7	67,6
5	29,6	86,4	99,9	70,3
6	31,6	84,4	97,7	66,1
7	36,5	82,6	94,7	58,2
8	62,2	83,9	95,4	33,2
9	32,4	98,0	99,9	67,5

**Fonte:** Dados da Pesquisa

Em relação à temperatura (Tabela 1), é possível verificar uma tendência à estabilidade na medida em que se aumenta a distância da entrada da caverna. Ao observarmos os valores decrescentes de amplitude, verifica-se a possibilidade de confirmação do resultado que se espera para cavernas com uma única entrada.

A observação dos valores de amplitude também permite inferir qual a região da caverna seria a mais sensível do ponto de vista microclimático. A região do *datalogger* 8 possui os menores valores de variação de temperatura e umidade, sugerindo uma maior estabilidade e onde pequenas variações ocasionadas por fatores externos poderiam ser mais facilmente identificadas.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto ainda se encontra em execução e, portanto, não é possível ser conclusivo em relação aos objetivos propostos na pesquisa. Entretanto a análise preliminar dos dados considerando este estudo de caso foi importante para atestar a confiabilidade dos equipamentos instalados nas cavernas. No total são 45 *dataloggers* instalados nas cavernas do PNCP e cinco na Gruta de Nossa Senhora da Lapa e desde a sua instalação nenhum deles apresentou qualquer tipo de mau funcionamento ou falhas no registro de dados e o consumo de baterias está dentro do esperado e de acordo com as especificações do fabricante.



A análise dos dados, mesmo que de forma preliminar, sinaliza a tendência de confirmação da hipótese de estabilidade do ambiente subterrâneo quando comparado às condições externas, conforme pode ser observado nos dados das tabelas 1 e 2. Em se tratando de ambiente interno, os dados da Lapa Bonita também apontam que as regiões mais distais de uma caverna que possui somente uma entrada tendem a apresentar menores variações climáticas e a sofrer menor influência das condições externas.

Ao final do projeto será possível elaborar uma caracterização microclimática das cavidades

estudadas considerando não só as variações diárias, mas também a sazonalidade do clima nas regiões onde elas se inserem. Também será possível efetuar o cruzamento dos dados de visitação com os dados do microclima para verificar se existe alguma alteração significativa nestes parâmetros decorrente da atividade turística. Este aspecto propositalmente não foi abordado nesta análise em função dos dados relativos ao número de visitantes e o seu tempo de permanência nas cavernas ainda não estarem tabulados de forma consistente.

## REFERENCIAS

- BADINO, G. Underground Meteorology-“What’s the weather underground?” **Acta Carsologica**, v.39, p.427–448, 2010.
- BRASIL. Decreto s/no, de 21 de setembro de 1999.
- CALAFORRA, J.M., FERNÁNDEZ-CORTÉS, A., SÁNCHEZ-MARTOS, F., GISBERT, J., PULIDO-BOSCH, A. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. **Environ. Conserv.**, v.30, p.160–167, 2003.
- CIGNA, A.A. Environmental management of tourist caves. **Environ. Geol.**, v.21, p.173–180, 1993.
- COURA, J.F., HASHIZUME, B.R., 1975. Província espeleológica de Januária. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10, 1975. **Anais...** Ouro Preto: SBE, 1975. p. 9-12. Disponível em:< [http://www.cavernas.org.br/anais10cbe/10cbe\\_009-012.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais10cbe/10cbe_009-012.pdf)>.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parque Nacional Cavernas do Peruaçu - Plano de Manejo**. Brasília: IBAMA, 2005.
- KOHLER, H.C., PILÓ, L.B., MOURA, M.T.T. Aspectos geomorfológicos do Sítio Arqueológico Lapa do Boquete. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3, 1989. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEQUA, 1989.
- LOBO, H.A.S. Espeleoclima e suas aplicações no manejo do turismo em cavernas. **Rev. do Dep. Geogr. da USP**, v.23, 27-54, 2012.
- LOBO, H.A.S. **Estudo da dinâmica atmosférica subterrânea na determinação da capacidade de carga turística na Caverna de Santana (PETAR, Iporanga-SP)**. 2011. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.
- LOBO, H.A.S. Histórico das pesquisas espeleoclimáticas em cavernas brasileiras. **Espeleo-Tema**, v.21, p.131–144, 2010. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema\\_v21\\_n2\\_131-144.pdf](http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v21_n2_131-144.pdf)>.
- LOBO, H., BOGGIANI, P., PERINOTTO, J. Speleoclimate dynamics in Santana Cave (PETAR, São Paulo State, Brazil): general characterization and implications for tourist management. **Int. J. Speleol.** v.44, p.61-73, 2015.

- LONGHITANO, G.A., ROCHA, B.N., FURLAN, S.Â. Caracterização microclimática da Gruta Colorida - Parque Estadual de Intervalos, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 29, 2007. **Anais...** Ouro Preto: SBE, 2007. p.7-10. Disponível em: < [http://www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe\\_187-193.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe_187-193.pdf)>.
- MOURA, M.T.T. **A evolução do sítio arqueológico Lapa do Boquete na paisagem cárstica do Vale do Rio Peruaçu: Januária (MG)**. 1997. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- NASCIMENTO, A.Z.A., MOLINARI, D.C. Caracterização microclimática preliminar da Gruta do Maroaga: município de Presidente Figueiredo (AM). **Rev. Geonorte**, v.2, p.792–803, 2012
- PILÓ, L.B. **A morfologia cárstica do baixo curso do Rio Peruaçu, Januária, Itacarambi-MG**, 1989. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- PULIDO-BOSCH, A., MARTÍN-ROSALES, W., LÓPEZ-CHICANO, M., RODRÍGUEZ-NAVARRO, C.M., VALLEJOS, A. Human impact in a tourist karstic cave ( Aracena , Spain ). **Environ. Geol.**, v.31, p.142–149, 1997.
- ROCHA, B.N. **Estudo microclimático do ambiente de cavernas, Parque Estadual Intervalos, SP**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- ROCHA, B.N., GALVANI, E. Microclima de ambientes cavernícolas: Estudo de caso da Gruta da Santa, Parque Estadual de Intervalos, SP. **Rev. Bras. Climatol.** v.9, p.21–34, 2011.
- SANTOS, D.J., GOMES, M., JANSEN, D.C., RUCHKYS, Ú.A., TRAVASSOS, L.E.P. Microclimatic monitoring of caves open for tourism at the Cavernas do Peruaçu National Park, Minas Gerais, Brazil, In: PRELOVŠEK, M. (Ed.). INTERNATIONAL KARSTOLOGICAL SCHOOL “CLASSICAL KARST.”, 26, 2018. **Proceedings...** ZRC SAZU/IZRK: Ljubljana/Postojna, 2018. p.105.
- SCHOBENHAUS, C., NEVES, B.B. de B., 2003. A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In: BIZZI, L.A., SCHOBENHAUS, C., VIDOTT, R.M., GONÇALVES, J.H. (Eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003.
- ŠEBELA, S., PRELOVŠEK, M., TURK, J., 2013. Impact of peak period visits on the Postojna Cave (Slovenia) microclimate. **Theor. Appl. Climatol.**, v.111, p.51–64, 2013.
- ŠEBELA, S., TURK, J. Natural and anthropogenic influences on the year-round temperature dynamics of air and water in Postojna show cave, Slovenia. **Tour. Manag.**, v. 40, p.233–243, 2014.
- SILVA, L.A. Relatório de excursão: Januária, MG, In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA, 10, 1975. **Anais...** SBE: Ouro Preto, 1975. p.5-8. Disponível em: < [http://www.cavernas.org.br/anais10cbe/10cbe\\_005-008.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais10cbe/10cbe_005-008.pdf)>.
- TRAVASSOS, L.E.P. **Assesment of natural and antropogenic process in micrometeorology of Postojna cave system by numerical models and modern methods of data aquisition and transfer**. Pontifical Catholic University of Minas Gerais & Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts: Postojna, 2016.
- TRAVASSOS, L.E.P. **A importância cultural do carste e das cavernas**. 2010. 380f. Tese (Doutorado Geografia), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- VERÍSSIMO, C.U. V, EMANUEL, A., SOUSA, B.A., RICARDO, J.M., BARCELOS, A.C., ARAÚJO, J., NETO, N., REIS, M.G.M. Microclima e espeleoturismo na Gruta de Ubajara, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, 2003. **Anais...** Januária: SBE, 2003. p. 232–240.
- WILLIAMS, P. W. **World heritage caves and karst**. Gland: IUCN, 2008.