

Estudo de Impacto em Cavernas com Interesse Turístico com uso de Carbureto para Iluminação

[Study of Impact on Caves Caused by Intensive Tourist Visitation Using Carbide-based Illumination]

José Antonio Basso SCALEANTE

Av. Oscar Pedroso Horta, 144 – Campinas/SP – Brasil - e-mail: floresta.scale@terra.com.br

Abstract

This paper provides an analysis for the determination of the most adequate use of limestone caves, which are a source of mineral resources utilized in civil construction and agriculture. Caves are also exploited for their tourist potential and for the conduction of scientific research. The present research was designed to offer a basis for the legal regulation of the use of caves, thus contributing to the protection of natural cavities in Brazil. The research will involve the measurement of the temperature, atmospheric humidity, and carbon dioxide and oxygen content of the air, using sensitive equipment developed and operated in partnership with the National Institute of Information Technology (ITI) of Campinas. The results will be correlated with the number of individuals present at that location during the four months of the study. Studies will be made of two caves: Santana and Laboratório II, both located in the Valley of the Ribeira River in the south of the state of São Paulo. The former is located within the boundaries of the State Tourist Park of the Upper Ribeira (PETAR), while the latter is located some 2 km outside these boundaries, although well within its area of influence.

Introdução

Segundo FORTI (1999), o ambiente cárstico é um dos mais vulneráveis e a transformação de uma caverna natural em uma caverna turística deve ser projetada, implementada e manejada com grande atenção para os problemas de proteção ambiental, o que justifica a contribuição da Geologia de Engenharia nessas interferências.

Impactos externos ou de superfície são aqueles que resultam das alterações no entorno da caverna para instalação de toda infraestrutura necessária à atividade, como o desmatamento, a pavimentação do solo, a construção de estacionamentos, banheiros, hotéis, centros de informações, demarcação das trilhas, etc..

A impermeabilização do solo na superfície, com cobertura de cimento ou asfalto, produzem impactos nas cavernas e no carste, que foram identificados por pesquisadores como Willimas, Forti, Cigna, Menichetti, Tosti, Pierini, etc..

Os possíveis impactos são: mudanças na hidrologia, como desvio do curso d'água provocado pela construção de passarelas; mudanças na atmosfera das cavernas; interferência na permeabilidade natural do carste, provocando alterações no crescimento dos espeleotemas (redução ou até eliminação); crescimento de plantas verdes ocasionado pela iluminação contínua (algas, musgos e samambaias); o aumento prolongado na concentração de CO₂ pode afetar o equilíbrio químico dos espeleotemas, etc. As pesquisas de Kermodé em Nova Zelândia apontaram um decréscimo superficial em espeleotemas como resultado da visitação de cerca de 500 visitantes por dia.

Sobre as condições de um ambiente cárstico suportar ou não um determinado número de turistas, CIGNA (1989); CIGNA & FORTI (1989, 1990) mencionam: "Capacidade de carga de visitantes pode ser definida como o número máximo aceitável de visitantes em uma unidade de tempo sob condições definidas, as quais não podem implicar em uma modificação permanente de um relevante parâmetro ambiental da caverna".

Esta definição é baseada nas seguintes suposições: variações naturais dos parâmetros ambientais não prejudicam a integridade do ambiente e o número de visitantes em uma caverna por unidade de tempo é gradativamente aumentado, isso fará o parâmetro ambiental exceder seu limite de variação natural, passando para outros parâmetros.

A capacidade de carga de visitante corresponde ao fluxo máximo de turistas na caverna que eleva os parâmetros para o limite de sua variação natural a classificação de parâmetros ambientais maiores ou menores é arbitrária. Se classificarmos a temperatura do ar, a concentração de dióxido de carbono e a

qualidade da água como parâmetros maiores, a classificação de outros parâmetros requer estudos detalhados. A importância dos parâmetros varia amplamente de uma caverna para outra.

Para subsidiar os estudos sobre capacidade de carga de visitantes, pode-se lançar mão da revisão do conceito de NÍVEIS DE ENERGIA feita por HEATON (1986). Ele classificou as cavernas dentro de três categorias:

NÍVEL DE ENERGIA ALTO - normalmente abrigam eventos de alta energia.

Ex.: cavernas que sofrem inundações periódicas. De acordo com esta classificação, galerias ou salões em cavernas de ENERGIA ALTA pouco são afetados pelas atividades turísticas. Isto porque há uma reorganização do espaço interior da caverna por fenômenos naturais, como queda de rochas ou inundações.

NÍVEL DE ENERGIA MODERADO - abrigam eventos mais fracos.

Ex.: as mais significativas forças devem ser águas de chuva, vento constante ou mesmo perturbações de animais. Em cavernas ou trechos de ENERGIA MODERADA, que geralmente possuem muita ornamentação, a presença de visitantes é muito mais prejudicial. A energia liberada pelos turistas em um curto período de tempo pode ser da mesma magnitude que a liberada por processos naturais, que demoram mais tempo para ocorrer. Isto pode levar a um dano irreversível.

NÍVEL DE ENERGIA BAIXO - abrigam eventos de magnitude menor ainda

Ex.: o evento de mais alta energia pode ser uma queda d'água. Uma visita a uma caverna de ENERGIA BAIXA tem implicações mais sérias. Isto por que em um intervalo de tempo muito curto mais energia pode ser liberada pelos turistas do que aquela que a caverna já recebeu em centenas de anos. O dano causado por um grupo turistas é muito grande e os espeleotemas são rapidamente destruídos.

Ainda segundo o autor (HEATON, 1986), as cavernas turísticas mais comuns são as de ENERGIA BAIXA e ENERGIA MODERADA. Isto se deve à dificuldade e o alto custo para desenvolvimento e manutenção de cavernas turísticas que sejam de ENERGIA ALTA.

Em campo a situação é muito mais complexa que os exemplos acima, pois uma mesma caverna pode ter os três níveis de energia quando observada em diferentes trechos.

Coleta e Análise de Gases

A coleta de gases realizada teve como objetivo identificar os índices mínimo e máximo da concentração de CO² em alguns pontos da caverna correlacionando com quantidade de pessoas presentes no momento da coleta e com uso de carbureteira

Justificativa da Coleta

É imprescindível para identificar mudanças as quais indicarão alterações entre o estado natural para um outro com presença humana.

Índices Coletados

Locais, períodos e resultados das medições estão relacionados a seguir.

Coleta externa próximo à boca da caverna de Santana

12:00h

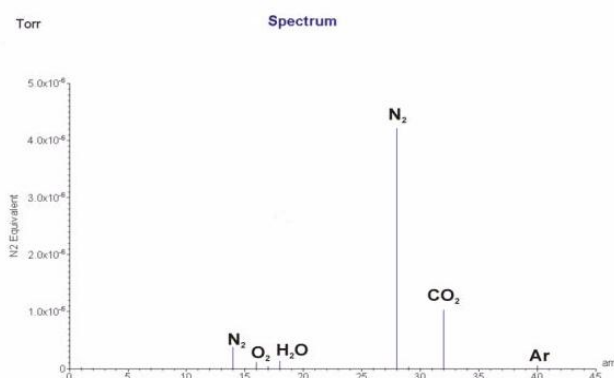
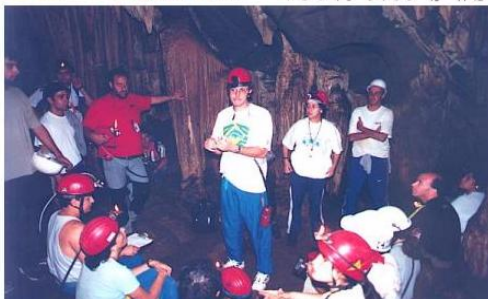
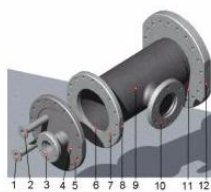
480ppm

Salão do Desencontro na Caverna de Santana

No início da coleta o equipamento estava acoplado à parte superior de uma estalagmite com 60cm. de altura:

Horário	nº de pessoas	PPM
13:45	04	1400
13:47	04	1361
13:55	17 sendo 2 carb	1362
14:07	10	1410 - a foto apresentada foi tirada nesse momento

- UHV Chamber
- mass spectrometer
- gas sampling during holidays



Nas medidas seguintes, o equipamento foi acondicionado no piso do salão próximo à mesma estalagmite. Entre o final da coleta anterior e o início desta, permanecemos em 4 pessoas no salão até a chegada de um novo grupo de pessoas, conforme os dados abaixo:

14:58	04	1360
15:00	07	1361
15:15	13	1354 menor valor
15:25	16 a partir desse momento,	1356
15:32	23 até 15:48, o local estava	1375
15:36	49 com 8 carbureteiras	1383
15:37	49 para iluminação	1400
15:38	49	1415
15:40	50	1540 momento em que o grupo de pessoas entrou no local da coleta
15:43	50	1600
15:44	50	1545 início da saída do grupo de pessoas
15:45	25	1540 grupo de pessoas ainda saindo
15:48	04	1415 última medição nesse local

Salão do Cristo (parte superior e parte inferior)

Na parte superior do salão, o aparelho foi instalado em uma rocha próxima ao conduto do Cristo, à altura de 50cm. do piso:

15:58	40	1732 neste momento as pessoas já estavam no local
-------	----	---

As próximas coletas foram realizadas no salão inferior ao do Cristo, logo após a descida da escada. O aparelho foi instalado sobre uma rocha localizada no piso, com 20cm. de altura:



16:00 30 2315 maior valor
16:02 15 1615 neste momento as pessoas estavam saindo tanto do salão inferior como do superior.

Resultado Final

Constatamos que o menor valor coletado dentro da caverna foi 1354ppm e maior foi 2315ppm. Portanto o menor índice interno está com 182% a mais do que o resultado da coleta externa.

Bibliografia

- BUECHER, Robert H., Monitoring the Cave Environment – 1995 National Cave Management Symposium Steering Committee, pag. 41 a 46, 1995
- CIGNA, Arrigo A., Bossea MCMXCV, Atti del Simposio Internazionale Grotte Turistiche e Monitoraggio Ambientale, Pag- 21 a 56, 87 a 98, 137 a 182, 193 a 210, 251 a 260, Itália 1996.
- _____ Proceedings of the 1st Congress of the International Show Caves Association, International Journal of Speology 1990.
- FORTI, Paolo, Studio di Fattibilità per Migliorare la Frubilità Della Grotta del Nettuno, La sua Rinaturalizzazione e la sua Conoscenza. Instituto Italiano di Speleologia da Università degli Studi di Bologna, Itália 1999.
- GILLIESON, David. Caves, Processes, Development and Management. Editora Blachwell Publishers Ltd, Cambridge, Massachusetts 1996.
- WALCH, John M., Cave Management Plan for the Texas Parks and Wildlife Department, Texas Cave Management Association, New Braunfels, Texas 1977.
- WILLIAMS, Paul W., Karst Terrains Evironmental Changes and Human Impact, Die Deutsche Bibliothek 1993.