



ANAIS
XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia
Januária MG, 04-14 de julho de 2003

Sociedade Brasileira de Espeleologia



O IMPACTO DA VISITAÇÃO INTENSIVA EM CAVERNAS

José Antonio Basso SCALEANTE

Bacharel em Turismo e Mestrando em Geociências - florest@terra.com.br
Av. Oscar Pedroso Horta, 144 , Cidade Universitária, Campinas SP, CEP:13083-510

RESUMO

Este trabalho constou da análise de vários aspectos de cavernas em rocha calcária que são significativos para sua preservação quando exploradas por atividades turísticas. Seu objetivo principal é oferecer subsídios para determinar a capacidade de carga de uma gruta através de alterações nas medidas de temperatura e umidade relativa do ar, ocasionadas pela presença humana, de modo a determinar o número máximo de pessoas que pode transitar ou permanecer em um determinado espaço no interior de uma caverna sem provocar danos irreversíveis ao ambiente levando em consideração os parâmetros de temperatura e umidade registrados simultaneamente com a contagem dos visitantes.

A pesquisa foi realizada com uso de equipamentos desenvolvidos especificamente para o caso, com apoio de pesquisadores do Centro de Pesquisa Renato Acher (CenPRA), e com patrocínio da empresa SOLBET Microcontroladores e Robótica, ambos localizados em Campinas. Foi desenvolvido o equipamento sensor (ELCAS 7000) para registrar o número de pessoas em uma determinada área da caverna, programado para acompanhar a leitura simultânea de temperatura e umidade relativa do ar através de um termohigrógrafo (TESTOSTOR 175-2) da TESTO.

As medições foram registradas com intervalos de um em um minuto, vinte quatro horas por dia, em 3 pontos dentro da caverna de Santana (PETAR-SP, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira).

ABSTRACT

This thesis provides an analysis of various aspects of limestone caves which are important in their preservation during exploitation for tourism. The main objective was to offer support in the determination of the carrying capacity of a cave by consideration of modifications in temperature and relative humidity of the air when people are present to determine the maximum human presence which is possible without provoking permanent environmental damage.

The research was conducted using equipment especially developed by research workers of the Centro de Pesquisa Renato Acher (CenPRA) and supported by the company SOLBET Microcontroladores e Robótica, both located in Campinas. The first of the pieces of equipment developed consisted of a sensor (ELCAS 7000) designed to register the number of individuals present in an area of a cave which could be programmed to provide a reading at the same time that a thermohygrograph was recording data about the temperature and humidity in the air. The second (ELCAS 6001-III) was designed so that an individual could record the initiation of specific activities in the place where thermohygrograph readings were being taken.

The ELCAS 7000 was used to measure the intense visitation on two consecutive weekends (June 29-30 and July 7-9, 2002) in three areas of the show cave Caverna de Santana: Rio, Encontro, and Fafá. These measurements, taken every minute for twenty-four hours per day, were coordinated with the simultaneous measurements of three thermohygrographs (TESTOSTOR 175-2 loggers by TESTO) installed in the same areas. Moreover, 7 more thermohygrographs were installed at 7 points along the river for the period from June 29 to July 9, 2002, also providing measurements at one-minute intervals.



ANAIS

XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia

Januária MG, 04-14 de julho de 2003

Sociedade Brasileira de Espeleologia



The ELCAS 6001 was then used to record the initiation of each activity of this individual: waking up, preparing meals, and lying down to sleep, as well as urinating and evacuating.

Under the law for the protection of caves under consideration in the Brazilian National Congress, any cave to be exploited for tourism must present a Plan for Speleological Management to show how the environmental impact of tourism will be prevented or at least minimized, and the methodology tested here is recommended to help during the development of such plans. Not only can it help identify when levels of temperature and humidity have reached unacceptable levels, thus helping determine how many individuals can safely visit or remain in a given room in a cave at any one time or on any one day; moreover, used for constant monitoring, it can also provide information revealing the need for immediate restrictive actions.

INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação brasileira, Decreto nº 99.556 (Anexo 3), de 1º de outubro de 1990, artigo 1º, Parágrafo único:

“Entende-se como cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que a sua formação haja ocorrido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos todos os termos regionais, tais como gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco”.

Esses espaços naturais têm despertado o interesse das pessoas, provocando uma demanda sempre crescente em todo mundo nos últimos anos.

Há por volta de 800 importantes cavernas turísticas no mundo, com perto de 170 milhões de visitantes por ano, cada uma demandando por volta de 100 habitantes locais diretamente envolvidos com este trabalho, além de algumas centenas de outras pessoas trabalhando indiretamente para cada trabalhador direto (CIGNA, 1999), portanto, centenas de milhares no mundo. Segundo estimativa de Cigna e Forti (1989), um total de cerca de 10 milhões de pessoas recebem salário proveniente de trabalhos ligados a cavernas turísticas no mundo, sendo que este número poderá aumentar se forem considerados os parques cársticos, não apenas cavernas.

Reportando-se a tais análises, observa-se que o turismo em cavernas não é um fenômeno que possa passar despercebido, pois sua grande vantagem é movimentar a economia.

IMPACTOS DO TURISMO EM CAVERNAS

A simples presença humana em ambientes cavernícolas, desde que em quantidade superior àquela que o sistema é capaz de absorver, provoca impactos irreversíveis sobre a biota, o maciço rochoso e as formações internas. O impacto ambiental pode ser definido como uma somatória de efeitos e conseqüências sobre o ambiente, em decorrência das atividades humanas.

Podem ser realizados paralelismos entre a mudança dos territórios conquistados pelo homem, ou seja, a transformação do ambiente selvagem em ambiente antropofísico, que se relaciona com a interface da história da civilização e do meio ambiente.

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



ANAIS
XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia
Januária MG, 04-14 de julho de 2003

Sociedade Brasileira de Espeleologia



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, produz nas cavernas e em todo o carste impactos já identificados por pesquisadores renomados nessa área de estudo, como Williams, 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); aumento prolongado na concentração e CO², que pode afetar o equilíbrio químico dos espeleotemas etc.

CAPACIDADE DE CARGA E NÍVEIS DE ENERGIA DA CAVERNA

Sobre as condições de um ambiente cárstico suportar ou não um determinado número de turistas, Cigna (1989); Cigna e Forti (1989) mencionam: "*A 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*".

Os autores salientam que esta definição é baseada nas seguintes suposições:

- variações naturais dos parâmetros ambientais não prejudicam a integridade do ambiente;
- se 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 um estado impactante;
- 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.

As pesquisas de Kermodé (CIGNA e FORTI, 1989) em Nova Zelândia apontaram um decréscimo superficial em espeleotemas como resultado da visita de cerca de 500 visitantes por dia.

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), que classificou as cavernas dentro de três categorias:

NÍVEL DE ENERGIA ALTO aquelas cavernas que 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 (Foto 1).



Foto 1: Alta energia: galeria do rio Caverna de Santana

NÍVEL DE ENERGIA MODERADO cavernas que 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 (Foto 2).



Foto 2: Nível moderado de energia: Caverna Morro Preto

NIVEL DE ENERGIA BAIXO as cavernas que 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 porque 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.

As cavernas turísticas mais comuns são as de energia baixa e energia moderada e isto se deve à dificuldade e ao alto custo para desenvolvimento e manutenção de cavernas turísticas que sejam de energia alta (HEATON *op cit*).

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 como exemplo a Caverna de Santana (Foto 3).



Foto 3: Baixa energia: Salão Taqueupa: Caverna de Santana

REGISTRO DE IMPACTO REALIZADO NA CAVERNA DE SANTANA - PETAR

Para avaliar se há interferência nos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar com a presença de visitantes no ambiente cavernícola e monitorar o fluxo turístico através dos registros simultâneos, foram instalados 3 aparelhos TESTOSTOR 175-2 na caverna de Santana no PETAR Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, sendo um na galeria do rio, um no Salão do Encontro e outro no Salão Fafá (3 ao todo)

- nos 3 pontos identificados como “RIO”, “SALAO DO ENCONTRO” e “FAFA”, foram instalados e programados simultaneamente, os aparelhos ELCAS 7000 utilizados para a contagem de pessoas

As informações registradas nos aparelhos geraram tabelas de dados, de onde foram extraídos aqueles mais significativos para a pesquisa, ou seja, os que realmente indicam interferência da presença humana no ambiente cavernícola.

Os registros sem ou com baixa frequência de visitantes foram importantes para avaliar o estado natural da caverna sem fluxo de visitantes, funcionando como referencial para as análises.

O número expressivo de visitantes ocorre em finais de semana, caso ocorrido no final de semana dos dias 07 e 08/07/2002, momento dessa análise que registrou 477 visitantes somente na galeria do rio entre os dois dias.

CAPACIDADE DE CARGA DA CAVERNA

Sobre as condições de um ambiente cárstico suportar ou não um determinado número de turistas, Cigna (1989); Cigna e Forti (1989) mencionam: “A 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”.

RESULTADOS E CONCLUSÃO DAS PESQUISAS

A pesquisa ora apresentada, registrou os parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar utilizando medidores TESTOSTOR 175-2 (já existente) simultaneamente com o contador de pessoas ELCAS 7000, desenvolvido especialmente para este estudo (figuras 1 e 2).



Figura 1

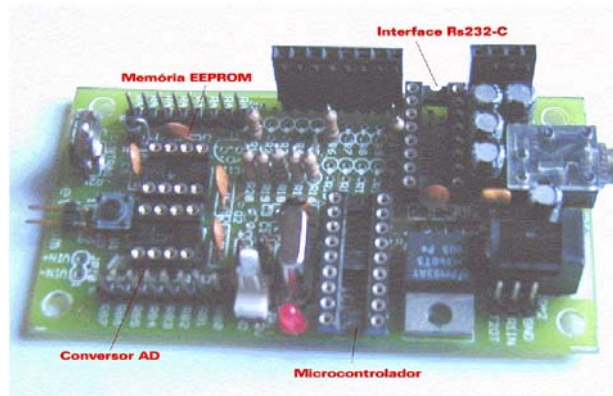


Figura 2

- o registro simultâneo dos dados, com intervalo de um minuto, possibilitou o cruzamento em tempo real da ocorrência de qualquer tipo de alteração no ambiente em análise;

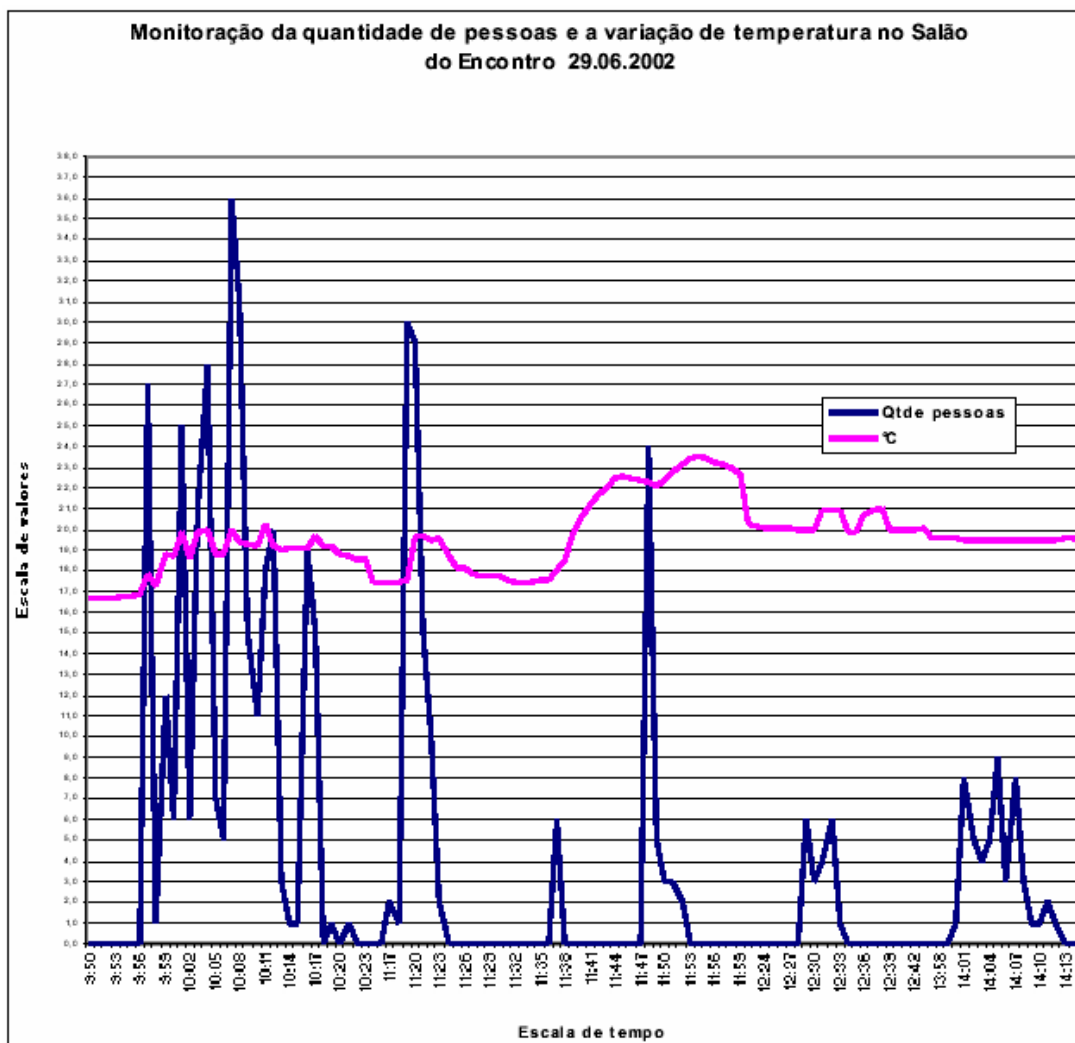


ANAIS
XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia
Januária MG, 04-14 de julho de 2003



Sociedade Brasileira de Espeleologia

o equipamento, registrou a presença de 7 visitantes com a iluminação de carbureto durante 10 minutos no Salão do Encontro da Caverna de Santana, momento em que também foi observado o aumento de 4,54°C na temperatura local da caverna conforme demonstra o gráfico a seguir.



- o sistema desenvolvido revelou-se eficiente para contribuir na definição da capacidade de suporte em ambientes cavernícolas por ocasião da elaboração dos Planos de Manejo Espeleológicos e também de qualquer outro ambiente ou local que necessite de controle de visitantes.

A partir das considerações das pesquisas aqui descritas, conclui-se pela imediata aplicação da legislação vigente, Decreto nº 99.556 no seu Art. 3º, e a solicitação para que seja implementados os sistemas de monitoramento com registro simultâneo da quantidade de visitantes em grutas turísticas, e da Lei do SNUC que prevê o controle de visitantes em áreas de preservação.



ANAIS
XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia

Januária MG, 04-14 de julho de 2003

Sociedade Brasileira de Espeleologia



REFERENCIAS BIBLIOGRÁRICAS

- CIGNA, A.A., FORTI P., 1989. **Problemi di inquinamento e salvaguardia delle aree carsiche.(I principali agenti di degrado nelle grotte turistiche: loro effetti e possibili rimedi)**. Nuova Editrice Apulia, 47-60
- CIGNA, A. A., FORTI P., 1990. **La V.I.A delle grotte turistiche. The E.I.A. of a tourist cave.** VIA, 1' Arca Edizioni, Milano, 4 (16): 42-53
- CIGNA A. A., 1989. **Atti XV Congr. Naz. Spel**, Castellana Grotte. 999- 1011
- CIGNA A. A. 1999. **Environmental Protection and Manegement of Show caves. The Case of Italy.** In press.
- FORTI, P. ; GRIIMANDI, P. 1987. **Il Parco dei Gessi Bolognesi: uma realizzazione non piu differibile.** Atti. Conv. "Per il rilancio Del Parco dei Gessi". Bologna, Pitagora Edizioni, 25-3-
- FORTI, P., 1989. **Problemi di inquinamento e salvaguardia delle aree carsiche.**(I principali agenti inquinanti dell'ambiente carsico ipogeo). Nuova Editrice Apulia, 35-46
- SCALEANTE, Oscarlina Ap. F. Geography and Speleology. In: **Proceedings** of the 12th. International Congress of Speleology. Volume 1, 363. La Chaux-de-Fonds / Switzerland 10-17 August 1997. International Union of Speleology / Swiss Speleological Society, 1997.
- _____ Rapel na Casa de Pedra. In: **Informativo SBE** nº 35, Ano VI, p. 7. Set.out/1990.
- SCALEANTE, José Antonio B..Tese de Mestrado. **Avaliação do Impacto de Atividades Turísticas em Cavernas.**
- TAVARES FILHO, Roberto F, Contagem de visitantes em parques nacionais. Uma aplicação prática da compressão de dados em tempo real. **Boletim da SBE**-Número 84. jan / fev / 2003. p. 6 e 7.