

# CAPACIDADE DE CARGA REAL (CCR) DA CAVERNA DE SANTANA, PARQUE ESTADUAL TURÍSTICO DO ALTO RIBEIRA (PETAR) - SP, E INDICAÇÕES PARA O SEU MANEJO TURÍSTICO

Heros Augusto Santos LOBO

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, UNESP/Campus de Rio Claro.  
Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: heroslobo@hotmail.com.

Introdução  
Impactos Ambientais do Turismo em Cavernas  
Níveis de Circulação de Energia  
Gestão e Manejo de Cavernas Para Fins Turísticos  
Caracterização da Área de Estudo  
O Turismo no PETAR  
Métodos e Etapas da Pesquisa  
Capacidade de Carga Real da Caverna de Santana  
Discussão  
Conclusões e Recomendações  
Agradecimentos  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** – O uso turístico da caverna de Santana gerou uma série de danos em seu ambiente, comprometendo parte de suas condições originais. Compondo um conjunto de medidas adotadas para contornar esta situação, o presente trabalho apresenta limites físicos para sua visitação e indicações para contribuir com seu manejo e gestão espeleoturísticos. Para tanto, foi utilizado o método da Capacidade de Carga de Cifuentes e alguns princípios básicos do método de Manejo dos Impactos de Visitação – VIM. Os resultados indicam uma Capacidade de Carga Real (CCR) de aproximadamente 120 visitas diárias na caverna. As discussões levantam hipóteses sobre a alteração do método utilizado e sobre o intervalo temporal entre os grupos de visitantes, sugerindo uma CCR provisória de 117 e 135 visitas diárias, respectivamente, em dias úteis e finais de semana/feriados. As conclusões indicam a necessidade de revisão conceitual no método utilizado, principalmente quanto à sua adaptação para o manejo turístico de cavernas. Quanto ao caso estudado, recomenda-se o início imediato do monitoramento ambiental da caverna, de forma a verificar a plausibilidade dos limites de visitação ora propostos e suas possíveis relações com a mitigação dos impactos ambientais do turismo em seu interior.

**Palavras-chave:** espeleoturismo, Capacidade de Carga Turística, manejo espeleológico, níveis de circulação de energia.

**ABSTRACT** – *H.A.S. Lobo - Real carrying capacity (CCR) of Santana cave, Petar - SP, with indications for his tourist management.* The tourist use of Santana cave provides a row of environmental damages, compromising partially the pristine conditions. Among the measures adopted to avoid this situation, this issue presents a contribution for the physical limits to tourist visitation and the indications for speleotouristic management. It was used the Cifuentes Carrying Capacity method and some basic principles of Visitors Impact Management Framework – VIM. The results show a Real Carrying Capacity (CCR) about 120 visits daily on the cave. The discussions raise a few hypotheses about the alteration in the method used and the temporal frequency between visitors groups, suggesting a provisional CCR of 117 and 135 visitors daily, respectively, during the week and in the weekends and holidays. The conclusions appoint the necessity of a conceptual revision in the Carrying Capacity methods, mainly about its adaptation for tourist management in caves. In the case studied, it is suggested the immediate beginning of environmental monitoring of the cave, to verify the plausibility from proposed visitation limits and the possible contributions for to mitigate the environmental impacts from speleotourism.

**Keywords:** speleotourism, Tourist Carrying Capacity, speleological management, energy flow levels.

## INTRODUÇÃO

As cavernas estão entre as mais complexas situações de manejo ambiental para fins turísticos, sendo consideradas, pela maioria dos trabalhos publicados sobre o assunto (e.g. Lino, 1988; Labegallini, 1995; Figueiredo, 1998; Marra, 2001; Scaleante, 2003), como impróprias para o uso massificado. Embora algumas premissas sobre o turismo em pequena escala como fator básico para a sustentabilidade do ecoturis-

mo sejam questionadas em algumas áreas naturais (Haas, 2002) e afirmadas como imprescindíveis em outras ocasiões (Lück, 2002), no caso das cavernas se trata de uma condição inegavelmente prioritária para o uso racional e sustentável, seja pela limitação espacial, seja pela sua conhecida fragilidade.

Dentre as mais de 170 cavernas utilizadas para fins turísticos no território nacional (Lobo et al., 2008),

se destacam por sua variedade paisagística e morfológica aquelas inseridas na região do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR – localizado entre os municípios de Apiaí e Iporanga, Sudoeste do Estado de São Paulo. Destas, o presente estudo enfoca a caverna de Santana. Com seus 5.040 metros de desenvolvimento linear total, a caverna apresenta dois níveis de galerias visitáveis: o inferior, curso atual do rio Roncador, e o superior, com uma profusão dos mais diversos tipos de espeleotemas. Embora não existam dados exatos sobre a visitação de cada caverna do PETAR, a Santana é, seguramente, o seu maior atrativo, seja pela facilidade em seu acesso, seja pela variedade de feições geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, microclimáticas e bióticas encontradas em seu interior – atrativos para variados tipos de turismo.

Durante décadas a caverna de Santana foi utilizada para o turismo sem um critério mais apurado de manejo, o que acarretou em diversos danos em seu interior. Pesquisas feitas por Scaleante (2001, 2003) apontaram os problemas gerados pelo uso de carbureteiras. Sgarbi (2003) focou na deterioração do meio físico na galeria superior. Lobo (2006) utilizou a caverna para uma análise descritiva sobre aspectos relativos aos impactos antrópicos em cavernas turísticas.

De uma forma geral, os autores citados comentam os problemas gerados pelo uso exacerbado da caverna, situação esta que vem sendo modificada já nos últimos anos. A implantação de um sistema de condução de visitantes na região, por meio dos programas de formação de monitores ambientais – iniciados em 1998 –, pode ser considerada um passo decisivo dentre os muitos fatores que culminam em posturas mais sustentáveis e menos danosas de visitação.

Entretanto, até o presente momento nenhum limite de Capacidade de Carga de visitação havia sido implantado na caverna, ficando esta questão a cargo do bom-senso dos guarda-parques e demais responsáveis pela gestão diária do atrativo. Esta situação se modificou a partir de abril de 2008, com a obriga-

toriedade imposta pelo CECAV – Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas –, órgão vinculado ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio, para o estabelecimento de um limite diário de visitação para o atrativo.

Tendo em vista esta questão legal e os pressupostos citados, o presente artigo apresenta a Capacidade de Carga da caverna de Santana em caráter provisório, bem como alguns indicativos para a sua gestão e manejo. O trabalho, iniciado em 2004, tomou por base a metodologia de Cifuentes (Arias et al., 1999), trazendo uma resposta quantitativa para contribuir com o manejo do atrativo e a gestão da Unidade de Conservação – UC. Além disso, a pesquisa realizada também contribui com a ampliação dos estudos de Capacidade de Carga aplicados às cavernas, partindo da experiência pioneira em nível mundial feita pela equipe coordenada pelo prof. Dr. Paulo César Boggiani (UFMS, 2002; Boggiani et al., 2007) na Gruta do Lago Azul, em Bonito-MS.

As etapas da pesquisa incluíram, além da investigação bibliográfica, levantamentos de campo com os seguintes objetivos: mensurar o circuito de visitação, monitorar o tempo médio de visita dentro da caverna e identificar subsídios técnico-científicos para a delimitação de indicadores preliminares de sensibilidade ambiental, aplicáveis ao método citado. Os resultados parciais das diferentes etapas e processos mencionados foram publicados por Lobo (2005, 2006, 2007) e Lobo & Zago (2007), com diferentes enfoques. Para o presente artigo apresenta-se uma atualização destes trabalhos, com novas conclusões e recomendações, considerando ainda a atual fase transitória na política de gestão das cavernas do PETAR, direcionada por meio de um Plano de Ações Emergenciais até a elaboração definitiva de seu Plano de Manejo Espeleológico – PME. Desta forma, além da contribuição técnico-científica, o presente trabalho auxilia em questões práticas da política de manejo de uma das cavernas turísticas mais visitadas do Brasil.

## IMPACTOS AMBIENTAIS DO TURISMO EM CAVERNAS

Diversos métodos e técnicas têm sido largamente utilizados para o manejo turístico de áreas naturais protegidas. A maioria foi criada para apoiar a gestão de UCs, áreas amplas e com alternativas para o manejo dos turistas em função de suas necessidades e objetivos. A premissa básica desejável para estes métodos é identificar formas de evitar ou de mitigar os impactos ambientais negativos decorrentes do uso turístico.

Os impactos ambientais negativos podem acontecer de forma direta ou indireta, afetando em diferentes escalas a biota, o meio físico e a qualidade de vida das populações (CONAMA, 1986). Quanto ao turismo em cavernas, seus impactos negativos podem ser divididos em cinco grandes categorias principais (Cigna & Burri, 2000):

1. As consequências dos sistemas de iluminação;
2. calor gerado pela movimentação dos turistas;

3. A elevação das taxas de gás carbônico, gerada pela respiração e pelos reatores de carbureto;
4. Os fragmentos de poeira orgânica e inorgânica carreados pelos turistas;
5. Os impactos físicos, como a depredação acidental ou proposital.

Sobre a caverna de Santana, Lobo (2006) identificou os seguintes impactos em seu interior decorrentes do turismo:

1. Diretos: implantação e materiais utilizados nas estruturas de acesso; uso de iluminação artificial a base de carbureto; poeira, fuligem e matéria orgânica transportados pelo corpo; calor; depredação física;
2. Indiretos: alterações nos elementos meteorológicos; alterações comportamentais da fauna; surgimento de plantas e fungos e destruição de formações raras.

A estes, acrescenta-se a constatação feita por Scaleante (2001), quanto às alterações nas taxas de gás carbônico durante a presença de turistas. Poste-

riormente, o mesmo autor sugeriu que o turismo dentro da caverna impactava também o seu microclima, em função do uso de reatores de carbureto para a iluminação durante o passeio (Scaleante, 2003). Tais estudos subsidiaram o Conselho Gestor do Parque a proibir o uso do carbureto em seu interior, desde 2006.

De uma forma geral, pode-se afirmar que a questão central que dá origem a discussão sobre os impactos ambientais negativos do turismo em cavernas é um problema de escala têmporo-espacial. As características morfológicas da maioria das cavernas – espaços confinados, constituindo-se em sistemas fechados sob o ponto de vista das trocas de energia e massa com o exterior (Cigna, 1968) –, limitam a dispersão dos impactos gerados pela visitação. Dependendo dos níveis de circulação de energia no meio subterrâneo, um grupo de pessoas pode liberar, em um curto intervalo de tempo, uma quantidade de energia que seria liberada por causas naturais em questão de anos (Cigna & Forti, 1988).

## NÍVEIS DE CIRCULAÇÃO DE ENERGIA

O conceito de circulação de energia para fins de manejo turístico em cavernas ainda requer aprimoramentos. A base mais sólida utilizada deriva do trabalho de Heaton (1986), que propõe uma classificação baseada principalmente no indicador fluxo de água. Para Heaton, outros fatores também podem ser responsáveis por alterações ambientais, mas em menor grau e intensidade. Com base nisso, o autor sugere a existência de três níveis de circulação de energia – NCEs – em uma caverna: baixo, moderado e alto, os quais variam em função da presença de cursos d'água e de suas respectivas modificações naturais no meio.

Todavia, a classificação proposta precisa ser revista e ampliada. A título de exemplo, o meio biótico também é responsável pela circulação de energia no ambiente cavernícola. Sob o ponto de vista biótico, os organismos troglótenos, que entram e saem das cavernas com maior frequência, assim como os nutrientes carreados pela água e pelo ar, são os maiores fatores responsáveis pela entrada de matéria orgânica no sistema (Trajano & Bichuette, 2006). A energia resultante da decomposição desta matéria orgânica circula entre a cadeia alimentar, causando alterações no ambiente, sobretudo pela liberação de CO<sub>2</sub>.

Por outro lado, o turismo pode ser interpretado como uma outra forma de circulação de energia e de matéria orgânica e inorgânica entre o meio cavernícola e a superfície. O calor e os gases liberados na respiração e pelas carbureteiras, as micro partículas transportadas pela pele, roupas, cabelo e nos calçados e a

fuligem resultante da queima do acetileno, são os principais meios de alteração ambiental a partir do uso antrópico. O comportamento dos turistas também deve ser considerado, principalmente em cavidades naturais onde não existe o controle da visitação.

De uma forma geral, a circulação de energia nos diversos ecossistemas recebe influências diretas da energia solar. Ela é a fonte de luz e de calor que altera as correntes climáticas, sendo também responsável pelo ciclo hidrológico. Com isso, a energia solar contribui, de forma direta e indireta, para a dispersão e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do turismo em áreas naturais.

Nos ambientes cavernícolas, onde a exposição à energia solar e aos seus efeitos é menor, estas trocas energéticas também podem ser encontradas. Estudos realizados na Gruta de Ubajara-CE, demonstraram que nas épocas do ano em que o ar externo está mais seco e as temperaturas mais elevadas, a influência sobre o seu microclima é maior (Veríssimo et al., 2005).

Estes efeitos são limitados por fatores como o tamanho dos pórtilos e demais acessos de uma caverna e pelos fluxos de circulação de ar nelas existentes (Freitas & Schmekel, 2006). As alterações ocorridas no ambiente externo nem sempre atingem em mesmo grau e escala o ambiente cavernícola, que por suas características espaciais, apresenta uma barreira a estas alterações (Bella, 2001). Desta forma, as consequências destes limites de circulação de energia e massa não são suficientes para a dispersão dos impactos do turismo.

Os exemplos citados contribuem para demonstrar que o conceito de circulação de energia em ambientes cavernícolas denota a necessidade de estudos mais dirigidos ao manejo turístico. Enquanto as pesquisas sobre o tema ainda não se aprofundam o suficiente, admite-se a escala de base descritiva de Heaton (1986).

Cigna & Burri (2000) argumentam que as áreas com alta circulação de energia são as que menos sofrem os impactos negativos do turismo em cavernas. Isto porque as constantes inundações e a movimen-

tação de blocos de rochas acarretam em significativas alterações ao ambiente, mitigando ou sobrepondo estes impactos. As de moderada circulação de energia podem sofrer consequências mais prolongadas, gerando em alguns casos danos ambientais irreversíveis. Isso pode vir a ser ainda mais drástico em áreas cuja circulação de energia seja baixa. Nestes casos, as consequências podem ir da destruição de alguns espeleotemas até o comprometimento de todo o ambiente.

## GESTÃO E MANEJO DE CAVERNAS PARA FINS TURÍSTICOS

A gestão de uma caverna turística requer um cuidado especial com determinados aspectos de fragilidade ambiental incomuns a outras situações de manejo turístico em áreas naturais. Isso incita uma preocupação ainda maior com os métodos de gestão e manejo adotados.

Os métodos atualmente utilizados para este fim no turismo podem ser divididos em qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos, em geral, concentram-se na distribuição dos impactos da visita em escalas mais amplas de espaço e tempo. Seu foco não está necessariamente centrado nos impactos do turismo e em sua mitigação, mas também, nos limites aceitáveis de mudança do ambiente, em aspectos de gestão e no comportamento dos turistas. Podem-se citar como exemplos os métodos *Limites Aceitáveis de Mudança – LAC* e *Manejo dos Impactos de Visitação – VIM* (Ceballos-Lacurain, 1998; Mitraud, 2003).

Por sua vez, os métodos quantitativos buscam limites físicos, espaciais e temporais no número de visitas ou visitantes que uma área pode receber em um determinado período de tempo. Com isso, objetivam diminuir a fonte geradora dos impactos da visita. O exemplo clássico é o *Método da Capacidade de Carga de Cifuentes*, criado em 1992 (Arias, 1992). Para Cigna & Forti (1988), a capacidade de carga de uma caverna se define pela identificação do volume de turistas que resultará em mudanças nos principais parâmetros ambientais que sejam mais significativas do que as suas respectivas flutuações naturais.

O método do cálculo da Capacidade de Carga está entre aqueles que melhor conseguem trazer respostas objetivas que servem como parâmetro inicial para as discussões sobre os limites quantitativos de visita e foi criado para o manejo de trilhas em áreas protegidas na Costa Rica. Seus cálculos se dividem em três fases: a Capacidade de Carga Física – CCF, a Capacidade de Carga Real – CCR e a Capacidade de Carga Efetiva – CCE. Na CCF, são levados em conta

o trajeto, em metros lineares, e o tempo de visita. Na CCR são aplicados os fatores de correção – FCs, que podem ser compreendidos como situações-problema de ordem morfo-estrutural, biótica ou social, e que são detratores do uso antrópico. Na última fase, a CCE, leva-se em conta a Capacidade de Manejo – CM – do órgão gestor da área natural sob análise (Arias, 1992).

No caso específico do turismo em cavernas, as maiores dificuldades encontradas para sua aplicação são a identificação dos fatores de correção e de seus respectivos limites aceitáveis de alteração. A experiência pioneira de utilização do método em cavernas em nível mundial foi feita na Gruta do Lago Azul, em Bonito-MS, trabalho iniciado em 1999 (UFMS, 2002; Boggiani et al., 2007). Estes trabalhos identificaram como FCs a acessibilidade e o piso escorregadio, levantando ainda a hipótese do uso da incidência de Radônio –  $^{222}\text{R}$  – nos visitantes como fator válido para uma maior limitação ao uso.

Uma segunda experiência de uso do método em cavernas foi feita por ING\_ONG (2002a), para a gruta do Chapéu, no PETAR. Os autores do relatório consideraram como FCs o aspecto social e a declividade do piso da caverna. Também foi feito um monitoramento-piloto da temperatura interna em função do número de visitantes, sem o uso posterior dos resultados no método.

Para a caverna de Santana, Sgarbi (2003) apresenta uma proposta alternativa de roteiro de visita, excluindo as galerias superiores e estendendo o percurso na galeria do rio. Embora não apresente os resultados, o autor considera o uso da temperatura ambiente como FC, o que o leva a concluir sobre a inviabilidade da visita na galeria superior. Na mesma caverna, Lobo (2005) utilizou como FCs o aspecto social, o grau de dificuldade no acesso e os níveis de circulação de energia no ambiente, sem deixar de considerar a possibilidade de visita nas galerias superiores.

As quatro situações mencionadas, dignas de nota



por seu pioneirismo e pelos resultados obtidos, demonstram que os estudos sobre Capacidade de Carga em cavernas no Brasil ainda podem avançar de forma substancial. Pode-se observar que, por sua natureza de análise, a maioria dos fatores utilizados tem como denominador comum a preocupação com os turistas, o que também deve ser considerado nesta fase do cálculo. Todavia, é necessário que estudos focados nas consequências efetivas do turismo no ambiente apresentem respostas para os limites de

resiliência de uma caverna frente aos impactos gerados pelo turismo.

Entende-se também que os limites numéricos de visitas diárias não resolvem todos os problemas do turismo, como por exemplo, a questão do comportamento dos turistas. Mas não restam dúvidas de que em ambientes frágeis como as cavernas, os limites numéricos de visitantes e as restrições espaciais de visitação são pontos importantes para minimizar as interferências no meio cavernícola.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo se localiza na região da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, microbacia do rio Betari, região Sudoeste do Estado de São Paulo, município de Iporanga. Parte da região é protegida por um mosaico de UCs, dentre as quais se destaca o PETAR. Criado em 1958 pelo Decreto Estadual nº. 32.283, o parque possui uma área de 35.102,83 ha e quatro núcleos de visitação: Caboclos, em Apiaí; Santana, Ouro Grosso e Casa de Pedra, em Iporanga.

Quanto à geologia regional, a área é parte da faixa de dobramentos Apiaí, englobando as formações Bairro da Serra, Mina de Furnas e Passa Vinte (Karmann & Ferrari, 2002). Sob o ponto de vista espeleológico, foi classificada por Karmann & Sánchez (1979) como Província Espeleológica do Vale do Ribeira. Nos limites do Parque e em seu entorno imediato, mais de trezentas cavernas já foram registradas.

Sobre sua geomorfologia, o PETAR está inserido no flanco Sudoeste da Serra de Paranapiacaba. Trata-se de um relevo montanhoso, com amplitudes topográficas de até 700 m, correspondendo a uma zona de transição entre o Planalto Atlântico e a Baixada Costeira composta por altiplanos interiores (IPT, 1981). Dentre estes altiplanos, destaca-se na região em estudo o Planalto do Lajeado, o qual é cortado pelo rio Betari, formador da microbacia que engloba a caverna

estudada e atual nível de base do sistema cárstico local (Karmann, 1994).

A caverna de Santana está inserida na Formação Bairro da Serra (Figura 1). Segundo Campanha (1991), trata-se da unidade com maior expressão em área na região, formada por dois corpos distintos – a faixa carbonática homoclinal da caverna de Santana – e outro, irregular, estruturado pelo sinclinal do Bairro da Serra, Anticlinal do Sem Fim e o flanco invertido do anticlinal do Bairro Betari. É composta por metacalcarenitos e metacalcilutitos impuros e margosos, predominantemente calcíticos e localmente dolomíticos, de coloração cinza escuro. Caracteriza-se também pela alternância de estratos mais ou menos impuros, com freqüentes intercalações de metassiltitos carbonáticos e filitos.

A caverna de Santana possui um curso d'água ativo em seu interior, o rio Roncador. Sua geomorfologia é composta basicamente por condutos e salões de entalhamento vadoso com alargamento freático, embora algumas feições de sua espeleogênese freática também possam ser observadas (Karmann, 1994). A visitação turística da caverna é feita em um trajeto linear de 486,34 m – aproximadamente 9,65% de seu total – envolvendo trechos da galeria do rio e das galerias superiores (Figura 2).

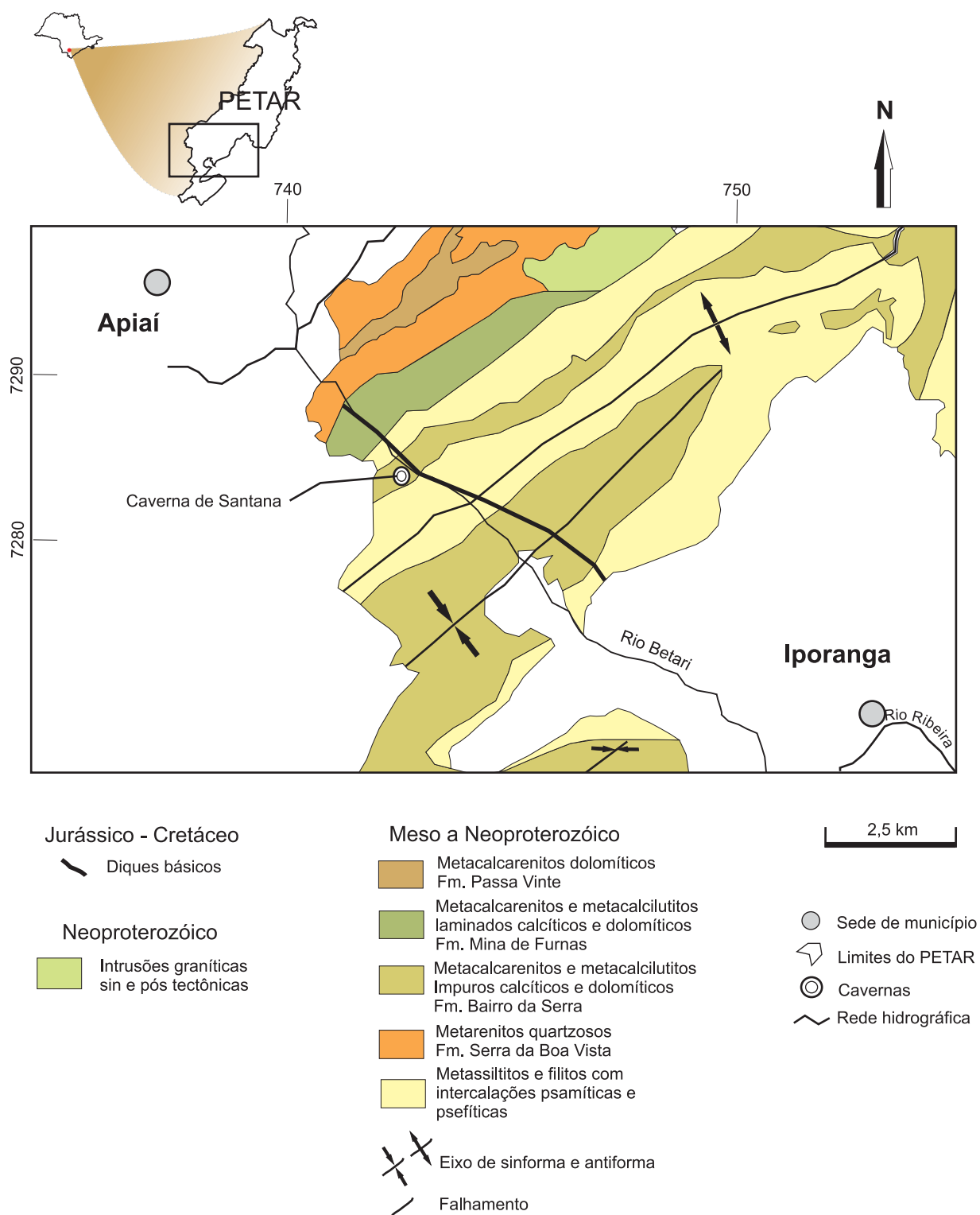
## O TURISMO NO PETAR

A economia do Vale do Ribeira se pauta na agricultura e, mais recentemente, no ecoturismo. A profusão de UCs na região reduziu paulatinamente as demais oportunidades de emprego e renda em outros setores, canalizando a mão-de-obra local para os diversos estabelecimentos voltados à atividade turística.

A visitação pública no PETAR teve seu início nos anos sessenta. À época, a prefeitura de Iporanga contratou um serviço de guias locais, dando início à exploração turística da caverna de Santana. Paralelamente, grupos de espeleologia começaram a

surgir em São Paulo e a fazer expedições para explorar as cavernas do Parque, o que culminou, em 1969, na criação da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE (ING\_ONG, 2002b).

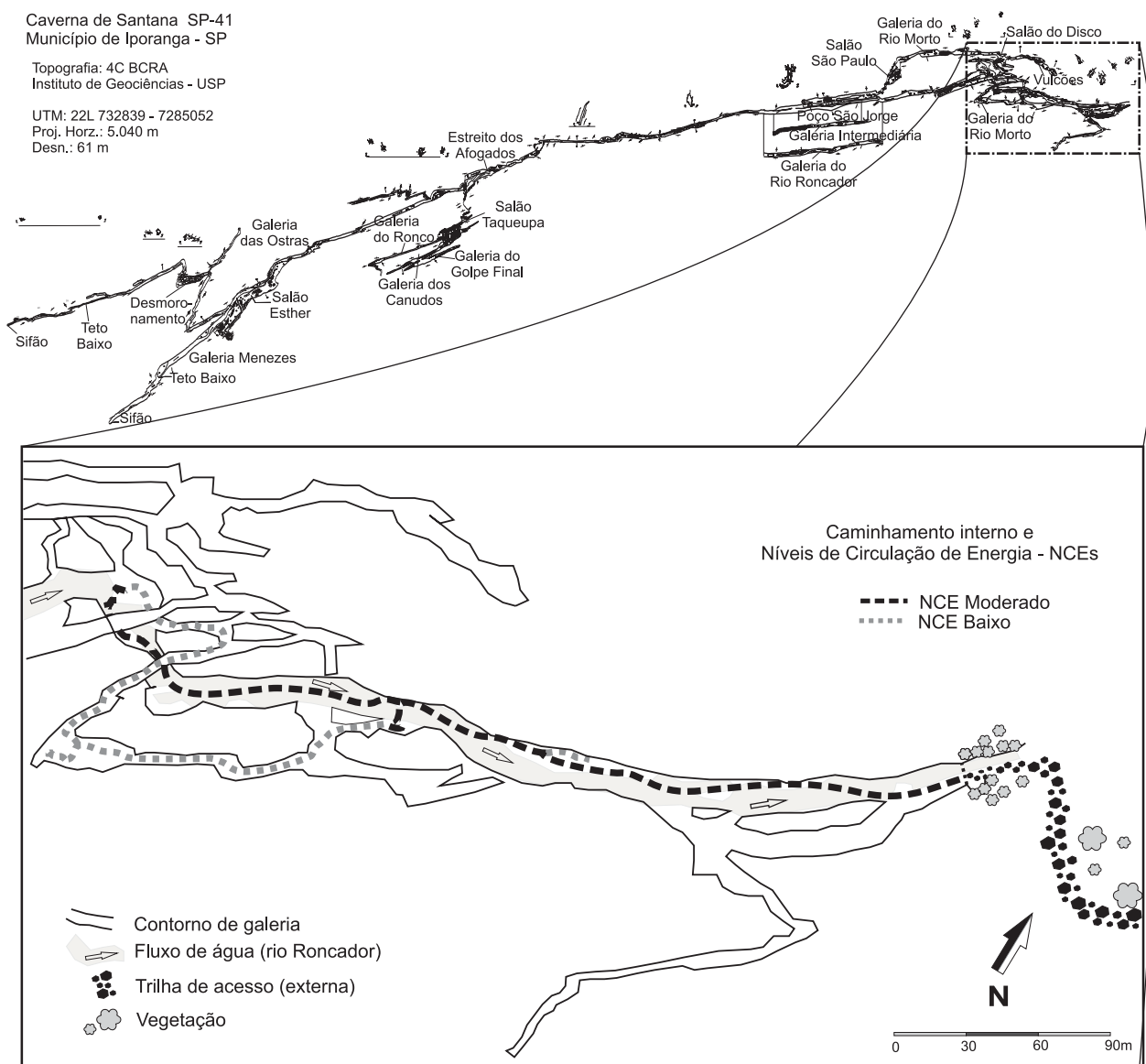
A efetivação da gestão da UC se deu em 1985, quase trinta anos após a sua criação. Em um primeiro momento, priorizou-se a regularização fundiária e a implantação de estruturas de visitação, deixando de lado a pesquisa científica e o plano de manejo. Em 2001 o Parque implantou o seu Conselho Consultivo, ampliando a participação das comunidades de entorno



**FIGURA 1.** Localização da caverna de Santana no PETAR e sua relação com a geologia regional nos limites do parque. Adaptado pelo autor a partir de Karmann (1994), IG (1999) e Karmann & Ferrari (2002).

e atores sociais envolvidos com a UC em seu processo decisório. À mesma época, retomou-se a discussão sobre a elaboração de seu Plano de Manejo (ING\_ONG, 2002b).

O Parque passou por problemas graves de uso público com a morte de três turistas e um monitor ambiental entre os anos de 2003 e 2007. Estes fatos geraram sérios questionamentos sobre as condições



**FIGURA 2.** Planta baixa da caverna de Santana modificada a partir de IGC (2000), com detalhe para a ressurgência do rio Roncador e conjunto de galerias superiores, áreas abertas ao turismo. As linhas pontilhadas no interior da caverna indicam o trajeto de visitação, com a classificação dos NCE conforme proposta de Lobo & Zago (2007).

de segurança para os turistas e para o meio ambiente, o que culminou, em alguns casos, com o fechamento temporário da UC para visitação e com o fechamento definitivo do *camping* no Núcleo Santana. Em fevereiro de 2008, as cavernas do PETAR, bem como dos PEs Intervalos e caverna do Diabo, foram novamente

fechadas para o turismo, sendo reabertas em maio do mesmo ano. De forma a auxiliar na compreensão da dimensão destes impactos na comunidade, a Tabela 1 apresenta dados de visitação do PETAR entre os anos 1999 e 2005; e a Tabela 2, do Núcleo Santana – foco maior deste estudo – no período entre 2003 e 2007.

**TABELA 1.** Total de visitantes no PETAR (1999 a 2005).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>TOTAL</b>	26.781	38.532	43.324	48.693	42.477	30.741	22.678

**TABELA 2.** Total de visitantes no Núcleo Santana (2003 a 2007).

	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
JAN	-	2.549	1.725	2.338	1.485	8.097
FEV	1.216	2.120	2.036	2.749	1.979	10.100
MAR	3.624	741	1.694	797	696	7.552
ABR	3.873	2.709	3.088	4.368	3.309	17.347
MAI	3.398	2.125	1.960	1.464	1.688	10.635
JUN	2.479	1.786	1.253	1.967	1.601	9.086
JUL	3.300	2.236	1.605	2.428	1.792	11.361
AGO	1.991	1.262	1.077	1.278	1.304	6.912
SET	3.766	3.134	1.509	2.885	3.225	14.519
OUT	3.517	2.499	2.439	2.886	3.259	14.600
NOV	2.834	2.619	2.142	2.125	2.325	12.045
DEZ	1.562	1.392	1.842	2.334	2.309	9.439
<b>TOTAL</b>	<b>31.560</b>	<b>25.172</b>	<b>22.370</b>	<b>27.619</b>	<b>24.972</b>	<b>131.693</b>

## MÉTODOS E ETAPAS DE PESQUISA

Os estudos relacionados à Capacidade de Carga da caverna de Santana se iniciaram em 2004. Em um primeiro momento, de 2004 a 2005, foi tomado por base o exemplo do trabalho realizado nas cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul, em Bonito-MS (UFMS, 2002). O trabalho de Sgarbi (2003) não pôde ser utilizado, pois embora o autor apresente um valor de CCR para a caverna de Santana (430 pessoas), não faz menção de como o obteve. Posteriormente, de 2006 até o presente, os estudos foram revisados, tendo em vista novos parâmetros de análise e a necessidade de controle da visitação do atrativo.

O método empregado baseou-se em uma atualização do original de Cifuentes, sendo publicado por ele mesmo e outros autores quando da aplicação prática em uma UC costarriquenha (Arias et al., 1999). Este consiste em três fases hierárquicas e correlacionadas de cálculo, a CCF, a CCR e a CCE. Optou-se por trabalhar apenas com as duas primeiras fases, já que o objetivo das pesquisas sempre esteve ligado ao monitoramento ambiental da caverna de Santana, buscando identificar os seus limites de uso turístico. A terceira fase, a CCE, se direciona a Capacidade de Manejo do gestor da área, fator este não abordado por uma questão de foco de estudos.

A primeira fase do cálculo (CCR) apresenta uma relação entre o espaço disponível para visitação e o tempo em que o percurso realizado ocorre, sendo regida pela Equação 1:

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV \quad (1)$$

onde S representa o espaço disponível para visitação, sp o espaço ocupado por cada visitante – ambos em metros lineares – e NV o número de vezes que cada visitante pode realizar o percurso, o que pode ser obtido dividindo-se o horário total de visitação – Hv – pelo tempo utilizado para a realização do roteiro – Tv (Equação 2).

$$NV = \frac{Hv}{Tv} \quad (2)$$

Em seguida, são anexados ao cálculo os FCs, que representam problemas mensuráveis de ordem biótica, abiótica e social, da forma como expresso na Equação 3:

$$FCx = 1 - \left( \frac{Mlx}{Mtx} \right) \quad (3)$$

onde o fator de correção “x” da CCF é uma fração entre a magnitude limitante do problema – Mlx – em relação à sua magnitude total – Mtx.

Para cada um dos parâmetros analisados onde se constata uma variação significativa em relação ao turismo, cria-se um novo FC. Estes podem ser ilimitados, desde que haja pertinência na aplicabilidade de situações-problema para cada caso analisado. Desta forma, obtêm-se a CCR da área sob análise (Equação 4):

$$CCR = CCF * FC1 * FC2 * FC3... * FCn \quad (4)$$

Com base no método ora exposto, realizaram-se oito visitas de campo à caverna, entre agosto de 2004



e março de 2005, com o objetivo de fazer uma medição exata do circuito de visitação. Os padrões adotados atendem o grau 5 da *British Cave Research Association* – BCRA – (Trillo, 2000), considerado um nível aceitável de precisão para medição de cavernas.

As visitas de campo foram também utilizadas para a identificação e seleção de indicadores ambientais que poderiam ser aplicados como FCs na segunda fase do cálculo da Capacidade de Carga. Pode-se dizer que esta é a etapa mais delicada da metodologia, pois é quando são definidos os parâmetros que serão considerados e quais os limites aceitáveis de mudanças em cada um deles para ordenar o uso turístico.

Em estudo realizado em trilhas na Costa Rica, Arias et al. (1999) sugerem o uso dos seguintes FCs: social – que faz menção ao melhor aproveitamento do grupo pela manutenção de uma certa sensação de isolamento, ao evitar ao máximo o contato entre grupos –, erosão, acessibilidade, precipitação, insolação, fechamentos periódicos e alagamentos na trilha. A maioria destes fatores não se aplica ao turismo em cavernas, seja por suas condições ambientais, seja pela falta de uma ligação direta entre a detração ao turismo gerada pelo fator e o ambiente subterrâneo.

Para a caverna de Santana foram inicialmente selecionados como FCs o grau de dificuldade, os NCEs e o fator social. Para os NCEs, tomou-se por base a proposta de Heaton (1986). A classificação seguiu as indicações teóricas apontadas por Scaleante (2003) em conjunto com as observações de campo (Lobo, 2005).

Posteriormente, a continuidade dos estudos sobre a temática no local permitiu o aprimoramento de um dos FCs inicialmente adotados, os NCEs. Partindo dos estudos de dinâmica atual do sistema cárstico do Vale do Ribeira (Karmann, 1994) e de uma revisão do

conceito proposto por Heaton (1986), a classificação dos NCEs da caverna de Santana com base no indicador circulação de água foi modificada (Lobo & Zago, 2007, com os resultados da classificação indicados na Figura 2). Esta revisão permitiu a alteração do respectivo FC na fórmula de Cifuentes. Uma nova aplicação dos NCEs na Capacidade de Carga foi então proposta por Lobo (2007).

Por fim, a atualização dos estudos de Capacidade de Carga da caverna de Santana ocorreu após uma vistoria técnica realizada no dia 09 de abril de 2008, em equipe composta por técnicos da Fundação Florestal, do CECAV, representantes da comunidade local e pesquisadores atuantes no Parque. Apesar dos estudos anteriores já terem sido enviados à direção da UC quando de sua publicação, os limites de visitação nunca haviam sido implantados na caverna. A título de precaução ambiental, a sua implantação foi colocada como condição obrigatória para a admissão da reabertura da caverna para visitação – ocorrida em 19 de abril de 2008 – por meio de um Plano de Ações Emergenciais. Esta situação deverá perdurar até a elaboração do seu PME, o qual deverá apresentar a sua Capacidade de Carga Turística definitiva, já que o presente estudo foi elaborado de forma a fornecer um subsídio preliminar para o início de uma nova fase de gestão do atrativo e para subsidiar o monitoramento dos impactos ambientais decorrentes da visitação.

Na última etapa da pesquisa foram utilizados os princípios básicos de manejo turístico do método VIM, aplicado em gestão de cavernas por Hamilton-Smith (1997). Esta fase teve por objetivo estabelecer o uso racional da caverna de Santana considerando, além dos limites estipulados na Capacidade de Carga, a sazonalidade do turismo no Parque.

## CAPACIDADE DE CARGA REAL DA CAVERNA DE SANTANA

O primeiro passo para a identificação da CCR da caverna de Santana foi o cálculo de sua CCF. A primeira etapa da pesquisa de campo identificou que, em média, os grupos de turistas fazem o trajeto de visitação em 1:30 hs, valor ora adotado como referência. Considerando que o Parque abre das 8:00 hs às 17:00 hs, um visitante pode percorrer o circuito turístico da caverna de Santana seis vezes ao dia, sendo este valor o seu NV.

Para o cálculo da CCF, admitiu-se que cada visitante dentro da caverna ocupa um metro linear de trilha, padrão usualmente utilizado na metodologia de Cifuentes. A medição do trajeto de visitação em campo resultou em exatos 486,34 m de percurso, o que resulta na seguinte CCF:

$$CCF = \frac{486,34}{1} * 6$$

$$CCF = 2918,04 \text{ visitas/dia}$$

O valor identificado na CCF serve apenas como um coeficiente de rotatividade, não oferecendo nenhuma base segura para um manejo sustentável e conservacionista do ambiente.

Para um parâmetro mais próximo da realidade são aplicados os FCs, situações-problema relacionadas ao local analisado. Neste caso, foram trabalhados: os níveis de circulação de energia – FC<sub>ncc</sub> – com base no indicador presença e volume d'água; e os aspectos sociais relativos à sensação de isolamento buscada por

ecoturistas, bem como à sua segurança –  $FC_{social}$ . O grau de dificuldade no acesso –  $FC_{gd}$  –, originalmente utilizado por Lobo (2005), foi desconsiderado no presente estudo. Isto ocorreu devido às constatações de que os turistas, em muitos casos, têm na dificuldade de visita um fator motivador. Em se tratando de uma característica intrínseca à atividade realizada, não se justifica a sua aplicação para o processo de manejo turístico.

Para a obtenção do  $FC_{social}$ , adotou-se como prática de manejo a divisão dos turistas em grupos de oito pessoas acompanhadas por um monitor ambiental. Este valor consta do Plano de Ações Emergenciais da caverna, não havendo nenhuma justificativa técnico-científica que o embase. Anteriormente, a CCR da caverna de Santana havia sido feita com base em grupos de 11 visitantes, sendo dez turistas e um monitor ambiental, valores até então praticados na região (Lobo, 2005). Por outro lado, manteve-se a recomendação inicial posta pelo autor, de manter uma distância mínima de cinquenta metros entre os grupos, de forma a evitar tumultos no interior da caverna.

Para o cálculo do  $FC_{social}$  é preciso primeiro identificar a sua magnitude limitante, da forma como explanado em Arias et al. (1999), considerando:

- número de grupos de turistas simultaneamente dentro da caverna (considerando o espaço ocupado por cada pessoa de um metro linear multiplicado pelo total de nove pessoas e o espaço de 50 m entre os grupos): 8,243;
- Como o fator social está ligado à sensação de isolamento, à segurança do visitante e ao conforto durante o passeio, a magnitude limitante será o espaço que separa os grupos, ou seja, 412,152 m.

$$FC_{social} = 1 - \frac{412,152}{486,34}$$

$$FC_{social} = 0,152$$

O que implica em dizer que o  $FC_{social}$  limita a CCF à 15,2% de seu total.

Por sua vez, o  $FC_{ncc}$  foi obtido em estudos feitos por Lobo & Zago (2007). Com base em Heaton (1986), estes autores utilizaram como principal indicador a presença e a vazão dos cursos d'água. Desta forma, classificaram os 221,08 m do circuito turístico na galeria superior como sendo de baixa circulação de energia, e os 265,26 m da galeria do rio como sendo de moderada circulação de energia, sendo que os parâmetros utilizados para a classificação são apresentados no Quadro 1.

**QUADRO 1.** Parâmetros para a classificação dos NCEs da caverna de Santana.

BASE TEÓRICA		CAVERNA DE SANTANA (Lobo & Zago, 2007)	
NCEs	Indicadores Sugeridos (Heaton, 1986)	Trecho Classificado	Parâmetros para a Classificação
Alto	1. Inundações periódicas dos cursos d'água; 2. Movimentação de blocos rochosos; 3. Vento constante.	-	-
Moderado	1. Presença de cursos d'água sem enchentes periódicas; 2. Movimentação de ar em menor intensidade.	Galeria do Rio Roncador (293,44 m)	I. Presença de fuligem, areia, terra e outros sedimentos depositados no chão, nas paredes e nos espeleotemas, causados provavelmente pela queima do acetileno dos reatores de carbureto e trazidos fisicamente pelos turistas; II. Manutenção das características físicas e da configuração da galeria do rio, sem grandes mudanças anuais em função das enchentes. Isso inclui a manutenção das estruturas físicas de visita, agregadas ao meio físico, e que sofrem poucas consequências diretas das cheias esporádicas.
Baixo	1. Ausência de cursos d'água, existindo no máximo gotejamentos e escorrimentos; 2. Ar parado, sem circulação aparente.	Galerias superiores (Salão do Cavalo e rede de galerias Fafá-Cristo-Encontro) (213,63 m)	I. Quanto a circulação d'água, apenas gotejamentos e escorrimentos intermitentes; II. O grande volume de material orgânico e inorgânico encontrado em diversos pontos do trajeto – com destaque especial para a fuligem da queima de carbureto; III. Impressão de ausência de vento.

Posteriormente, a aplicabilidade dos NCEs no método de Cifuentes foi proposta por Lobo (2007). Seguindo a orientação metodológica de Arias et al. (1999), o autor hierarquizou os NCEs de forma a gerar uma escala qualitativa de pesos, aplicada conforme a gravidade da situação. Assim, as áreas da caverna cujo NCE seja baixo foram consideradas de forma integral, por serem as mais susceptíveis aos impactos ambientais do turismo conforme sugere a literatura consultada. Logo, seu peso é igual a 1. Nas áreas cujo NCE é moderado foram consideradas, para efeito de cálculo, um peso de 50% de seu total, colocando-as em uma escala intermediária (peso 0,5) entre as situações mais graves (NCE baixo, peso 1) e as situações menos

graves (NCE alto, peso 0). Desta forma, o  $FC_{nce}$  foi assim calculado:

$$FC_{nce} = 1 - \left( \frac{(265,26 * 0,5) + (221,08 * 1)}{486,34} \right)$$

$$FC_{nce} = 0,2727$$

Ou seja, o  $FC_{nce}$  reduz o valor inicial à 27,27% de seu total.

Assim, aplicando-se os FCs citados à equação da CCR obtêm-se o seguinte resultado:

$CCR = 2918,04 * FC_{soc}$  (Lobo, 2005)  $* FC_{nce}$  (Modificado de Lobo, 2007);  $CCR = 2918,04 * 0,152 * 0,2727$ ;  $CCR = 120,9539$  visitas/dia.

## DISCUSSÃO

O uso da Capacidade de Carga pela metodologia de Cifuentes é ponto controverso e passível de discussões na opinião de diversos especialistas em gestão turística. A maioria das críticas observadas pode ser sintetizada por meio do trabalho de Delgado (2007), versando sobre a falta de parâmetros científicos claros que relacionem os FCs aos impactos do turismo e aos parâmetros qualitativos que vão além da limitação física e temporal.

De fato, detecta-se de igual forma neste trabalho um problema na Capacidade de Carga, muito mais ligado a sua aplicação do que a sua concepção. Mesmo no material original de Cifuentes (Arias et al., 1999), os autores tecem um alerta a necessidade de monitoramento dos parâmetros adotados para a efetivação da gestão dos atrativos estudados. Porém, a experiência tem demonstrado que, muitas vezes, a metodologia tem sido reduzida a um simples cálculo numérico, sendo esta apenas uma parte de seu processo. Trata-se de uma maneira equivocada de aplicação, que busca simplificar o manejo de uma área natural a um conjunto de pressupostos que, muitas vezes, carecem de uma base científica que comprove uma relação de nexo causal entre os parâmetros de análise selecionados e os impactos decorrentes do turismo.

No caso específico de cavernas, os pontos críticos de manejo e gestão já foram, em linhas gerais, definidos por trabalhos anteriores, o que de certa forma facilita no direcionamento dos estudos em busca de parâmetros científicos para a Capacidade de Carga. Cigna (2002) apresenta uma síntese das variáveis mais relevantes, evidenciando a importância do estudo do microclima e dos padrões de acúmulo e dispersão de energia no ambiente cavernícola como fatores de manejo. Isto abre novas portas para o uso da Capacidade de Carga, a partir de estudos práticos que

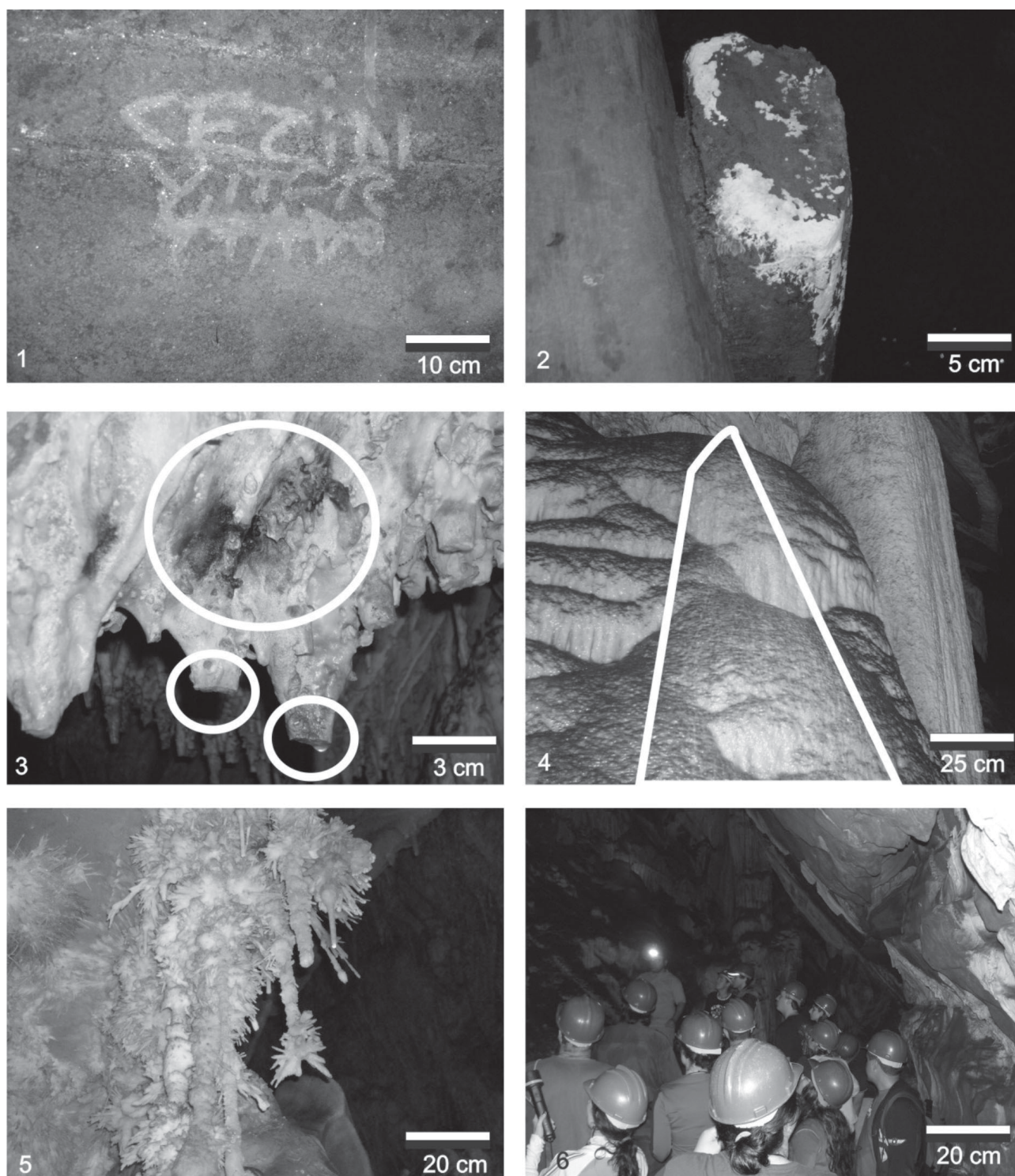
comproven a aplicação das variáveis mencionadas na limitação e manejo de turistas em cavernas.

Entende-se que o número diário de visitas apresentado na CCR deve ser tomado apenas como uma referência inicial de trabalho, muito mais focada na regulamentação da atividade para atender a uma pontual instância política. Não existem dados que comprovem que o valor anteriormente sugerido em Lobo (2005), de 243 visitas diárias, é inviável sob o ponto de vista ambiental. Assim, prevaleceu uma decisão de política preventiva de manejo, amparada por dados preliminares que invocam uma prerrogativa de monitoramento para definição de parâmetros mais objetivos.

Tal constatação, se ampliada, permitiria o levantamento de questionamentos sobre os reais limites de visitação da caverna de Santana. Considerando os dados fornecidos pela administração do Parque, o Núcleo Santana chegou a receber mais de mil visitantes em um único dia – 1.086, no dia 20 de Abril de 2003. Embora não se possa comprovar que todos eles efetivamente estiveram na caverna de Santana, admite-se aqui esta possibilidade – reforçada por relatos de guardas-parque e monitores ambientais locais, quanto a valores semelhantes em épocas anteriores à série histórica apresentada na Tabela 2. Alia-se a isto o uso dos reatores de carbureto, permitidos até 2006. Scaleante (2001, 2003) desenvolveu pesquisas que comprovaram que este equipamento gerava impactos consideráveis no microclima da caverna. Estes, por vezes, geram danos irreversíveis (Lobo, 2006) sem um manejo corretivo. A título de ilustração, alguns destes impactos e áreas de maior fragilidade da caverna podem ser visualizados na Prancha 1.

Desta forma, há um parâmetro inicial que pode ser considerado como base para a limitação ao uso





**PRANCHA 1.** (1) Vandalismos feitos por turistas no teto da galeria do rio Roncador; (2) Estruturas de madeira inseridas na caverna para facilitar o acesso turístico, em processo inicial de decomposição, com o surgimento de fungos, podendo alterar a ciclagem de nutrientes do ambiente; (3) Espeleotemas quebrados e queimados em função do uso de reatores de carbureto; (4) Deposição de fuligem (áreas mais escuras), provavelmente oriunda da queima do acetileno. A faixa vertical mais clara ao centro da foto indica provável processo de lavagem e/ou deposição de calcita por escorrimento superficial de água, ocorridos pós-proibição do uso das carbureteiras; (5) Espeleotemas diversos, em áreas fechadas ao uso público, apresentando condições mais próximas às originais, o que sugere que a circulação de energia dentro da caverna não transporta os impactos da área aberta ao uso público para esta região, no Salão das Flores – galeria superior; (6) A foto ilustra o acúmulo de pessoas em trecho da galeria superior, aguardando a saída do grupo que estava no salão mais a frente. Embora não haja consenso técnico sobre o número ideal de turistas por grupo, situações como estas tendem a ampliar os impactos da visitação. Fotos do autor.

turístico da caverna de Santana: se valores que giram em torno de 120 a 243 visitas diárias podem representar o sub-uso do atrativo, abrindo margem para que outras cavernas tenham que ser utilizadas para suprir a demanda atual de visitação do Parque e para que estudos futuros apresentem um valor mais próximo do aceitável, valores que atingem a casa dos milhares são, comprovadamente, danosos para o ambiente. Seria esta uma primeira indicação de um valor mais próximo do real dos verdadeiros limites de CCR da caverna de Santana?

Partindo dos valores apresentados, foram realizadas algumas simulações no sentido de verificar a frequência de visitação na caverna de Santana em função do tempo disponível. Busca-se com isso identificar subsídios para a sua correta gestão, levando-se em conta os anseios do *trade* turístico local, compos-

to, em sua maioria, pelas comunidades de entorno do Parque. Assim, considerando-se os grupos de oito turistas acompanhados por um monitor ambiental, foram testados os valores mencionados dentro do tempo disponível para visitação, tendo por base o roteiro de 1:30 hs já mencionado anteriormente (Tabela 3).

A questão crucial para a presente fase de gestão, que se baseia em procedimentos preliminares e provisórios, é a limitação gerada pelo próprio circuito turístico da caverna de Santana, que conforme pôde ser observado na Figura 2, tem parte de seu trajeto de entrada e saída pelo mesmo caminho. O espaço disponível neste trecho, que totaliza 166,66 m – ou aproximadamente 34% do seu total – inviabiliza a formação de caminhos distintos para a ida e a volta, tendo as paredes da galeria e o rio Roncador como limitadores físicos.

**TABELA 3.** Testes de frequência de grupos baseados em diversos limites diários de visitas para a caverna de Santana.

Limite de visitantes	Grupos de nove visitantes/dia	Visitantes/dia – valor corrigido	Intervalo de tempo entre grupos
120,9539	13	117	34'36"
243,49 (Lobo, 2005)	27	243	16'39"
<b>1.086 (20/04/2003)</b>	120	1.080	3'45"

Deste fator condicionante derivam duas questões. A primeira delas leva em conta uma possível adaptação feita à metodologia de Cifuentes, que preconiza a necessidade de o caminhar turístico ser feito apenas em um sentido da trilha. Assim, haveria uma redução da CCF da caverna de Santana, o que levaria à conseqüente redução na CCR. Esta nova situação é ilustrada abaixo:

$$CCF = \frac{(486,34 - 166,66)}{1} * 6$$

$$CCF = 1918,08 \text{ visitas/dia}$$

Com base nesta nova situação hipotética, a CCR baseada nos FCs ora considerados seria assim expressa:

$$CCR = 1918,08 * FC_{social} * FC_{nce}$$

$$CCR = 1918,08 * 0,152 * 0,2727$$

$$CCR = 79,50 \text{ visitas/dia.}$$

Esta primeira hipótese se mostra ainda mais restritiva, culminando em apenas oito grupos diários de nove visitantes.

A segunda hipótese investiga a inviabilidade de um intervalo muito pequeno entre os grupos, o que

poderia gerar tumultos na galeria do rio. Um breve experimento foi feito neste sentido, relacionando o tempo de visitação ao seu trajeto. Muito embora o tempo utilizado para fazer o roteiro da caverna de Santana seja decorrente não somente da distância percorrida, mas também em função: das paradas interpretativas, da dificuldade de caminhar em alguns trechos e da curiosidade dos turistas, admitiu-se, para efeito de cálculo, uma velocidade média do percurso em metros/segundo, o que pode ser visualizado na Equação 5.

$$Vm = \frac{St}{Tt} \quad (5)$$

onde  $V_m$  corresponde à velocidade média de visitação,  $S_t$  ao espaço total disponível em trilha, expresso em metros lineares, e  $T_t$  ao tempo total de visitação, em segundos. Assim, a  $V_m$  de visitação da caverna de Santana corresponde à:

$$Vm = \frac{486,34}{5.400}$$

$$Vm = 0,09 \text{ m/s}$$

Mas, o dado necessário para a linha de raciocínio desenvolvida não é tão somente a  $V_m$ , mas sim, o tempo mínimo de intervalo entre grupos para diminuir a



probabilidade de encontro no trecho da trilha aonde o trajeto de ida e volta é concomitante. Este intervalo é obtido multiplicando-se a  $V_m$  pela metragem do trecho sob análise (Equação 6):

$$Tg = \frac{Sx}{Vm} \quad (6)$$

onde  $T_g$  é o intervalo de tempo entre grupos em minutos e  $S_x$  é o tamanho, em metros lineares, do trecho da trilha sob análise.

Então, na caverna de Santana o valor de  $T_g$  corresponde a:

$$Tg = \frac{166,66}{0,09}$$

$$Tg = 1871,778 \text{ segundos, ou } 30'51''$$

Por esta linha de raciocínio apenas a CCR de 117 visitas diárias estaria dentro dos parâmetros aceitáveis, conforme ilustrado na Tabela 3. Desta forma, para efeitos práticos de política de gestão emergencial para a caverna de Santana recomendou-se este limite de extrema precaução ambiental e social.

Como consequência direta do manejo proposto, há também que se considerar que o limite de 117 visitas diárias está abaixo da CCR provisória estipulada, gerando um crédito numérico de 3,9539 visitas diárias, que para efeitos práticos pode ser aproximado para quatro. Embora a metodologia utilizada seja clara quanto à limitação diária e não cumulativa de visitantes, foram adotados os princípios básicos do método VIM, que postulam sobre a adequada distribuição da capacidade de carga de turistas de uma área em seus diversos roteiros de visitação (e.g. Hamilton-Smith, 1997).

Assim, levando-se em conta que o espaçamento temporal entre grupos seja a única justificativa plausível para a adoção do limite mais restritivo de visitação ora proposto ao invés do limite de 243 visitas diárias proposto por Lobo (2005), sugere-se uma adaptação à CCR da caverna de Santana. Nesta situação, seria admitido o manejo do saldo resultante da visitação diária para os finais de semana e feriados, dias com maior movimento no Parque, de forma a ampliar as possibilidades de visitação do atrativo. Assim, para os finais de semana e feriados, seria admitido o valor preliminar de 135 visitas diárias, divididos em 15 grupos de nove visitantes cada, com a visitação iniciando-se às 8:30 hs da manhã. Considerando que em cada grupo haverá

um monitor ambiental local, a CCR provisória para a caverna de Santana dar-se-ia na forma apresentada na Tabela 4.

**TABELA 4.** CCR provisória sazonal da caverna de Santana.

Período de visitação	CCR provisória
Dias úteis	117 visitas/dia (104 turistas, em grupos de oito)
<b>Sábados, domingos e feriados</b>	135 visitas/dia (120 turistas, em grupos de oito)

Esta opção respeita um pouco mais a sazonalidade turística anual do destino, com grande parte de seu fluxo concentrado em finais de semana e feriados prolongados. Entretanto, ressalta-se a necessidade de que pesquisas sejam realizadas, em caráter de urgência, verificando os impactos dessa nova realidade nos empreendimentos turístico da região, com enfoque em Iporanga e, em um segundo momento, em Apiaí.

Por outro lado, a limitação incisiva ora proposta – e já de antemão aceita pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e gestão do patrimônio em questão –, suscita uma nova questão, altamente emblemática e problemática para a região: a alteração nos preços cobrados pela visitação dos atrativos no PETAR. Primeiro, porque na maioria dos casos, convencionou-se na região a se trabalhar com uma relação de dez turistas por monitor ambiental, reduzindo assim os custos do visitante. A situação gerada impõe uma proporção de oito turistas por monitor. Segundo, porque existe o risco de gerar reservas de mercado e priorização no atendimento a certos grupos em detrimento de outros, pelo baixo limite de visitação. Mesmo com um sistema bem articulado, a exemplo de Bonito-MS onde o *voucher* único faz às vezes de um mecanismo controlador, existe o sério risco de limitação na visitação pelo preço, e não somente pela ordem de chegada. Esta questão ainda é uma incógnita em um primeiro momento, mas precisa ser levada a tona no processo de gestão do PETAR o mais cedo possível, para evitar a demasiada elitização do destino, da mesma forma que acontece em outros destinos ecoturísticos do país, o que pode ser comprovado pelos dados de perfil socioeconômico de seus visitantes (e.g. Kadota et al., 2004; Souza & Lobo, 2007).

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo apresenta a quarta contribuição técnico-científica no Brasil (e a quinta no mundo) feita

sobre a adaptação da Capacidade de Carga de Cifuentes para o manejo de cavernas turísticas. Assim

como nos trabalhos pioneiros feitos por UFMS (2002), ING\_ONG (2002a) e Lobo (2005) – este último, correspondente a fase exploratória do presente estudo –, abrem-se possibilidades para uma série de questionamentos quanto aos FCs adotados na CCR, ora considerada a fase mais delicada do processo.

A primeira recomendação é quanto a uma nova adaptação no método de Capacidade de Carga. O FC<sub>social</sub>, amplamente utilizado nas mais diversas situações de manejo turístico, deveria ser retirado definitivamente da CCR, sendo deixado para a CCE. Isto porque tal fator trata, basicamente, de uma questão de preferências e formas de gestão, o que é normalmente relacionado à terceira fase do processo. Como fator detrator na CCR, a experiência prática não demonstrou a existência de um nexos causal evidente entre o número de pessoas por grupo e o distanciamento entre os grupos com os impactos ambientais gerados. Mesmo os dados apresentados em ING\_ONG (2002a) e Scaleante (2003) não são conclusivos neste sentido, já que ambos trabalharam com a hipótese de grupos de turistas utilizando reatores de carbureto – situação esta que já não corresponde à realidade de manejo do Parque. Outros aspectos, como declividade do terreno, grau de dificuldade no acesso e piso escorregadio também precisam ter sua aplicabilidade revista, já que se referem aos problemas relativos ao uso turístico, à segurança do visitante e às suas preferências de consumo, mas não ao manejo do ambiente.

Por outro lado, parâmetros comprovadamente afetados pelo uso turístico ainda não foram testados e validados como FCs. Recomenda-se também que as variações naturais e antrópicas da temperatura ambiente, da umidade relativa do ar e das taxas de CO<sub>2</sub>, que são parâmetros consagrados no manejo espeleológico e de fácil mensuração, sejam adaptados para a Capacidade de Carga. Além disso, recomenda-se o uso de ao menos um parâmetro relacionado aos possíveis distúrbios na fauna cavernícola, abrindo campo para pesquisas de manejo turístico com enfoque ecológico.

No caso específico da caverna de Santana, recomenda-se que o monitoramento seja iniciado tão logo quanto a visitação turística seja retomada. Os estudos de base para o manejo poderão fornecer significativos subsídios para a ampliação da CCR com base nos parâmetros sugeridos ou em outros que venham a ser identificados. Além disso, um amplo estudo do meio

físico é recomendável, considerando além do microclima: os fluxos e direção das correntes de ar (Buecher, 1999), a temperatura e os parâmetros físico-químicos da água (Pulido-Bosch et al., 1997), a temperatura de superfície das rochas e espeleotemas em pontos estratégicos (Freitas & Schmekal, 2006), as taxas de condensação de água nas paredes e no teto da caverna (Sarbu & Lascu, 1997; Freitas & Schmekal, 2006) e a análise microscópica de varredura – MEV – de amostras de espeleotemas e rochas (Pulido-Bosch et al., 1997; Gradziński et al., 2001).

Os FCs utilizados devem ser revistos. Para o FC<sub>social</sub>, independente de sua alocação junto a CCR ou a CCE, conforme sugerido, e para o número de visitantes por grupo, recomenda-se a execução de estudos semelhantes àqueles feitos por Doorne (2002) na caverna Glowworm, Nova Zelândia. O autor pesquisou os limites de conforto e interpretativo de pessoas por grupo em uma caverna, obtendo resultados mais precisos e expressivos. Além disso, é preciso identificar o limite de pessoas por grupo com base em estudos focados nas alterações de parâmetros ambientais, tal qual realizado por Hoyos et al. (1998) e Mangin et al. (1999), entre outros. Quanto ao FC<sub>ncc</sub>, uma revisão e ampliação da classificação utilizada deve tomar por base o monitoramento dos parâmetros apontados por Cigna (2002) por pelo menos um ano de estudos contínuos e ininterruptos.

Por fim, e tendo-se em vista os aspectos teórico-conceituais apresentados, sintetiza-se que a Capacidade de Carga Espeleoturística, conceito ora discutido no presente artigo, se refere à possibilidade de limitação têmporo-espacial de uso de uma caverna de forma a não gerar danos ambientais, tendo como fator-chave a sua capacidade de resiliência. Sua origem deriva das possibilidades de manejo que uma porção territorial pode vir a receber, de forma a mitigar ou diluir em escalas mais amplas os impactos negativos do turismo, tomando como base para o manejo as fragilidades ambientais e as possibilidades de visitação. Todavia, não deve ser reduzida tão somente a um cálculo numérico. O desafio maior continua sendo o desenvolvimento de um procedimento de manejo e gestão de cavernas que seja adequado para fins de conservação ambiental e sustentabilidade socioeconômica, considerando a Capacidade de Carga como um ponto de partida ou parte de um processo, mas não como um objetivo final.

## AGRADECIMENTOS

Aos funcionários da administração e do Núcleo Santana do PETAR, pelo apoio e suporte para a realização desta pesquisa. À espeleóloga Silmara Zago da União Paulista de Espeleologia (UPE), por sua contribuição nos trabalhos de campo e pela leitura, questionamentos e sugestões à versão final deste trabalho. Aos revisores da revista *Geociências*, pelas sugestões ao original.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARIAS, M.C. **Determinacion de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas**. Turrialba: CATIE, 26 p., 1992.
2. 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, 75 p., 1999.
3. BELLA, P. Basic Theoretical and Methodological Aspects of Geoecological Research of Cave Geosystems. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 13, 2001, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2001, p. 222-225.
4. BOGGIANI, P.C.; SILVA, O.J. DA; GESICKI, A.L.D.; GALLATI, E.A.B.; SALLES, L. de O.; LIMA, M.M.E.R. Definição de Capacidade de Carga Turística das Cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 333-348, 2007.
5. BUECHER, R.H. Microclimate Study of Kartchner Caverns, Arizona. **Journal of Cave and Karst Studies**, Huntsville, v. 61, n. 2, p. 108-120, 1999.
6. CAMPANHA, G.A.C. **Tectônica Neoproterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná**. São Paulo, 1991. 296 p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
7. CEBALLOS-LASCURAIN, H. **Ecoturismo, Naturaleza y Desarrollo Sostenible**. Cidade do México: Editorial Diana, 185 p., 1998.
8. CIGNA, A.A. An Analytical Study of Air Circulation in Caves. **International Journal of Speleology**, Bologna, v. 3B, n. 1/2, p. 42-54, 1968.
9. CIGNA, A.A. Modern Trend in Cave Monitoring. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v. 31, n. 1, p. 35-54, 2002.
10. CIGNA, A.A. & BURRI, E. Development, Management and Economy of Show Caves. **International Journal of Speleology**, Bologna, v. 29, n. 1, p. 1-27, 2000.
11. CIGNA, A.A. & FORTI, P. The Environmental Impact Assessment of a Tourist Cave. In: CAVE TOURISM INTERNATIONAL SYMPOSIUM AT 170 ANNIVERSARY OF POSTOJNSKA JAMA, POSTOJNA (YUGOSLAVIA), 1988, Postojna. **Proceedings...** Postojna: UIS, 1988, p. 29-38.
12. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA 001/1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Brasília: CONAMA, 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acessado em 28dez2005.
13. DELGADO, M. Análise da Metodologia Criada por Miguel Cifuentes Referente à Capacidade de Carga Turística. **Turismo em Análise**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 73-93, 2007.
14. DOORNE, S. Caves, Culture and Crowds: Carrying Capacity Meets Consumer Sovereignty. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 8, n. 2, p. 116-130, 2000.
15. FIGUEIREDO, L.A.V. Cavernas Brasileiras e seu Potencial Ecoturístico: Um Panorama Entre a Escuridão e as Luzes. In: VASCONCELOS, F.P. (Org.), **Turismo e Meio Ambiente**. Fortaleza: UECE, p. 1-22, 1998.
16. FREITAS, C.R. DE & SCHMEKAL, A. Studies of Condensation/Evaporation Processes in the Glowworm Cave, New Zealand. **International Journal of Speleology**, Bologna, v. 35, n. 2, p. 75-81, 2006.
17. GRADZIŃSKI, M.; HERCMAN, H.; NOWICKI, T.; BELLA, P. Dark Coloured Laminæ Within Speleothems as an Indicator of the Prehistoric Man Activity: Case Study From Domica Cave (Slovakia), Preliminary Results. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 13, 2001, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2001, p. 208-212.
18. HAAS, H.C. de Sustainability of Small-Scale Ecotourism: The Case of Niue, South Pacific. **Current Issues in Tourism**, v. 5, n. 3/4, p. 319-337, 2002.
19. HAMILTON-SMITH, E. Monitoring Visitor Experience and Environmental Conditions at Jenolan Caves, New South Wales, Australia. In: NATIONAL CAVE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 13, 1997, Bellingham. **Proceedings...** Bellingham: Robert S. Stitt, 1997, p. 87-91.
20. HEATON, T. Caves: A Tremendous Range in Energy Environments on Earth. **National Speleological Society News**, Huntsville, v. 8, n. 44, p. 301-304, 1986.
21. 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.
22. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – Universidade de São Paulo. **Mapa da Caverna de Santana**. São Paulo: IGC, 1 p., 2000.
23. INSTITUTO GEOLÓGICO. **Contribuição ao Conhecimento do Meio Físico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR (Apiá e Iporanga, SP)**. São Paulo: IG, 1 p., 1999.
24. INSTITUTO ING\_ONG DE PLANEJAMENTO SOCIO-AMBIENTAL – ING\_ONG. **Implementação de Uma Proposta de Uso Recreativo no Núcleo Caboclos do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, Iporanga/SP**. São Paulo: ING-ONG, 82 p., 2002 (a).
25. INSTITUTO ING\_ONG DE PLANEJAMENTO SOCIO-AMBIENTAL – ING\_ONG. **Propostas de Manejo e Uso Recreativo Para o Núcleo Caboclos com Ênfase ao Roteiro da Trilha do Chapéu**. São Paulo: ING-ONG, 108 p., 2002 (b).
26. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/Pró minério, 1 p., 1981.
27. KADOTA, D.; HADDAD, E.; RABAHY, W.A. Aspectos do Ecoturismo: Perfil do Turismo Praticado em Parques Nacionais e Áreas Naturais Conservadas. **Turismo em Números**, São Paulo, n. 35, v. 35, p. 1-8, 2004.
28. KARMANN, I. **Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 241 p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
29. KARMANN, I. & FERRARI, J.A. Carste e Cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E.T. (Edits.), **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, p. 401-413, 2002.
30. KARMANN, I. & SÁNCHEZ, L.H. Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas do Brasil. **Espeleotema**, Monte Sião, v. 13, p. 105-167, 1979.
31. LABEGALINI, J.A. **Uma Proposta de Mínimo Impacto Para o Aumento do Fluxo Turístico na Gruta do Lago Azul Bonito/MS**. Monte Sião: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 14 p., 1995.
32. LINO, C.F. **Manejo de Cavernas Para Fins Turísticos: Base Conceitual e Metodológica**. São Paulo: s. ed., 38 p., 1988.

33. LOBO, H.A.S. Considerações Preliminares Para a Reestruturação Turística da Caverna de Santana – PETAR, Iporanga, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 28, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2005, p. 77-87.
34. 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.
35. LOBO, H.A.S. Os Níveis de Circulação de Energia Como Fator de Correção na Capacidade de Carga Turística. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO CARSTE, 2, 2007, São Paulo. **Resumos Expandidos e Simples...** São Paulo: Redespeleo, 2007, p. 107-112.
36. LOBO, H.A.S. & ZAGO, S. Classificação dos Níveis de Circulação de Energia no Circuito Turístico da Caverna de Santana – PETAR – Iporanga, SP. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO CARSTE, 2, 2007, São Paulo. **Resumos Expandidos e Simples...** São Paulo: Redespeleo, 2007, p. 113-122.
37. LOBO, H.A.S.; PERINOTTO, J.A. de J.; BOGGIANI, P.C. Espeleoturismo no Brasil: Panorama Geral e Perspectivas de Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 62-83, 2008.
38. LÜCK, M. Large-Scale Ecotourism – A Contradiction in Itself? **Current Issues in Tourism**, v. 5, n. 3/4, p. 361-70, 2002.
39. MANGIN, A.; BOURGES, F.; HULST, D. La Conservation des Grottes Ornées: Un Problème de Stabilité d'un Système Naturel (L'Exemple de la Grotte Préhistorique de Gargas, Pyrénées Françaises). **Earth & Planetary Sciences**, v. 328, p. 295-301, 1999.
40. MARRA, R.J.C. **Espeleo Turismo: Planejamento e Manejo de Cavernas**. Brasília: WD Ambiental, 224 p., 2001.
41. MITRAUD, S. Monitoramento e Controle de Impacto de Visitação. In: MITRAUD, S. (Org.), **Manual de Ecoturismo de Base Comunitária**. Brasília: WWF, p. 315-362, 2003.
42. 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. 142-149, 1997.
43. SARBU, S.M. & LASCU, C. Condensation Corrosion in Mobile Cave, Romania. **Journal of Cave and Karst Studies**, Huntsville, v. 59, n. 3, p. 99-102, 1997.
44. SCALEANTE, J.A.B. Estudo de Impacto em Cavernas com Interesse Turístico com Uso de Carburto para Iluminação. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 13, 2001, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2001, p. 225-228.
45. SCALEANTE, J.A.B. **Avaliação do Impacto de Atividades Turísticas em Cavernas**. Campinas, 2003, 82 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
46. SGARBI, M. **Metodologia de Manejo em Cavernas para Minimização de Impactos Ambientais Decorrentes de Atividade Antrópica: Estudo de Caso Gruta do Chapéu & Caverna Santana, Parque Estadual do Alto do Ribeira / SP**. Mogi das Cruzes, 2003, 47 p. Relatório de Iniciação Científica – Universidade de Mogi das Cruzes.
47. SOUZA, H.A.S. & LOBO, H.A.S. Análise da Percepção Ambiental dos Turistas na RPPN Fazenda São Geraldo (Rio Sucuri) - Bonito, MS. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TURISMO, 9, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Unicenp, 2007, p. 1-15.
48. TRAJANO, E. & BICHUETTE, M.E. **Biologia Subterrânea**. São Paulo: Redespeleo, 92 p., 2006.
49. TRILLO, F.R. Topografia. In: FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA. **ESCUELA ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA, Técnica y Formación en Espeleología**, [s.l.]: FEE, 89 p., 2000.
50. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS. **Estudo de Impacto Ambiental da Visitação Turística do Monumento Natural Gruta do Lago Azul – Bonito, MS**. Campo Grande: UFMS, 154 p., 2002.
51. VERÍSSIMO, C.U.V.; RICARDO, J.M.; BARCELOS, A.C.; NOGUEIRA NETO, J.A.; SILVA FILHO, W.F.; NACIMENTO JÚNIOR, J.V.; PAIVA, A.O. Espeleoturismo e Microclima da Gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 15, p. 244-253, 2005.

*Manuscrito Recebido em: 12 de maio de 2008  
Revisado e Aceito em: 15 de dezembro de 2008*