

# Histórico dos Estudos de Capacidade de Carga Espeleoturística da Caverna Santana (PETAR, Iporanga-SP)

Heros Augusto Santos LOBO<sup>1</sup>

Resumo: a Capacidade de Carga Turística (CCT) é um conceito amplamente aplicado à gestão do turismo em áreas naturais. Em cavernas turísticas no Brasil, a CCT vem sendo tradicionalmente utilizada com o objetivo de limitar o uso diário de visitantes. Na caverna Santana, diversos limites de uso diário foram obtidos por estudos utilizando diferentes métodos, gerando incerteza sobre os resultados obtidos. O objetivo deste trabalho foi compilar todos os estudos já realizados sobre o tema e apresentar uma análise sobre os métodos utilizados, de forma a subsidiar a compreensão sobre os resultados obtidos. O estudo foi realizado com base em dados secundários, com análise tanto do conteúdo metodológico quanto do resultado final obtido em cada estudo. Os resultados apontaram para uma variação no limite diário de visitantes na caverna Santana, com o limite mínimo de 117 e o máximo de 1344 visitas por dia. Os limites menores foram obtidos por meio de métodos inespecíficos para cavernas, adaptados de outras realidades de gestão do turismo em áreas naturais. Os limites maiores foram propostos por estudos inteiramente concebidos e aplicados na própria caverna Santana. Concluiu-se que os estudos mais recentes, publicados após 2011, são mais adequados para a realidade socioambiental da caverna Santana, pois foram realizados com procedimentos mais robustos de análise e construção metodológica, incluindo monitoramentos ambientais contínuos e participação de *stakeholders* em parte do processo.

Palavras-chave: Capacidade de Suporte; Cavernas Turísticas; Ecoturismo; Espeleoturismo.

## 1 Introdução

A capacidade de carga turística (CCT) é um procedimento de planejamento e gestão que vêm sendo utilizado há décadas em diversas partes do mundo, sendo tanto apoiado quanto criticado por pesquisadores e gestores de áreas naturais protegidas. Segundo Stankey et al. (1995) e Cifuentes (1992), o conceito da capacidade de carga teve origem no manejo de pastagens na atividade pecuária. A finalidade original era identificar a área ideal para a criação de cabeças de gado, em função de aspectos pedológicos (granulometria, compactação), bióticos (tipo de pastagem, consumo *per capita*) e de sociabilidade (espaço disponível, segurança).

Em meados dos anos de 1970, esta abordagem começou a ser utilizada no turismo em áreas naturais, com o intuito de estabelecer limites de uso para as atividades humanas (Stankey et al., 1985). A essência da CCT se baseava na premissa de que a análise de fatores do ambiente traria as respostas necessárias para a obtenção de um número ideal de visitantes por um período de tempo (Cifuentes, 1992; Cigna, 1993).

Inicialmente, as aplicações mais usuais da CCT foram em trilhas recreativas. No caso das cavernas – objeto deste estudo –, os pesquisadores europeus foram os que mais desenvolveram trabalhos específicos sobre a capacidade de carga turística. Estudos fundamentais sobre o tema foram publicados por Cigna (1993), Pulido-Bosch et al. (1997) e Hoyos et al. (1998). Estes autores

---

<sup>1</sup> Bacharel em Turismo (UAM). Doutor em Geociências e Meio Ambiente (UNESP). Professor do Depto. de Geografia, Turismo e Humanidades (DGTH) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). <http://lattes.cnpq.br/9405961078398915>. heroslobo@ufscar.br

contribuíram para a consolidação de uma base conceitual inicial sobre o tema, em conjunto com o australiano Gillieson (1996). Metodologias aplicadas foram desenvolvidas nos trabalhos de Hoyos et al. (1998), Calaforra et al. (2003), Fernández-Cortés et al. (2006), Lobo (2011) e Guirado et al. (2014). Estes autores se basearam nas relações lineares de causa e efeito entre parâmetros espeleoclimáticos e a presença de visitantes.

Em meio a este cenário, a aplicação de metodologias de capacidade de carga turística em cavernas (CCC) iniciou-se no Brasil na última década do século XX. Os trabalhos pioneiros foram realizados nas grutas do Lago Azul e Nossa Senhora Aparecida, em Bonito-MS, com adaptação do método desenvolvido para trilhas recreativas por Cifuentes (1992) para o uso em cavernas. A iniciativa recebeu também influência dos trabalhos europeus de CCC, o que se nota pela tentativa de uso de variáveis espeleoclimáticas nos estudos realizados (Boggiani et al., 2007).

No Estado de São Paulo, a CCC começou a ser usada aproximadamente no mesmo período, em cavernas turísticas localizadas no interior de Unidades de Conservação estaduais. De todas as cavernas utilizadas para os estudos, nenhuma recebeu tantos esforços como a caverna Santana. Sua popularidade em meio aos roteiros ecoturísticos do Estado, aliada à sua inerente fragilidade, levaram a diversas preocupações sobre seu manejo e conservação (e.g. Figueiredo, 1998; Marinho, 2002). Dentre as preocupações, foi se evidenciando a questão dos limites de visitação, a qual foi materializada por meio de diversas propostas de CCC.

Neste cenário, apresenta-se neste trabalho uma revisão documental sobre as diversas tentativas de definição da capacidade de carga turística da caverna Santana. O objetivo central da revisão é ilustrar as diferenças dos métodos utilizados para a obtenção da CCC e seus impactos nos resultados obtidos. Especificamente, buscou-se contrastar os métodos desenvolvidos para outros tipos de atrativos e que foram adaptados para uso em cavernas com os métodos desenvolvidos para cavernas. Em cada publicação sobre a CCC da caverna Santana identificada, foram analisados: o método utilizado em função dos recursos disponíveis e do desenvolvimento das técnicas de gestão; e os resultados obtidos, comparando os limites numéricos entre si e com a realidade de visitação.

## 2 Capacidade de carga em cavernas

O preceito de criar limites de uso não é exclusivo para o turismo em áreas naturais. No entanto, foi nas áreas naturais protegidas, que o tema ganhou força de mandamento nas últimas décadas. A tônica do planejamento turístico em áreas naturais é regida sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Este se traduz, inicialmente, na tentativa de equilíbrio entre três pilares principais: a conservação ambiental, o desenvolvimento econômico e a equidade social. No turismo, uma das materializações destes princípios é observada por meio das propostas de ecoturismo, conforme já analisado por Pires (2002).

Neste contexto, popularizou-se uma ideia dominante de gestão no ecoturismo, na qual a questão do limite de visitação se consolida por uma premissa única: a baixa escala de visitação, como pode ser observado em Brasil (1994) e Ceballos-Lascuráin (1998). Trata-se da adoção de uma premissa prematura a um problema que é essencialmente mais amplo e não se resolve apenas em função da quantidade. É preciso considerar que nem toda visitação em larga escala se caracteriza essencialmente como “turismo de massa” (*sensu* Zaoual, 2008). O padrão predatório e irresponsável de visitação pode ser observado mesmo em grupos de poucas pessoas ou a partir da índole de um único indivíduo, com interesses de visitação que vão para além da fruição responsável e harmoniosa do ambiente visitado. No entanto, desde o momento em que a premissa da baixa escala de visitação passou a ser considerada como um princípio básico do ecoturismo, a CCT passou a ser utilizada com uma única finalidade: limitar a quantidade de visitantes em um determinado atrativo. Portanto, não se trata de uma adaptação meramente semântica sobre o que é a CCT. Trata-se de uma distorção intencional de um conjunto de princípios que foi desenvolvido com o objetivo de identificar até que ponto o uso turístico é possível sem causar danos no ambiente.

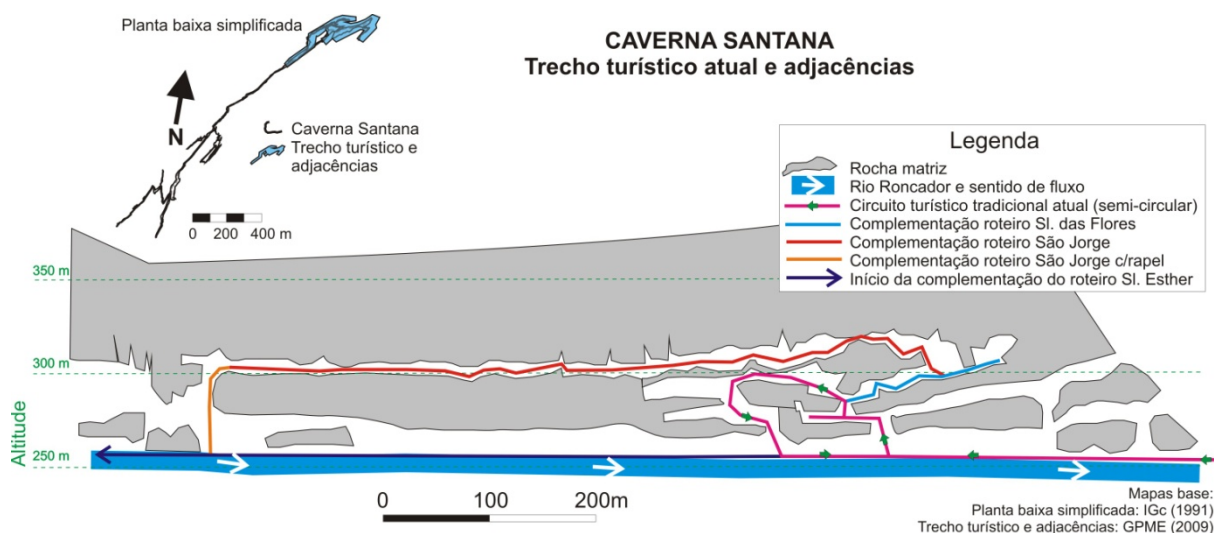
Do ponto de vista dos procedimentos de obtenção da CCT, desde os anos de 1990 o cenário nacional foi quase que dominado por um único modelo teórico, conceitual e prático: o método de Cifuentes. A origem deste método ocorreu no contexto de áreas protegidas da Costa Rica (Cifuentes, 1992) e com aplicação posterior do mesmo autor e colaboradores em outras trilhas turísticas costarriquenhas (Cifuentes Arias et al., 1999). Pelos mais diversos motivos, o método de Cifuentes ganhou força no Brasil, condicionando a CCT a um cálculo tão somente. Destacam-se entre os principais: a) os limites de recursos dos órgãos gestores – anunciados por eles próprios em muitos casos, tal como feito também no próprio material de Cifuentes Arias et al. (1999); e b) as premissas dogmáticas que de as áreas protegidas são redutos exclusivos e separados – perspectiva já criticada por trabalhos como o de Diegues (1992).

O método de CCT de Cifuentes determina que o resultado final seja expresso por meio de um número consideravelmente limitado de visitas diárias em um sítio turístico. Isto ocorre porque sua construção processual, dividida em diferentes etapas, reduz cumulativamente o total de visitantes pela somatória de situações-problema (Lobo et al., 2010a). Com isso, torna-se impossível conhecer os gargalos reais da visitação e, por consequência, estabelecer um monitoramento confiável de uma única variável analisada. Os limites estabelecidos ao final do processo estão sempre muito aquém das possibilidades de resiliência do ambiente. Deste modo, as possibilidades de monitoramento dos impactos da visitação são inutilizadas, ou realizadas para cumprir formalidades técnico-administrativas (Delgado, 2007; Lobo et al., 2010a).

Estes mesmos preceitos de limitação do uso público recreativo como premissa foram transpostos para o planejamento e gestão do turismo em cavernas no Brasil. Notadamente, as iniciativas pioneiras de CCC utilizaram também o método de Cifuentes, como se observou nos trabalhos para as cavernas do Monumento Natural Estadual Gruta do Lago Azul, em Bonito-MS (Boggiani et al., 2007). Tais trabalhos são ora reconhecidos pelo pioneirismo de aplicação, guiado pelos limites disponíveis na época de sua execução. Posteriormente, foram tecnicamente transpostos para a realidade da caverna Santana, no PETAR, citando-se como exemplo o também pioneiro trabalho de Sgarbi (2003a).

### **3 Contexto turístico da caverna Santana**

O primeiro registro da existência da caverna Santana data de 1907, feito pelo alemão Richard Krone, embora o explorador não tenha nela adentrado, mas sim, registrado sua existência e localização (Brandi, 2007; Figueiredo, 2010). Atualmente, a caverna Santana encontra-se protegida pelo Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), no município de Iporanga, a 330 km da capital do Estado, São Paulo. Com um total de 8.540 m de extensão (SBE, 2015), a visitação atual se limita a um circuito semicircular (Fig. 1) de aproximadamente 486 m (Lobo, 2005).



**Fig. 1.** Corte ilustrativo dos circuitos de visitação da caverna Santana

A caverna Santana não possui ilumina o fixa em seu interior, a visita o   feita com apoio de lanternas carregadas pelos monitores ambientais e visitantes. A infraestrutura de visita o   rudimentar, com algumas passarelas sobre os trechos de rio, bem como escadas entre os níveis de galerias. Os materiais utilizados para as infraestruturas são a madeira, os arranjos de blocos de rocha e o concreto. Seus principais atrativos são seus salões ornamentados, em fun o da variedade e quantidade de espeleotemas.

A infraestrutura incipiente, os atrativos existentes, a facilidade relativa de acesso e a Mata Atlântica onde está encravada, levaram   compreensão do roteiro de visita o da Santana como sendo um produto de ecoturismo. A men o sempre se deu em uma concep o mercadológica do termo, sem uma análise mais profunda de enquadramento em algum conceito predominante de ecoturismo. No entanto, nota-se evidente viés no Turismo de Base Comunitária (*sensu* Bartholo Jr. et al., 2011) e mesmo no Ecoturismo na concep o ambientalista de Ceballos-Lascuráin (1998). Em tempos mais recentes, também vem sendo denominado de espeleoturismo (Lobo et al., 2010b).

De um modo geral, o perfil atual de visitantes da Santana   categorizado em seu Plano de Manejo Espeleológico (PME) em dois grandes grupos: os turistas de lazer, que predominam aos finais de semana, feriados e férias; e os grupos escolares, cujas visitas são desenvolvidas para fins de educa o ambiental, estudo do meio e aulas de campo (Fundaa o Florestal, 2010).

A visita o turstica da caverna Santana data de meados dos anos de 1960, quando a Prefeitura Municipal de Iporanga tentou fazer frente aos esforços empreendidos pelo município de Eldorado na estrutura o turstica da caverna do Diabo (Le Bret, 1995), localizada a menos de 100 km de distância da Santana. Posteriormente, nos anos de 1980 se efetivaram os esforços para a consolida o do uso público no PETAR. Neste período, o Parque começou a se firmar como um destino turstico para aventureiros, oriundos principalmente de cidades dos estados de São Paulo e Paraná. A existência de áreas de *camping* no interior do Núcleo Santana levou a decisão de se implantar um portão na entrada da caverna hom nima, para coibir a visita o dos campistas, sobretudo no período noturno (Marinho, 2002).

Os anos de 1990 foram palco de um crescimento vertiginoso da visita o turstica no Núcleo Santana, (Giatti & Rocha, 2001; Marra, 2001). Este aumento suscitou a necessidade de novos serviços tursticos na região. Uma das formas de ampliar as oportunidades de emprego e renda se deu por meio da cria o dos cursos de Monitores Ambientais, profissionais que ainda fazem o trabalho de condu o de visitantes na região e apoiam a conserva o dos recursos naturais. O primeiro curso de

formação destes profissionais foi ministrado em 1995 e outras iniciativas foram repetidas em 1998 e dos anos 2000 em diante (Figueiredo, 1998; Fogaça, 2008).

Além do crescimento numérico de visitantes, a caverna Santana sofreu também o aumento dos impactos ambientais decorrentes da visita realizada sem a correta ordenação. A formalização desta preocupação foi manifestada por estudos como os de Piva (2003) e Scaleante (2003), que levantaram a hipótese do impacto negativo do uso das carbureteiras como fonte de iluminação para a visita turística. Os impactos térmicos do uso de carbureteiras foram descartados por Scaleante (2003), mas aqueles derivados do humo produzido pelas carbureteiras foram comprovados por Lobo et al. (2015). No entanto, o uso de carbureto para fins de visita já havia sido proibido desde 2003, para evitar o possível impacto. Outra medida de gestão que contribuiu indiretamente para a redução da pressão sobre a caverna Santana foi o fechamento do camping no Núcleo Santana. Segundo descreve Piva (2003), havia na época uma mobilização entre monitores ambientais e membros da comunidade do Bairro da Serra de Iporanga – a principal comunidade receptora de turistas que vão ao PETAR – para seu fechamento.

Com o fechamento, a visita às cavernas passou a se restringir ao horário de funcionamento do PETAR. O portão instalado na caverna Santana também deixou de apresentar funcionalidade – mas somente foi retirado em definitivo em 2008. A retirada do portão foi uma das consequências de um *Plano Emergencial* de uso da caverna, após fechamento temporário determinado por embargo judicial e posterior reabertura para a visita (Borsanelli & Lobo, 2015).

Outro aspecto recorrente acerca da gestão do turismo na caverna Santana diz respeito ao assunto deste artigo: o desconhecimento da capacidade de resiliência e do limite de suporte do ambiente subterrâneo da Santana à presença humana. O cenário apresentado esteve entre os fatores que motivaram os diversos estudos de gestão da visita e capacidade de carga turística na caverna Santana.

#### 4 Estudos de capacidade de carga turística da caverna Santana

No final dos anos de 1990 e início dos anos 2000, estudos como o de Allegrini (1999), Piva (2003) e Sgarbi (2003a) estavam entre os que demonstravam a necessidade de se elaborar um plano de manejo para o PETAR e outro específico para as cavernas, em função do ambiente sensível e da necessidade de ordenar a visita. A capacidade de carga das cavernas estava entre as necessidades levantadas nestes e em outros estudos. De forma prática, a abordagem do tema era feita, sobretudo, com base nos trabalhos similares desenvolvidos para trilhas turísticas na Costa Rica (Cifuentes, 1992; Cifuentes-Arias et al., 1999).

Para a caverna Santana, a primeira menção aos limites de visita ocorreu neste mesmo período. Embora não se tratasse de um estudo específico de capacidade de carga turística, a *Portaria IF-1 de 19 de maio de 1992* apresentou dados que permitem obter um número inicial. Com o objetivo anunciado de ordenar a visita no PETAR em função do aumento significativo do número de visitantes, o documento definiu o que chamou de “procedimentos específicos” para a visita de algumas cavernas. O documento também faz menção à “capacidade de suporte ecológico”, mas em relação apenas ao camping que existia no Núcleo Santana na época, não às cavernas. Para a caverna Santana, os procedimentos específicos de visita foram os seguintes: grupos de no mínimo 3 e no máximo 8 visitantes, acompanhados de um monitor ambiental, com intervalo de 15min entre os grupos e duração média de 1h30min de atividade, entre as 8:00h e 17:00h. Embora não tenha se preocupado em apresentar um número final de capacidade de carga, os dados permitem obtê-lo

usando os coeficientes de rotatividade: máximo de 30 grupos por dia (1 a cada 15 minutos, iniciando às 8:00h e com o último entrando na caverna às 15:30h, para sair até o horário de fechamento do Parque), com 9 pessoas no máximo em cada grupo (8 visitantes e um monitor ambiental). Com isso, seria possível a realização de até 270 visitas/dia na Santana.

O primeiro estudo que mencionou literalmente a capacidade de carga para a Santana foi produzido no início dos anos 2000. Sgarbi (2003a, b) utilizou os mesmos procedimentos anteriormente utilizados na gruta do Lago Azul. Seus resultados para a caverna Santana enfatizaram a deterioração existente na galeria superior do circuito de visitação. Para o autor, este trecho possuía nível de circulação de energia (NCE) baixo e, portanto, deveria ser excluído da visitação. Os NCEs se referem a um conceito publicado por Heaton (1986) e que era largamente utilizado no Brasil entre os pesquisadores e técnicos ligados à gestão do turismo em cavernas, tendo sido mencionado, por exemplo, no trabalho de Scaleante (2003) na caverna Santana.

No caso da Santana, os trabalhos de Sgarbi (2003a, b) não apresentaram as variáveis utilizadas para determinar os NCEs dos diversos trechos da caverna. No entanto, o autor sugere a substituição da visitação no trecho classificado como NCE baixo por outro mais longo na galeria do rio (Sgarbi, 2003a), onde o NCE foi definido como alto. Para a capacidade de carga turística, Sgarbi utilizou o método de Cifuentes (1992), definindo uma Capacidade de Carga Real (CCR) de 430 visitantes/dia para o circuito proposto, sem a galeria superior (Sgarbi, 2003a, b). No entanto, o autor não explicou em seus trabalhos como este número foi obtido, pois não apresentou os cálculos executados e nem as variáveis utilizadas – com exceção da temperatura do ar.

O método de capacidade de carga turística de Miguel Cifuentes Arias foi também utilizado em outros quatro estudos na caverna Santana. O primeiro deles foi desenvolvido Lobo (2005). Das três etapas do cálculo de Cifuentes et al. (1999), duas foram executadas: a capacidade de carga física (CCF) e a CCR. Na CCR, foram utilizados três fatores de correção (FCs), sendo dois deles adaptados do método original: o grau de dificuldade e o fator social. O terceiro FC foi baseado em uma classificação proposta para os NCEs dos diferentes setores da caverna. Neste estudo, o NCE da galeria superior foi majoritariamente classificado como moderado, diferindo do proposto por Sgarbi (2003a). Apenas os salões Cavalo e Cristo foram classificados como NCE Baixo. Na galeria do rio Roncador, tanto Sgarbi (2003a) quanto Lobo (2005) classificaram o NCE como sendo alto. Com base nestes parâmetros, a CCR obtida para a caverna Santana foi de 243,49 visitas/dia, sendo arredondada, para efeitos práticos, para 242 visitas/dia (22 grupos de 11 visitantes, incluso o monitor ambiental).

A continuidade das pesquisas feitas pelo mesmo pesquisador foi publicada em dois trabalhos: Lobo e Zago (2007) e Lobo (2007). No primeiro deles, os autores apresentaram nova avaliação para os NCEs da caverna Santana. Acrescentando novos indicadores ambientais e observações de seu estado vigente em campo, o NCE da galeria do rio foi reclassificado como moderado, enquanto o da galeria superior foi revisto para baixo. O segundo trabalho reapresentou o cálculo do FC NCE para a caverna Santana: enquanto Lobo (2005) definia uma limitação da ordem de 49,9% do total de visitas diárias, Lobo (2007) sugeriu que esta limitação deveria ser da ordem de 26,89%. Embora o estudo não tenha apresentado um novo valor para a capacidade de carga da caverna Santana, este se torna possível atualizando o cálculo de Lobo (2005) e substituindo o FC NCE original pelo novo valor sugerido. Neste cenário, usando a versão mais restritiva de Lobo (2007), a capacidade de carga da caverna Santana passaria para 131,21 visitas/dia. Em valores aproximados e utilizando os mesmos padrões de visitação originalmente sugeridos, o limite prático seria de 132 visitas/dia, perfazendo um total de 12 grupos de 11 visitantes.

O ano de 2008 traria uma grande reviravolta no cenário da gestão da caverna Santana e, por consequência, em sua capacidade de carga. No início de 2008, as cavernas do PETAR foram fechadas por um embargo judicial, justificado, entre outros, pela ausência de um Plano de Manejo Espeleológico (PME). A reabertura das cavernas foi condicionada à elaboração de um Plano Emergencial de uso público para cada caverna, como parte de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinado entre as partes envolvidas (Borsanelli & Lobo, 2015).

O plano emergencial da caverna Santana teve como uma de suas etapas a elaboração de um “cálculo oficial” de sua capacidade de carga turística. Para tanto, foi novamente utilizado o método de Cifuentes et al. (1999) em sua adaptação para o meio subterrâneo. Partindo da CCF definida em Lobo (2005) e usando como FCs o aspecto social e os NCEs novamente aprimorados, chegou-se ao total de 117 visitas/dia. Neste caso, a visitação foi definida com intervalos de 30 min. entre os grupos compostos por 8 visitantes e 1 monitor ambiental (Fundação Florestal, 2008). Posteriormente, ajustes foram realizados no relatório técnico que foi elaborado para subsidiar o Plano Emergencial da caverna Santana, tendo sido publicado em Lobo (2008). Trata-se do último trabalho que utilizou o método de Cifuentes et al. (1999) para a capacidade de carga na Santana. Nesta versão, o resultado do cálculo realizado para a CCR foi de 120,9539 visitas/dia. Na discussão dos resultados, Lobo (2008) menciona, pela primeira vez nos estudos consultados, a necessidade de se compreender os números obtidos como uma referência inicial para o estudo e monitoramento da visitação, não uma resposta definitiva. Ao final, o autor sugere que a capacidade de carga da Santana seja dividida de forma sazonal, para efeito de testes: 117 visitas diárias nos dias úteis (13 grupos de 9 visitantes, incluindo o monitor ambiental) e 135 visitas diárias nos finais de semana e feriados (um acréscimo de 2 grupos por dia).

O uso do método de Cifuentes et al. (1999) na caverna Santana se encerrou com os trabalhos para a elaboração de seu Plano de Manejo Espeleológico. Neste momento da trajetória, a Fundação Florestal (órgão gestor responsável pelo PETAR) e o Instituto Ekos Brasil (OSCIPI contratada para executar os PMEs) contaram com uma equipe de especialistas de diversas áreas do conhecimento, para cumprir os estudos necessários para o manejo da Santana e outras cavernas da região. Dentre os diversos participantes deste projeto, um grupo de pesquisadores e técnicos se debruçou sobre a meta de propor uma nova forma de obtenção da Capacidade de Carga Turística. Em comum acordo, foram pensadas diretrizes para nortear um caminho alternativo para a capacidade de carga:

1. Realizar, simultaneamente, os estudos de capacidade de carga de quase 50 roteiros de visitação, em 32 cavernas, no período de um ano;
2. Não utilizar “números mágicos”, mas sim, premissas lógicas de uso responsável e conservação ambiental;
3. Considerar as relações de causa e efeito, nas fragilidades do ambiente, relativas ao nível de pressão exercido pelo uso público (Trajano, 2010);
4. Permitir o envolvimento dos stakeholders locais na decisão sobre os limites de uso (Fundação Florestal, 2010);
5. Conciliar a necessidade de estabelecer limites de visitação com o zoneamento ambiental espeleológico – este último, exigido nos PMEs como ferramenta de planejamento espacial (Conama, 2004; Fundação Florestal, 2010).

Com base nestas diretrizes, foi desenvolvido um método de capacidade de carga provisória, que funciona como suporte à tomada de decisão. O método parte de uma hipótese de visitação, a qual é denominada de “cenário”. Cada cenário de visitação deve ser apresentado com suas

características qualitativas e quantitativas (Lobo et al., 2013). As características qualitativas se referem ao perfil do público atendido, a forma como a visita será feita e dados gerais do roteiro. As características quantitativas correspondem aos dados da Capacidade de Carga Física do método de Cifuentes (1992): número de pessoas por grupo, número de grupos por dia, tempo total do roteiro e intervalo de tempo entre os grupos.

Utilizando o método da Capacidade Carga Provisória (Lobo et al., 2013), foram considerados 6 possíveis roteiros na caverna Santana, cujos limites provisórios de uso são apresentados na Tab. 1.

**Tab. 1.** Roteiros de visita e respectivos limites diários na caverna Santana. Adaptado de Fundação Florestal (2010).

| Roteiro                       | Pessoas por grupo | Proporção visitantes/<br>monitores | Grupos por dia | Intervalo de tempo entre<br>grupos (min.) | Capacidade de Carga<br>Provisória |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|---|-----------------------------------|
| 1. Tradicional (contemplação) | 18                | 8/1                                | 16             | 25  | 288                               |
| 2. Tradicional (escolas)      | 27                | 8/1                                | 11             | 35  | 297                               |
| 3. Salão Estér                | 6                 | 2/1                                | 2              | 60  | 12                                |
| 4. Salão São Jorge            | 6                 | 2/1                                | 2              | 180                                       | 12                                |
| 5. Salão das Flores           | 6                 | 5/1                                | 1              | -   | 6                                 |

No PME da caverna Santana, optou-se pela definição de diversos roteiros de visita, para atender distintos perfis de público (Tab. 1). Os roteiros com limites menores de visita por dia correspondem a áreas mais frágeis da caverna. Nestes roteiros, também se optou por uma proporção maior de monitores ambientais por visitante, por razões de segurança – tanto para o ambiente quanto para o visitante. O sexto roteiro, o qual não consta na Tab. 1, foi proposto para ser implantado pela galeria do rio até o poço São Jorge. Trata-se de uma proposta de ampliação da passarela de visita hoje existente na caverna, com a possibilidade de levar cadeirantes e outras Pessoas com Deficiência (PcDs).

Com base nos dados apresentados na Tab. 1 e considerando todos os roteiros, a capacidade de carga máxima da caverna Santana passou para 327 visitas diárias em dias úteis e 318 visitas diárias em finais de semana e feriados. Estes são os limites previstos no Programa de Uso Público de seu Plano de Manejo Espeleológico. O mesmo documento comenta sobre a necessidade de estudos contínuos e em maior escala de detalhe para que os limites de visita possam ser revistos continuamente (Fundação Florestal, 2010).

Dando sequência às pesquisas sobre o tema, novos estudos foram desenvolvidos entre 2007 e 2011, em pesquisas sobre a capacidade de carga turística com base em fatores atmosféricos. A base para a obtenção da capacidade de carga foi um monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, feito por um ano na caverna. O monitoramento incluiu 13 pontos distintos, em áreas abertas e restritas à visita, com intervalo de coleta de dados de 30min. A base de dados gerada foi analisada por meio de estatística descritiva e para séries temporais. Posteriormente, foram desenvolvidos algoritmos de cálculo relacionando a quantidade de visitantes por dia com as variações detectadas nas variáveis pesquisadas (Lobo, 2011).



Neste estudo, o cálculo de capacidade de carga turística apresentou um resultado de 1353,7 visitas/dia. Para efeitos práticos, o autor sugeriu a organização da visita em grupos de até 24 visitantes. Com isso, seriam admissíveis até 56 grupos por dia, em intervalo de 7min 30s entre os grupos, totalizando 1344 visitas por dia. Por outro lado, foi também sugerido que os padrões de organização dos grupos de visitantes testados durante a pesquisa fossem adotados, por questões de segurança e organização. Neste caso, os intervalos de entrada entre os grupos seriam de 20min aos finais de semana e feriados, com 21 grupos diários de 18 visitantes cada, totalizando 378 visitas/dia. Nos dias úteis, seria utilizado o intervalo de entrada entre os grupos de 30min, permitindo no máximo a entrada de 14 grupos de 24 visitantes cada, perfazendo o total de 336 visitas/dia (Lobo, 2011).

O último estudo publicado sobre a capacidade de carga da caverna Santana também foi de autoria de Lobo (2015). Neste trabalho, o autor apresenta uma atualização da pesquisa anterior, sobretudo no ajuste dos algoritmos de cálculo. A modificação permitiu eliminar o caráter demasiadamente hipotético do denominado “intervalo de entrada entre os grupos” de Lobo (2011). Este foi substituído pela análise do “tempo máximo de permanência” em pontos específicos da caverna, considerados como gargalos da visita (Lobo, 2015).

Outro aspecto destacado deste método foi o teste prático dos cenários de visita projetados, sob influência do método de Lobo et al. (2013), o qual foi aplicado no PME da caverna (Fundação Florestal, 2010). Foram testados dois cenários distintos para o roteiro de visita tradicional da caverna: a) finais de semana e feriados: com o máximo de 21 grupos de 18 visitantes cada, entrando na caverna a cada 20min, totalizando o limite de 378 visitas/dia; e b) dias úteis: com o máximo de 14 grupos de 24 visitantes cada, entrando na caverna a cada 30min, totalizando o limite de 336 visitas/dia (Lobo, 2015). Os padrões dos cenários foram baseados em uma versão preliminar do PME da caverna, no qual a visita prevista para os dias úteis, com escolas, era de no máximo 24 visitantes por grupo. Ambos os cenários foram aprovados nos testes realizados, correspondendo, assim, ao limite diário de visitas na caverna sugerido neste último estudo. O autor menciona também a necessidade de estudos contínuos de monitoramento das variáveis pesquisadas. A finalidade do monitoramento é o eventual ajuste dos limites propostos, para mais ou para menos, conforme os resultados obtidos (LOBO, 2015).

Como observado pelos estudos produzidos para a Capacidade de Carga da caverna Santana, existe uma divergência considerável de resultados obtidos, em função das opções metodológicas adotadas. Enquanto os cálculos produzidos pelo método de Cifuentes (1992) apontam para valores abaixo das 150 visitas diárias – exceção aos trabalhos de Sgarbi (2003a, b), mas que não mostraram os parâmetros utilizados –, pelo outro extremo um método baseado na capacidade de resiliência do ambiente (Lobo, 2011) apresenta limites de uso da ordem de grandeza de milhares de visitas diárias. Não é possível em um primeiro momento apontar qual método apresentou a melhor resposta. Mas é completamente possível analisar as características construtivas e operacionais de cada método utilizado, abaixo apresentadas:

- Cifuentes (1992), utilizado nos trabalhos de Sgarbi (2003a, b) e Lobo (2005, 2007, 2008): parte de uma lógica espacial de justaposição de pessoas em fila e, em seguida, propõe reduções percentuais ao “tamanho da fila” gerada pelo primeiro cálculo, as quais são associadas a fatores de correção denominados de “situações-problema”. Também sugere que seja calculada a condição ideal de gestão. Todos os parâmetros são voltados para a redução no número inicial obtido, tanto pela sobreposição de fatores de correção quanto pela hipotética análise das condições ideais de gestão;

- Capacidade de carga de base atmosférica, de Lobo (2011): se baseia no monitoramento da atmosfera da caverna e busca analisar as relações de causa e efeito entre a variação nos parâmetros monitorados e a quantidade de visitantes. Se baseia no retorno ao estado estacionário dos parâmetros monitorados para determinar um número máximo possível de visitantes, em uma projeção estatística;
- *Provisional Tourist Carrying Capacity* (PTCC), de Lobo et al. (2013), utilizado no Plano de Manejo da caverna: parte do cenário desejado de visitação e o analisa em função das fragilidades ambientais no âmbito biológico, físico e atmosférico. O cenário é testado por meio de uma discussão entre as partes interessadas (*stakeholders*) e um consenso é obtido. O resultado é provisório e sujeito a correções por um monitoramento de longo prazo. No entanto, não traz direcionamentos sobre como corrigir os valores inicialmente obtidos – para mais ou para menos – caso o monitoramento aponte nesta direção;
- *Carrying Capacity of Santana Cave* (CCSC), de Lobo 2015: tal como no trabalho de Lobo (2011), toma por base as relações de causa e efeito entre a visitação e a variação em parâmetros atmosféricos. No entanto, ao invés de fazer projeções estatísticas hipotéticas, utiliza o modelo de cenários de visitação proposto por Lobo et al. (2013) para verificar se a quantidade desejada de visitantes é possível. Também sugere o monitoramento de longo prazo, cujos resultados podem ser aplicados nos algoritmos do próprio método.

## 5 Considerações finais

O presente trabalho apresentou um resgate dos estudos sobre Capacidade de Carga Espeleoturística realizados na caverna Santana, dos quais o primeiro apontamento de limite de visitação data de 1992 e o último foi publicado em 2015. O limite atual de uso é dado por um estudo emergencial realizado em 2008, embora quatro trabalhos posteriores tenham realizados proposições de ajustes para este limite – incluindo o documento formal de gestão da caverna, seu Plano de Manejo Espeleológico. Entretanto, este ainda não foi implantado e o limite demasiado restritivo, na atualidade, gera mais problemas do que soluções para a visitação, como atestado por trabalhos recentes (e.g. Borsanelli & Lobo, 2015).

Sobre os métodos analisados, entende-se que as respostas dos estudos de Lobo (2008) e Lobo (2011), cujos limites de visitação são, respectivamente, de 117 e 1344 visitas diárias – o menor e o maior propostos –, não condizem com a realidade da caverna Santana, por diferentes motivos. O menor limite foi obtido por meio de um método inespecífico para o ambiente de cavernas e com severas críticas já realizadas por diversos pesquisadores. O limite mais amplo foi obtido por meio de uma projeção estatística e, portanto, sem comprovação de aplicabilidade na prática. Além disso, para que fosse implantado, o limite de 1344 visitas diárias obrigaria um intervalo muito pequeno entre os grupos de visitantes, tornando a visitação desinteressante. Assim, conclui-se que ele é interessante como um parâmetro de limites aceitáveis de impacto, tão somente. Ou seja: possui validade sob a ótica ambiental, mas não é interessante sob a ótica da qualidade do produto turístico.

Por fim, os resultados obtidos por Lobo et al. (2013) e Lobo (2015) aparentam ser os que mais se aproximam do ideal em relação à obtenção da Capacidade de Carga Turística da caverna Santana. Como exemplo de comparação, enquanto o método de Lobo et al. (2013) apontou para um limite diário no roteiro tradicional de até 297 visitas/dia (Tab. 1), o estudo de Lobo (2015) definiu o total de 378 visitas/dia. Embora existam diferenças de quase 100 visitas/dia entre estes dois resultados, entende-se que, além dos métodos que os obtiveram serem mais adequados para a

realidade de gestão e a necessidade de conservação da caverna, eles atenuam em muito as diferenças extremas entre outros estudos encontrados.

## Referências bibliográficas

Allegrini, C.Q.S. (1999). *Gestão do programa de uso público no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR – Um estudo de caso de implantação de sistema de cobrança de ingressos e serviços*. São Paulo: USP.

Bartholo Jr., R.S., Campos, A., Bursztyn, I., Egredas, M. & Lima, R.P. (2011). *Marco referencial teórico para o turismo de base comunitária*. Rio de Janeiro: UFRJ. Acesso em: 2 de junho de 16. Disponível em: <http://www.ivt-rj.net/ivt/bibli/Marco%20referencial%20-%20TBC.pdf>.

Boggiani, P.C., Silva, O.J., Gesicki, A.L.D., Galati, E., Salles, L.O. & Lima, M.M.E.R. (2007). Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). *Geociências*, 26, 333-348.

Borsanelli, F.A. & Lobo, H.A.S. (2015). Impactos causados à comunidade local com o fechamento das cavernas turísticas do PETAR em 2008 na visão dos stakeholders envolvidos. In: Rasteiro, M.A. & Sallun Filho, W. *Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia* (pp. 719-727). Campinas: SBE.

Brandi, R. (2007). Ricardo Krone e Lourenço Granato: Influências na história da espeleologia paulista no final do século XIX e início do século XX. *O Carste*, 19, 36-60.

Brasil. (1994). *Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo*. Brasília: MMA/MICT.

Calaforra, J. M., Fernández-Cortés, A., Sánchez-Martos, F., Gisbert, J., & Pulido-Bosch, A. (2003). Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. *Environmental Conservation*, 30, 160-167.

Ceballos-Lascuráin, H. (1998). *Ecoturismo, Naturaleza y Desarrollo Sostenible*. Cid. do México: Ed. Diana.

Cifuentes, M. (1992). *Determinación de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas*. Turrialba: CATIE.

Cifuentes-Arias, M.C., Mesquita, C.A.B., Méndez, J., Morales, M.E., Aguilar, N., Cancino, D., Gallo, M., Ramirez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E. & Turcios, M. (1999). *Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*. Turrialba: CATIE/WWF.

Cigna A.A. (1993). Environmental management of tourist caves. The examples of Grotta di Castellana and Grotta Grande del Vento, Italy. *Environmental Geology*, 21, 173-180.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2004). Resolução CONAMA 347/2004. Acesso em 15 de Fevereiro de 2006, disponível em Ministério do Meio Ambiente: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34704.xml>

Delgado, M. (2007). Análise da Metodologia Criada por Miguel Cifuentes Referente à Capacidade de Carga Turística. *Turismo em Análise*, 18, 73-93.

Diegues, A.C.S. (1992). *O Mito moderno da natureza intocada*. São Paulo: Hucitec.

Fernández-Cortés, A., Calaforra, J. M., Sánchez-Martos, F., & Gisbert, J. (2006). Microclimate processes characterization of the giant geode of Pulpí (Almería, Spain): technical criteria for conservation. *International Journal of Climatology*, 26, 691-706.

Figueiredo, L.A.V. (1998). Cavernas Brasileiras e seu Potencial Ecoturístico: Um Panorama Entre a Escuridão e as Luzes. In: Vasconcelos, F.P. *Turismo e Meio Ambiente*. (pp. 1-22). Fortaleza: UECE.

- Figueiredo, L. A. V. (2010). *Cavernas como paisagens racionais e simbólicas: imaginário coletivo, narrativas visuais e representações da paisagem e das práticas espeleológicas*. São Paulo: USP.
- Fogaça, I. F. (2008). Estudo das transformações da estrutura física do bairro da Serra, entorno do PETAR, em decorrência da atividade turística. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, 1, 16-42.
- Fundação Florestal. (2008). *Laudo de capacidade de carga real (CCR) da caverna de Santana (PETAR, SP)*. São Paulo: Fundação Florestal.
- Fundação Florestal. (2010). *Plano de manejo espeleológico do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira*. São Paulo: Fundação Florestal.
- Giatti, L.L.; Rocha, A.A. (2001). Impactos Ambientais do Turismo na Região do PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – São Paulo – Brasil. In: *Proceedings of 13th. International Congress of Speleology* (pp. 711-715). Brasília: UIS/SBE
- Gillieson, D. (2011). Management of caves. In: B. P. V, *Karst Management* (pp. 141-158). New York: Springer.
- GPME – Grupo Pierre Martin de Espeleologia. (2009). *Mapa da caverna de Santana*. São Paulo: GPME.
- Guirado, E., Gásquez, F., Fernández-Cortés, Á., Argumosa, A., & Calaforra, J. M. (2014). Cálculo de la visitabilidad máxima em cavidades turísticas mediante el método Cavix: El Soplao (Cantabria). In: J. M. Calaforra, & J. J. Durán (Ed.), *Anais do V Cuevatur* (pp. 199-204). Aracena: ACTIBA y ACTE.
- Heaton, T. (1986). Caves: a tremendous range in energy environments on earth. *National Speleological Society News*, 8, 301-304.
- Hoyos, M., Soler, V., Cañavera, J.C., Sánchez-Moral, S., & Sanz-Rubio, E. (1998). Microclimatic characterization of a karstic cave: human impact on microenvironmental parameters of a prehistoric rock art cave (Candamo cave, Northern Spain). *Environmental Geology*, 33, 231–242.
- IGc – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. (1991). *Mapa da Caverna de Santana*. São Paulo: IGC.
- Instituto Florestal. (1992). *Portaria IF-1 de 19 de maio de 1992*. São Paulo: Instituto Florestal.
- Le Bret, M. (1995). *Maravilhoso Brasil subterrâneo*. Jundiaí: Japi.
- Lobo, H.A.S. (2005). Considerações Preliminares Para a Reestruturação Turística da Caverna de Santana – PETAR, Iporanga, SP. In: *Anais do 28º Congresso Brasileiro de Espeleologia* (pp. 77-87). Campinas: SBE.
- Lobo, H.A.S. (2007). Os Níveis de Circulação de Energia Como Fator de Correção na Capacidade de Carga Turística. In: *Resumos Expandidos e Simples do II Encontro Brasileiro de Estudos do Carste* (pp.107-112). São Paulo: Redespeleo, 2007.
- Lobo, H.A.S. (2008). Capacidade de carga real (CCR) da caverna de Santana (PETAR-SP) e indicações para o seu manejo turístico. *Geociências*, 27, n.3, 369-385.
- Lobo, H. A. (2011). *Estudo da dinâmica atmosférica subterrânea na determinação da capacidade de carga turística na caverna de Santana (PETAR, Iporanga-SP)*. Rio Claro: Unesp.
- Lobo, H.A.S. (2015). Tourist carrying capacity of Santana cave (PETAR-SP, Brazil): A new method based on a critical atmospheric parameter. *Tourism Management Perspectives*, 16, 67-75.
- Lobo, H.A.S. & Zago, S. (2007). Classificação dos Níveis de Circulação de Energia no Circuito Turístico da Caverna de Santana – PETAR – Iporanga, SP. In: *Resumos Expandidos e Simples do II Encontro Brasileiro de Estudos do Carste* (pp.113-122). São Paulo: Redespeleo, 2007.

- Lobo, H.A.S., Boggiani, P.C., Sayeg, I.J. & Perinotto, J.A.J. (2010a). Tourist Carrying Capacity in Caves: Main Trends and New Methods in Brazil. In: *Proceedings of 6th Congress of International Show Caves Association*. Liptovsky Mikulas: State Nature Conservance of the Slovak Republic.
- Lobo, H.A.S., Sallun Filho, W., Veríssimo, C.U.V., Travassos, L.E.P., Figueiredo, L.A.V. & Rasteiro, M.A. (2010b). Espeleoturismo: oferta e demanda em recente expansão e consolidação no Brasil. In: Castro, S.F.L., Souto, W. & Rangel, B.B. *Segmentação do turismo: experiências, tendências e inovações – artigos acadêmicos*. (PP.35-58). Brasília: Ministério do Turismo.
- Lobo, H. A., Trajano, E., Marinho, M. A., Bichuette, M. E., Scaleante, J. A., Scaleante, O. A. & Laterza, F. V. (2013). Projection of tourist scenarios onto fragility maps: Framework for determination of provisional tourist carrying capacity in a Brazilian show cave. *Tourism Management*, 35, 234-243.
- Lobo, H.A.S., Boggiani, P.C., Sayeg, I.J. & Perinotto, J.A.J. (2015). Impactos ambientais em espeleotemas causados pela visitação pública com carbureteiras na caverna Santana (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga-SP). *Geociências*, 34, 103-115.
- Marinho, M.A. (2002). *Plano de uso recreativo do PETAR, Iporanga e Apiaí/SP*. São Paulo: WWF/Ing\_Ong.
- Marra, R. J. (2001). *Espeleo turismo: planejamento e manejo de cavernas*. Brasília: WD Ambiental.
- Pires, P.S. (2002). *Dimensões do ecoturismo*. São Paulo: SENAC.
- Piva, E.B. (2003). Avaliação e tipificação dos impactos do uso público nos núcleos Santana e Ouro Grosso – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira PETAR (Apiaí – SP). São Carlos: UFSCar.
- Pulido-Bosch, A., Martín-Rosales, W., López-Chicano, M., Rodríguez-Navarro, M., & Vallejos, A. (1997). Human impact in a tourist karstic cave (Aracena, Spain). *Environmental Geology*, 31, 142-149.
- Scaleante, J. A. (2003). *Avaliação do impacto de atividades turísticas em cavernas*. Campinas: Unicamp.
- Sgarbi, M.C. (2003a). *Metodologia de Manejo em Cavernas para Minimização de Impactos Ambientais Decorrentes de Atividade Antrópica – Estudo de Caso Gruta do Chapéu e Caverna Santana, Parque Estadual do Alto Ribeira/SP*. Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes.
- Sgarbi (2003b). *Manejo em Cavernas para Minimização de Impactos Ambientais Decorrentes de Atividade Antrópica – Estudo de Caso da Caverna Santana, Parque Estadual do Alto Ribeira/SP*. Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes.
- SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia. (2015). *Cadastro nacional de cavernas do Brasil (CNC)*. Campinas: SBE. Acesso em: 16 de novembro de 2015. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br>.
- Stankey, G.H., Cole, D.N., Lucas, R.C., Petersen, M.E., & Frissell, S.S. (1985). *The Limits of Acceptable Change (LAC) system for wilderness planning*. Ogden: USDA Forest Service/Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Trajano, E. (2010). Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. *Estudos Avançados*, 24, 135-146.
- Zaoual, H. (2008) Do turismo de massa ao turismo situado: quais as transições? *Caderno Virtual de Turismo*, 8, 1-14.