

A capacidade de carga turística no uso público da Fenda da Freira - Parque Nacional dos Campos Gerais

Carrying capacity in the public use of the Fenda da Freira cave - Campos Gerais National Park

Nair Fernanda Burigo Mochiutti

Geógrafa, Doutora em Geografia

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

Instituto Água e Terra

fernandamochiutti@yahoo.com.br

Lais Luana Massuqueto

Geógrafa, Doutora em Geologia Ambiental

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa

lais.massuqueto@gmail.com

Henrique Simão Pontes

Geógrafo, Doutor em Geologia Ambiental

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa

henriquegeografo@gmail.com

Gilson Burigo Guimarães

Geólogo, Doutor em Ciências

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa

gilsonburigo@gmail.com

Jasmine Cardozo Moreira

Turismóloga, Doutora em Geografia

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

Departamento de Turismo da Universidade Estadual de Ponta Grossa

jasminecardozo@gmail.com

Antonio Carlos Foltran

Engenheiro Mecânico, Doutor em Engenharia Mecânica

Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas

antoniocarlos.foltran@gmail.com

Resumo

A visitação turística em cavidades subterrâneas demanda estudos de diagnóstico e de planejamento dessa atividade, principalmente considerando as peculiaridades das cavernas, como ambiente confinado, baixa luminosidade, fauna especializada e feições frágeis, a exemplo dos espeleotemas. A limitação no número de visitas diárias e a organização das mesmas ao longo desse período são medidas básicas para gerenciar o uso turístico deste tipo de atrativo. Este trabalho apresenta um estudo de capacidade de carga turística na Fenda da Freira, cavidade subterrânea localizada no

Parque Nacional dos Campos Gerais, em Ponta Grossa, Paraná. Em pouco mais de um ano de visitação descontrolada a fenda foi impactada negativamente pela ação dos visitantes. Inscrições nas paredes, escaladas em locais indevidos e excesso de ruído foram alguns dos distúrbios. Com objetivo de compatibilizar o uso e a proteção do local, um Plano de Uso Público foi elaborado, e a capacidade de carga turística integrou o estudo. Uma adaptação no método de Cifuentes, proposto com base em experiências em áreas protegidas, orientou os trabalhos. A capacidade de carga física da cavidade subterrânea foi de cerca de 1690 visitas diárias, a qual, ajustada por cinco fatores de correção pautados nos aspectos da geodiversidade e biodiversidade suscetíveis a impactos, foi reduzida para 40 visitas por dia, que corresponde à sua capacidade de carga real. Este número foi considerado um dado orientativo que, a partir da adoção de medidas mais abrangentes, como acompanhamento de guias de turismo somado ao fornecimento de informações científicas e educativas, além da supervisão da equipe de trabalho pelo período de um ano, foi adequado para 160 visitas por dia. Esse conjunto de ações tem refletido na recuperação ambiental gradual da Fenda da Freira e na melhoria da qualidade da atividade turística nesse atrativo.

Palavras-chave: capacidade de carga, manejo da visitação, uso público, cavernas, unidade de conservação.

Abstract

Cave tourism demands diagnostic and planning studies, especially when considering its peculiarities, as confined environments, with low luminosity, specialized fauna and fragile features, as the speleothems. The limitation of the daily number of visits, and their organization, are basic management measures to the tourism use of speleological attractions. This work presents the tourism carrying capacity for the Fenda da Freira cave, located at the Campos Gerais National Park in the Ponta Grossa municipality, Paraná. After nearly one year of uncontrolled visitation, the cave was negatively impacted, with inscriptions in the walls, climbing in wrong places and excessive noise. Aiming to match using and site protection, a Public Use Plan was elaborated, including a tourism carrying capacity survey. The study guided the study by adapting the largely know Cifuentes' method, based on experiences in protected areas. The physical tourism carrying capacity of the cave was estimated at 1690 visits per day, a value modified by considering five correction factors related to sensitive geodiversity and biodiversity aspects, reaching a real carrying capacity of 40 visits per day. This number was considered a first approach. The adoption of more comprehensive measures, as tour guides, promotion of scientific and educative information, and year-round supervision of the work team, lead to a less restrictive real carrying capacity of 160 visits per day. These actions are reflected in a gradual environment recovery of the Fenda da Freira cave and the improvement of the tourism quality activity in this site.

Keywords: carrying capacity, visitation management, public use, caves, protected area.

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de carga turística é considerada uma ferramenta de planejamento que embasa e demanda decisões de manejo (CIFUENTES, 1992). Segundo Pires (2005), refere-se à capacidade que determinado local tem de suportar a circulação de visitantes sem que suas características originais sejam perdidas. O autor coloca que impactos negativos derivados da atividade turística são inevitáveis, mas dependendo da intensidade, podem ser absorvidos pelo meio sem representar uma ameaça à sua integridade.

Este equilíbrio entre a qualidade da experiência do visitante e a conservação dos recursos naturais e culturais é um dos princípios do ICMBio no que tange à atividade de visitação nas UCs brasileiras. A aplicação de dispositivos como a capacidade de carga turística é um dos caminhos apontados para alcançar tal premissa (ICMBIO, 2011).

No Brasil, estudos sobre capacidade de carga em cavernas consideradas turísticas ainda são pontuais, sendo os trabalhos de Boggiani *et al.* (2007), referente à Gruta do Lago Azul (Bonito – MS), e Lobo (2008), referente à Caverna de Santana (Iporanga – SP), duas importantes referências, assim como trabalhos posteriores de revisão e análise metodológica do tema com os quais tais autores estiveram envolvidos (LOBO *et al.*, 2009; LOBO *et al.*, 2011; LOBO, 2017).

A Fenda da Freira é uma cavidade natural subterrânea localizada no município de Ponta Grossa, estado do Paraná. Situa-se a pouco mais de 500 m a sudeste da fumaça do Buraco do Padre, outro sítio espeleológico, este com relevância nacional (MELO *et al.*, 2009), estando próxima também dos setores de escalada Favo e Macarrão. Toda a área onde se encontram esses atrativos está situada no Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG) (BRASIL, 2006). Como a unidade de conservação (UC) ainda não teve sua regularização fundiária efetivada, a referida área está em uma propriedade particular, administrada pela empresa Buraco do Padre – Turismo desde 2015.

Desenvolvida em arenitos da Formação Furnas (ASSINE, 1999), unidade geológica da Bacia do Paraná, a Fenda da Freira possui aproximadamente 300 m de extensão, 154 m mapeados. Congrega valores ecossistêmicos, científicos, educativos e cênicos (PONTES, 2010; PONTES *et al.*, 2018), sendo essa última categoria a principal motivação para sua exploração turística recente.

Desconhecida do grande público e sem nenhum tipo de estrutura que permitisse seu uso turístico (ex.: trilhas demarcadas e sinalização), a Fenda da Freira era ocasionalmente utilizada para atividades técnico-científicas do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE) e recebia visitas esporádicas de escaladores que tinham acesso a setores mais restritos da propriedade.

Mas a partir do ano de 2018 este cenário mudou. Os proprietários investiram na ampliação e abertura de trilhas e instalação de placas de sinalização indicando a cavidade como um novo atrativo. O local passou a receber, sem nenhum controle, dezenas de visitantes ao mesmo tempo, várias centenas num único dia (principalmente em fins de semana e feriados), inclusive com a formação de filas de espera para o acesso.

Rapidamente os impactos negativos oriundos dessa atividade começaram a surgir, sendo os principais: inscrições nas paredes nos primeiros 100 m da cavidade (setor mais favorável à visitação); supressão de vegetação rupícola; compactação do solo e desgaste do substrato rochoso pelo pisoteio e escaladas; erosão do barranco junto à entrada; perturbação da fauna por ruído excessivo; quebra de espeleotemas; descarte de resíduos e; uso do local como banheiro.

Após alertas e denúncias do GUPE à chefia do PNCG e à empresa Buraco do Padre - Turismo, os proprietários suspenderam a visitação à Fenda da Freira. Iniciou-se, em fevereiro de 2019, um processo de recuperação e estudos do local para elaboração de um Plano de Uso Público (PUP) visando ao ordenamento turístico do atrativo, o qual foi concluído em maio do mesmo ano. Tais trabalhos foram conduzidos voluntariamente pelo GUPE, formalizados mediante a celebração de um acordo, denominado termo de reciprocidade, com a empresa Buraco do Padre – Turismo, com anuência do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), responsável pela gestão do PNCG.

O Parque Nacional dos Campos Gerais, criado há quase 15 anos, ainda não possui Plano de Manejo e seu Conselho Consultivo foi formado apenas em 2018, com pouca atividade desde então. Assim, as atividades turísticas na UC não seguem diretrizes padronizadas, ficando a cargo dos atuais proprietários a gestão de suas áreas. Neste sentido, os estudos realizados pelo GUPE na Fenda da Freira, que culminaram no PUP do atrativo, têm caráter temporário, e devem ser reavaliados quando da elaboração e implantação do Plano de Manejo do PNCG e mesmo de um eventual Plano de Manejo Espeleológico da referida cavidade.

Uma das principais questões a serem definidas no PUP era o controle da visitação, ou seja, a limitação do número de visitas diárias à Fenda da Freira e como elas seriam organizadas ao longo desse período. Para tanto, a opção foi realizar um estudo de capacidade de carga turística da cavidade, restrito ao setor definido como sua zona de uso extensivo. O objetivo geral deste artigo é apresentar como tal estudo foi desenvolvido, incluindo a etapa do zoneamento espeleológico que o precedeu, e seu papel atual no uso público da Fenda da Freira. Espera-se assim contribuir com as discussões e aperfeiçoamento de métodos que orientem o uso público de cavernas e sítios naturais similares.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Fenda da Freira está localizada no polígono sul do PNCG, no município de Ponta Grossa, Paraná (Figura 1). Constitui uma das 70 cavidades subterrâneas situadas no parque, uma das UCs com maior ocorrência de cavernas no Brasil (GUPE, 2017; PONTES *et al.*, 2019).

Desenvolvida nos arenitos da Formação Furnas, unidade geológica da Bacia do Paraná com idade entre 420 e 400 milhões de anos (fim do Siluriano ao início do Devoniano), a Fenda da Freira é uma forma de relevo que resultou da ampliação de fraturas na rocha por alívio de pressão (a partir da erosão de camadas de rochas subjacentes) e, posteriormente, pela ação de agentes intempéricos, como a água meteórica e raízes.

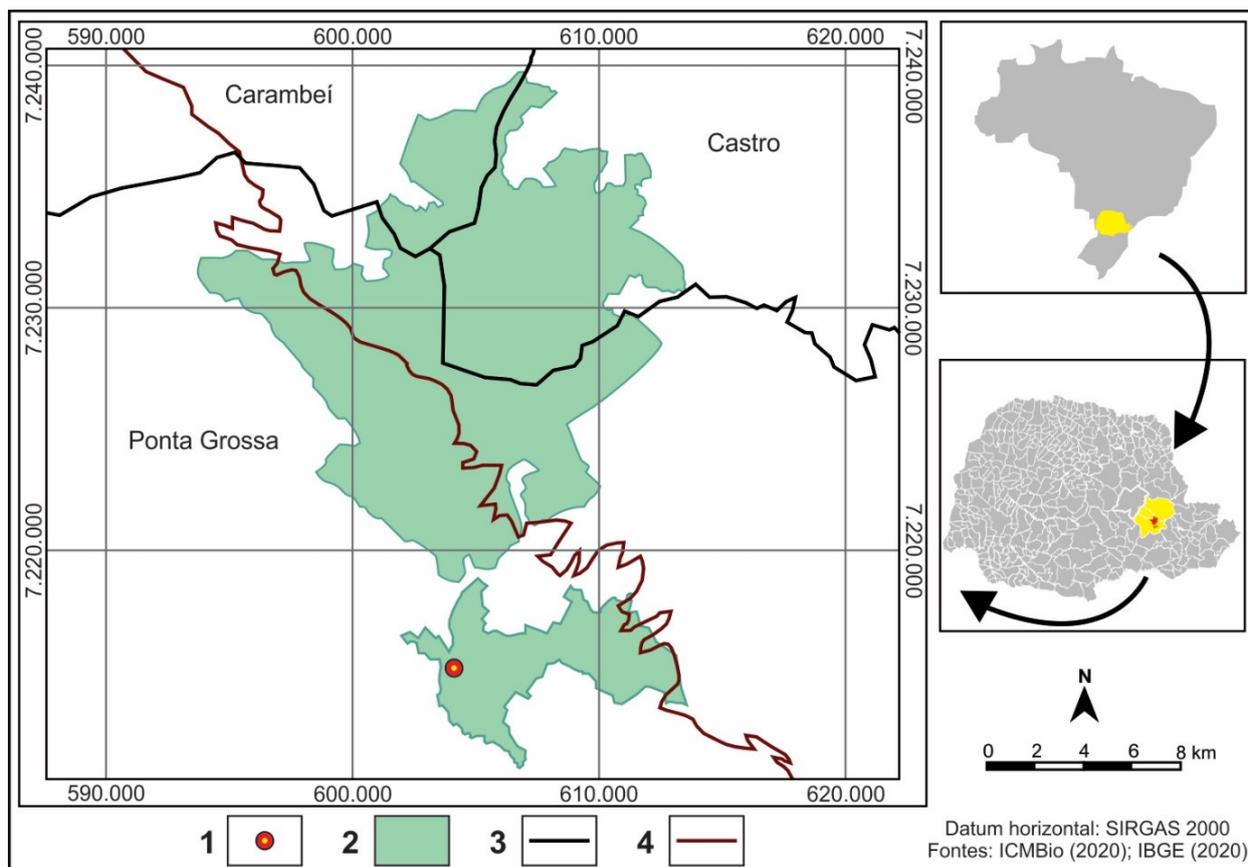


Figura 1 – Mapa de localização da Fenda da Freira: 1 - Fenda da Freira; 2 - Parque Nacional dos Campos Gerais; 3 - limites municipais; 4 - Escarpa Devoniana

A herança tectônica confere à Fenda da Freira um padrão morfológico retilíneo (Figura 2), caracterizado por um conduto principal orientado em três direções preferenciais: N20E e N35E, reflexo da reativação de estruturas presentes nas rochas do Embasamento (Lineamento Castro-Piraí do Sul e Zona de Cisalhamento Itapirapuã, respectivamente) e N20W, todas relacionadas à evolução do Arco de Ponta Grossa, uma estrutura tectônica regional ligada à abertura do Oceano Atlântico Sul. Há pelo menos doze condutos secundários transversais ao conduto principal, fendas pouco extensas, estreitas e de piso inclinado, não permitindo o avanço da exploração.

A Formação Furnas é constituída predominantemente de arenitos quartzosos de granulação média a grossa e cimento caulínico, esbranquiçados, com estratificação plano-paralela e cruzada. Camadas de rochas com granulação fina (areia muito fina a silte e argila) são frequentes, muitas vezes com traços fósseis de invertebrados (icnofósseis) nas camadas arenosas imediatamente sobrepostas, além de estratos com cascalho, principalmente em sua unidade basal, com camadas métricas de natureza conglomerática (ASSINE, 1999; GUIMARÃES *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 2010). A maioria dessas características litológicas e estratigráficas pode ser observada na Fenda da Freira, às quais se somam elementos cársticos e espeleogenéticos, como espeleotemas silicosos (Figura 3) e espeleogens, conferindo-lhe destacado valor científico e didático (PONTES *et al.*, 2018).

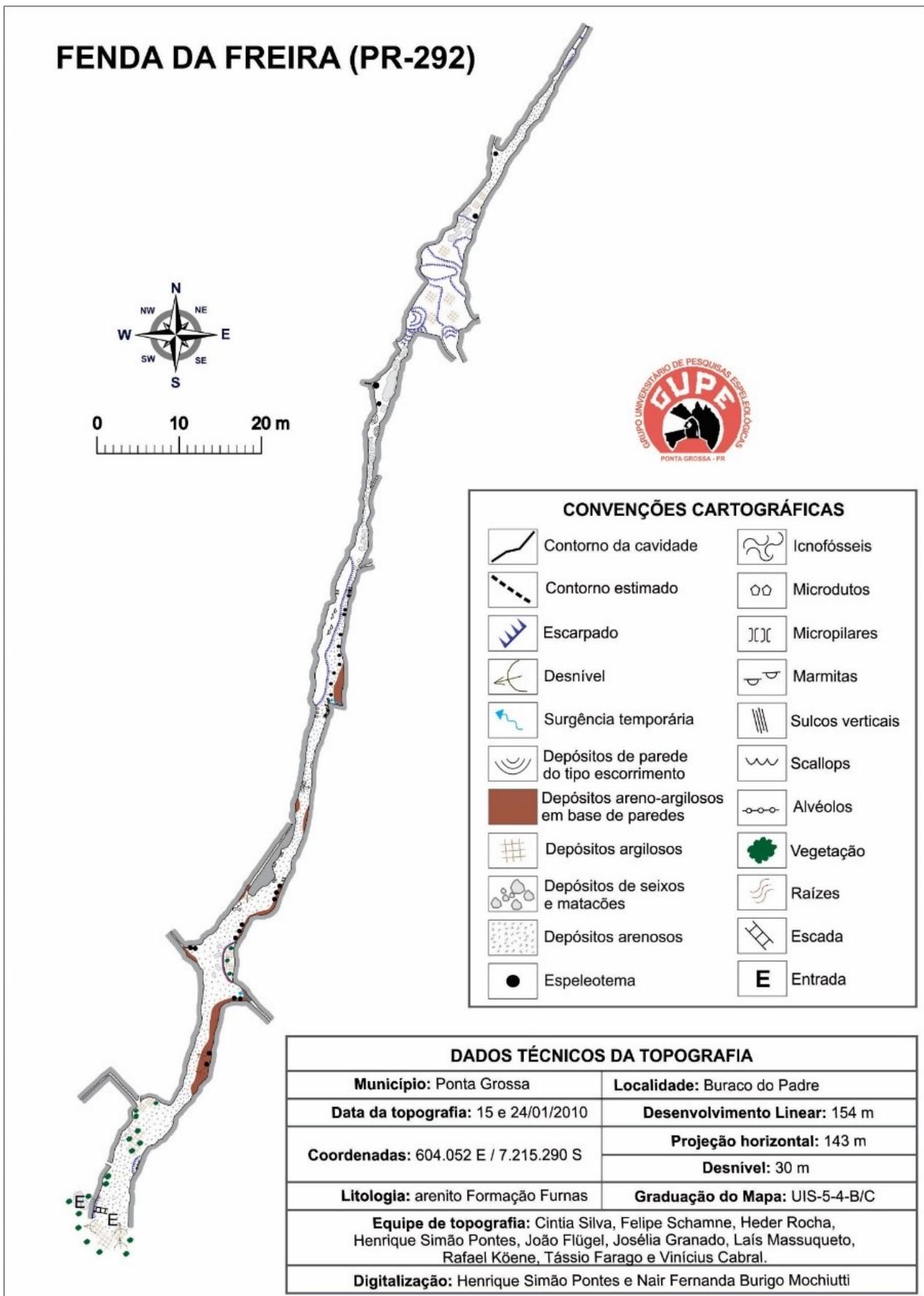


Figura 2 – Mapa espeleológico da Fenda da Freira

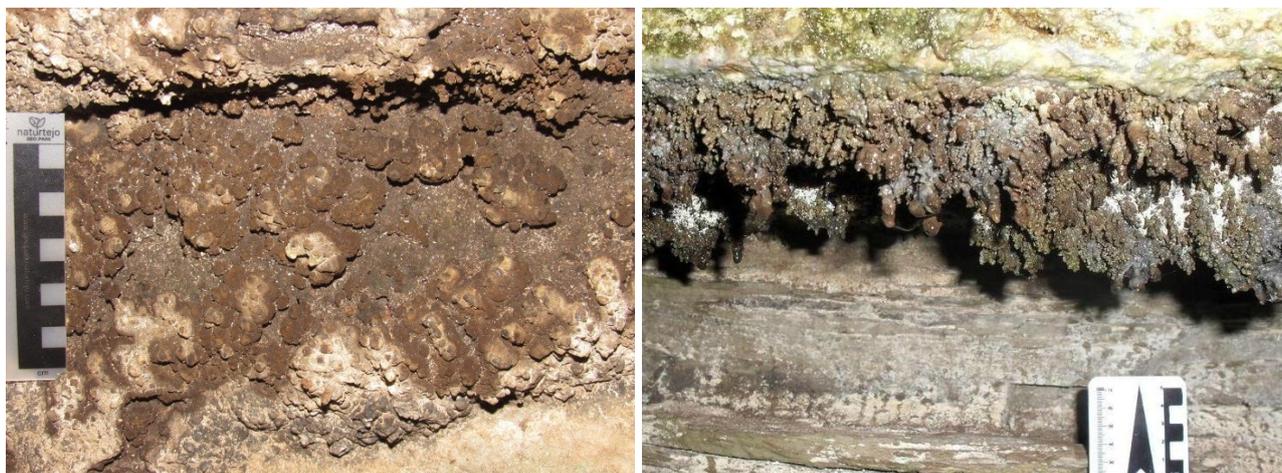


Figura 3 – Espeleotemas silicosos do tipo coraloides arborescentes em paredes da Fenda da Freira

O valor ecossistêmico é outro aspecto relevante da cavidade, habitat de invertebrados, como aranhas (Figura 4a), opiliões (Figura 4b) e grilos cavernícolas, vertebrados ocasionais, como anuros e serpentes, ou moradores do local, como os andorinhões-de-coleira-falha, que utilizam a fenda como abrigo e para nidificação. A vegetação, composta por briófitas e líquens que recobrem as paredes rochosas, e a microbiota, completam o quadro da biodiversidade que este ambiente sustenta.

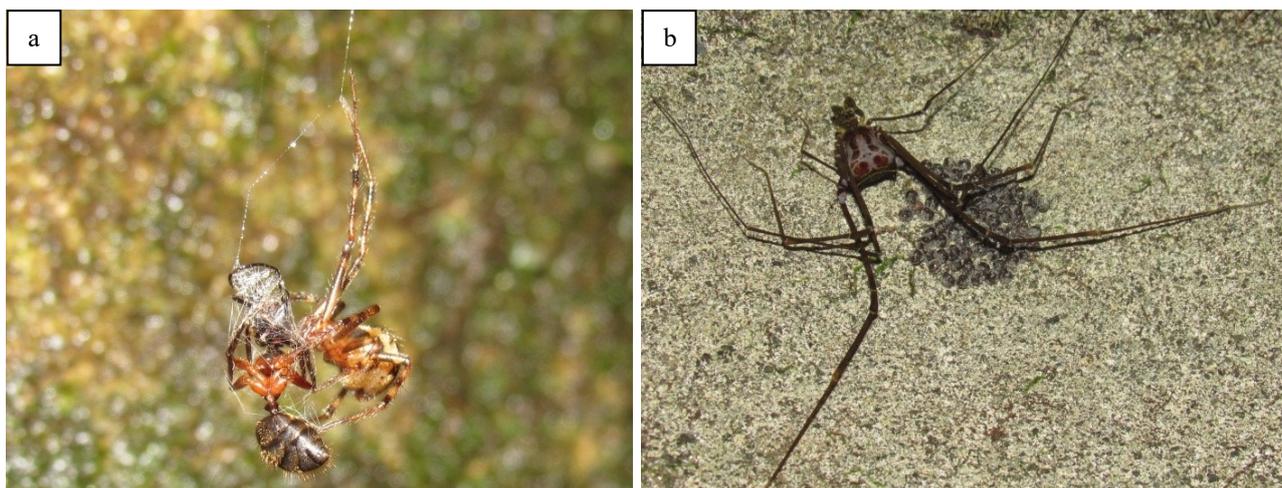


Figura 4 – Invertebrados comumente avistados na Fenda da Freira: a) aranha da família Theridiidae em atividade de predação; b) Opilião do gênero *Goniosoma* cuidando de seus ovos

Como a fenda possui o teto essencialmente aberto (Figura 5a), a luz ilumina as paredes realçando o verde da vegetação rupestre (Figura 5b). Este efeito, associado à forma abaulada das paredes e à exposição dos estratos da rocha, confere um visual peculiar à cavidade (GUPE, 2019). Este apelo cênico é uma das motivações para o interesse turístico do local (PONTES, 2010; PONTES *et al.*, 2018).

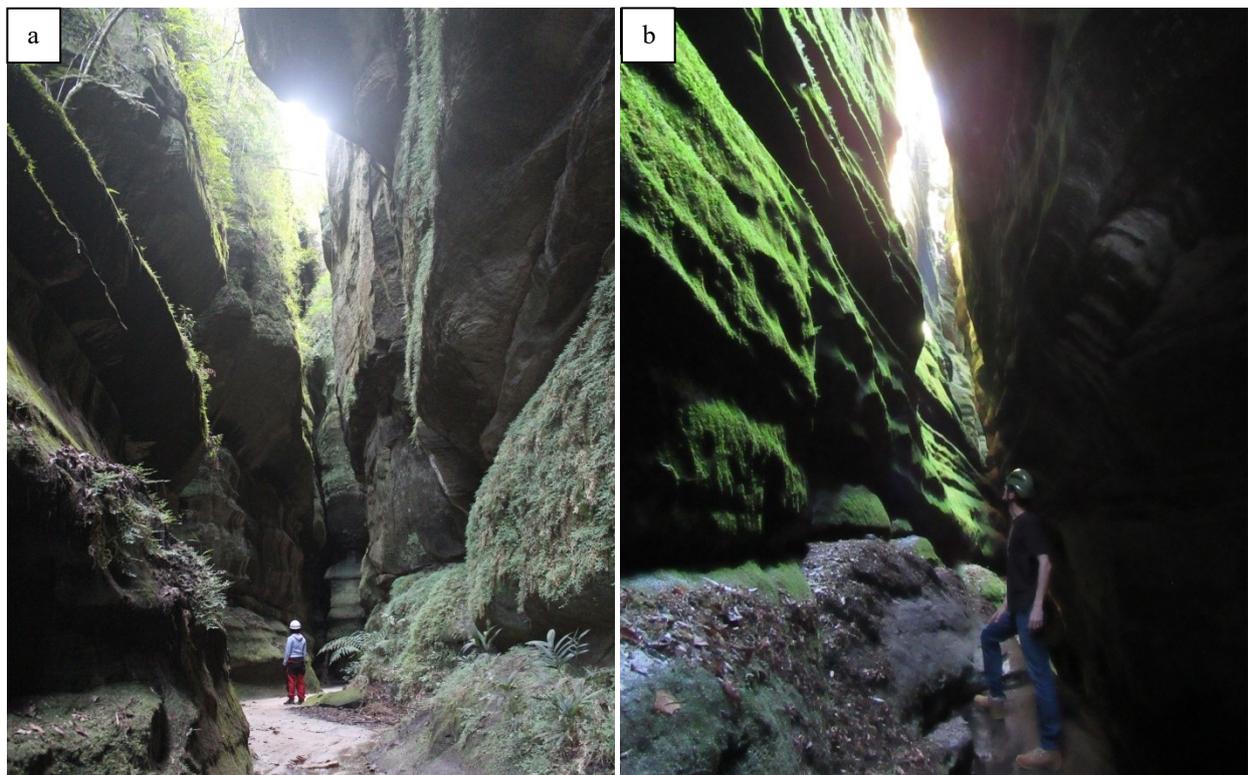


Figura 5 – Aspectos gerais do conduto principal da Fenda da Freira mostrando paredes recobertas por briófitas e a entrada de luminosidade: a) setor próximo à entrada; b) trecho final da zona de uso extensivo da cavidade

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Anteriormente ao estudo de capacidade de carga turística da Fenda da Freira foi realizado um zoneamento espeleológico (CONAMA, 2004) da cavidade, que consistiu na delimitação de setores destinados a diferentes tipos de usos, cada um com normas específicas, sendo a capacidade de carga aplicada apenas ao setor onde o potencial de uso turístico foi identificado. Os critérios utilizados para definição das zonas foram: a) estado de conservação da cavidade; b) facilidade de acesso; c) riscos ao visitante e; d) área de nidificação do andorinhão-de-coleira-falha.

O método utilizado para a definição da capacidade de carga foi o de Cifuentes (1992), que define um número máximo de visitantes que uma determinada área pode suportar, considerando suas condições ambientais e de manejo vigentes e aspectos inerentes à visitação. Elaborado para trilhas em áreas protegidas, este método tem sido adaptado para outros tipos de atrativos, incluindo cavernas. Dois exemplos, aplicados à realidade subterrânea, foram os trabalhos de Lobo (2008) e Massueto (2013), que serviram como base para o estudo na Fenda da Freira.

O método de Cifuentes (1992) estabelece três níveis sucessivos de avaliação, definidos a partir de dados qualitativos e quantitativos organizados em cálculos matemáticos. Os valores resultantes expressam o número de visitas por dia. O primeiro é a capacidade de carga física, que estabelece o limite máximo de visitas que podem ser realizadas em um espaço (sítio natural, trilha) em um determinado período de tempo. Foi obtida neste estudo por meio da Equação 1:

$$CCF = (ED / DV) \times NV \quad (1)$$

Onde: CCF – capacidade de carga física; ED – extensão disponível para visitação dentro da cavidade (medida linear do percurso); DV – distância entre cada visitante; NV – número de vezes que um visitante pode realizar o percurso por dia (considerando o intervalo de visitação do atrativo [IV] e o tempo necessário para visitá-lo [TV], sendo $NV = IV / TV$).

O segundo nível é a capacidade de carga real, que considera a capacidade de carga física obtida corrigida por um conjunto de fatores sociais e ambientais que limitam a visitação. Tais fatores são intrínsecos ao local, e, portanto, variáveis em quantidade e temática. Para obter o valor dos fatores de correção considerados neste estudo foi utilizada a Equação 2:

$$FC_n = 1 - (ML_n / MT_n) \quad (2)$$

Onde: FC_n – fator de correção em análise; ML_n – magnitude limitante referente ao fator de correção em análise; MT_n – magnitude total referente ao fator de correção em análise.

Por fim, é realizado o cálculo da capacidade de carga real por meio da Equação 3:

$$CCR = CCF \times (FC_1 \times FC_2 \times \dots \times FC_n) \quad (3)$$

Onde: CCR – capacidade de carga real; CCF – capacidade de carga física; $FC_{1,2,\dots,n}$ – fatores de correção analisados.

O terceiro nível proposto por Cifuentes (1992) é a capacidade de carga efetiva, que considera a capacidade de carga real, anteriormente calculada, corrigida ou confirmada pela capacidade de manejo da administração do local avaliado. Para a Fenda da Freira este nível não foi considerado um parâmetro de limitação efetivo. Pode ser incorporado em uma futura revisão da capacidade de carga turística do atrativo, dependendo de como for realizado o manejo do uso público pela empresa responsável.

Uma trena a *laser* Leica Disto D810 *Touch* e um miniprisma Leica foram utilizados para as medições do percurso de visitação e dos fatores de correção considerados no cálculo de capacidade de carga real. Tais fatores foram selecionados com base nas características naturais da cavidade, nos impactos ambientais negativos gerados pela visitação turística e em estudos equivalentes realizados por Lobo (2008) e Massuqueto (2013).

4. RESULTADOS

O zoneamento espeleológico e a capacidade de carga turística da Fenda da Freira são os dois resultados aqui obtidos, apresentados a seguir.

4.1. Zoneamento espeleológico

A Fenda da Freira foi dividida em três setores: zona de preservação, zona de uso restrito e zona de uso extensivo (Figura 6). As duas primeiras se encontram em melhor estado de conservação e/ou possuem limitações (riscos à fauna e/ou ao visitante), e devem ser destinadas exclusivamente para atividades de pesquisa e/ou educacionais com autorização dos órgãos competentes e proprietários. A zona de uso extensivo já possui alteração antrópica, é de fácil acesso e não apresenta riscos iminentes às pessoas. Deste modo, foi considerada propícia ao desenvolvimento de atividades de visitação controlada, após a realização do estudo de capacidade de carga.

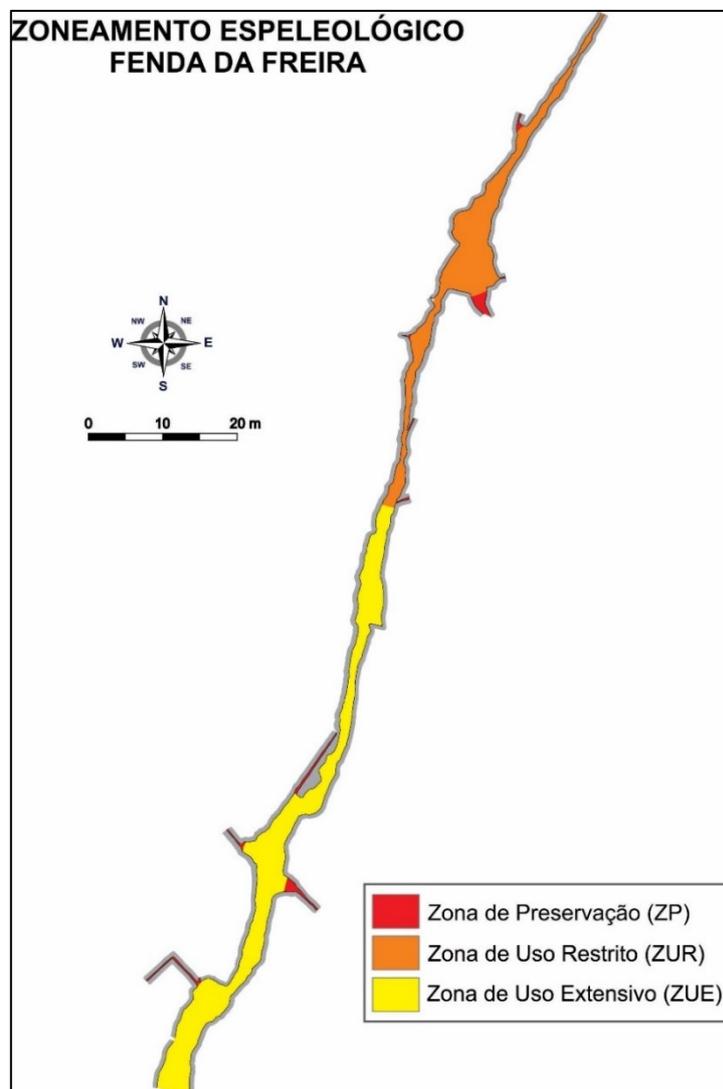


Figura 6 – Mapa do zoneamento espeleológico da Fenda da Freira

4.2. Capacidade de carga turística

O estudo de capacidade de carga turística na Fenda da Freira foi realizado com base em um conjunto de pressupostos, estabelecidos a partir de levantamentos *in loco* e em normativas técnicas e referenciais bibliográficos, incluindo aqueles sugeridos por Cifuentes (1992). São eles:

- a) A visitação na cavidade envolve ida e volta pelo mesmo percurso;
- b) A visitação deverá ser realizada por um grupo por vez, em função da condicionante anterior, somada ao estreitamento do conduto da cavidade em alguns trechos;
- c) A visita deve ser guiada, com grupos de no máximo 10 visitantes por guia, conforme ABNT NBR nº 15.503/2008;
- d) Uma pessoa requer normalmente 1 m² de espaço para se mover livremente. Em caso de trilhas isso se traduz em 1 m linear quando a largura da trilha for menor que 2 m. A morfologia da Fenda da Freira na zona de uso extensivo define um percurso de visitação praticamente linear, o que exige locomoção em fila indiana. Por isso, a distância confortável entre visitantes fica definida como 1 m linear;
- e) Para fins de cálculo, após simulações, o tempo estipulado para a visita guiada é de 30 minutos, incluindo a descida pela escada, paradas para explicações do guia, registros fotográficos, contemplação, retorno e subida da escada;
- f) O horário de visitação geral da área é das 9 h às 17 h e os visitantes podem permanecer no local até às 19 h. Além do tempo gasto com identificação, aquisição de ingressos e estacionamento, há o tempo de trilha necessário para o deslocamento até o atrativo. Desta forma, estima-se que a pessoa que adentre na propriedade às 9 h só conseguiria chegar à entrada da Fenda entre 30 e 40 minutos depois desse horário (a depender do perfil dos visitantes). Sendo assim, o horário de visitação ideal para o atrativo é das 10 h às 18 h, totalizando 8 horas de visitação. No entanto, de 4 a 5 meses do ano, no outono e inverno, esse valor não deverá ser alcançado em função do pôr do sol anterior às 18 horas.

4.2.1. Capacidade de carga física

Este é o limite máximo de visitas que a Fenda da Freira pode receber durante um dia, dado pela relação entre fatores de visitação (horário e tempo de visita), espaço disponível e necessidade de distanciamento entre visitantes. Para o cálculo se considerou que:

- a extensão disponível (zona de uso extensivo), em metros lineares, é de 105,6 m;
- a distância necessária entre visitantes é de 1 m linear;
- o intervalo total para visitas ao longo de um dia é de 8 horas;
- o tempo de visitação é de 30 minutos (0,5 horas);

- o número de vezes que um visitante pode realizar a visita por dia (NV) é 16.

Aplicando os valores supracitados na Equação 1 se obteve a capacidade de carga física da Fenda da Freira, que é de 1.689,6 visitas por dia.

4.2.2. Capacidade de carga real

A capacidade de carga física foi submetida a fatores de correção selecionados com base na realidade da Fenda da Freira, utilizando para isso a Equação 2. Este procedimento levou ao cálculo e definição da capacidade de carga real. Os fatores de correção considerados neste estudo foram:

- a) Nível de circulação de energia (FC_{nce})
- b) Feições e estruturas geológicas (FC_{feg})
- c) Erodibilidade dos depósitos clásticos e substrato rochoso (FC_{ero})
- d) Compactação do solo (FC_{comp})
- e) Fauna cavernícola (FC_{fc})

O fator de correção social, considerado nos trabalhos usados como referência, não foi uma limitação incorporada aos cálculos, pois se aplica para situações de visitas de mais de um grupo por vez, o que não é o caso da Fenda da Freira.

4.2.2.1. Fator de correção nível de circulação de energia

Utilizado por Lobo (2008) e Massuqueto (2013), o nível de circulação de energia (NCE) de uma cavidade subterrânea consiste no balanço entre a entrada e a saída de matéria e energia no/do interior da caverna, resultante de variadas fontes que ali operam, como os cursos hídricos, as correntes de ar e a biota (MASSUQUETO, 2013). Como o ambiente subterrâneo é confinado, avaliar como diferentes aspectos relacionados à circulação de energia se comportam é relevante para a visitação. De um lado tais fatores têm desdobramentos no conforto ambiental dos visitantes. Por outro, podem sofrer alterações em função da atividade turística.

Lobo (2008) utiliza uma classificação onde os níveis de circulação de energia para cavernas estão hierarquizados, gerando uma escala qualitativa de pesos que indicam a gravidade da situação em relação à prática da atividade turística. Tal classificação foi adaptada e aplicada para a Fenda da Freira, baseando-se essencialmente em uma avaliação sobre a circulação da água e do ar na cavidade (Quadro 1).

A Fenda da Freira não possui curso d'água perene em seu interior, de modo que a entrada e circulação hídrica na cavidade provêm de outras fontes e processos. Na zona de uso extensivo, como o teto é aberto, a água de origem pluvial entra diretamente ou circula pelas paredes por escorrimentos e gotejamentos. Em períodos chuvosos há formação de poças e filetes de água que se

originam no contato parede/piso, e com chuvas muito intensas todo o piso da cavidade pode ficar coberto por uma lâmina d'água, formando uma drenagem intermitente. Estes acúmulos temporários de água se dissipam com a interrupção da precipitação, principalmente por escoamento para fora da fenda e infiltração, mas também por evaporação. Há com isso um transporte mínimo de sedimentos e matéria orgânica e também uma renovação das condições do piso. Em períodos mais secos os escorrimentos e gotejamentos ficam mais restritos e menos intensos e não se observa acúmulo de água no piso.

Em relação à circulação de ar, a fenda é bem arejada. O teto aberto permite uma ótima renovação das condições atmosféricas, e há também a presença de uma corrente de ar mais frio, facilmente percebido pelos efeitos no corpo (sensação de abaixamento da temperatura em relação ao ambiente externo) e na vegetação (movimento de galhos e folhas). Como o conduto percorrido pelos visitantes é estreito, o agrupamento de pessoas pode modificar momentaneamente esta dinâmica natural do ar na cavidade, a qual é restabelecida na ausência dos mesmos.

Quadro 1: Classificação dos pesos referentes ao nível de circulação de energia (NCE)

Peso	NCE	Parâmetros analisados	Especificações do ambiente
0,80-1,00	Nula	Ausência de circulação de água; Baixa capacidade de renovação das condições atmosféricas com mudanças bruscas nas características químicas e físicas do ar	Locais de alta fragilidade para o uso turístico
0,60-0,79	Baixa	Ausência de curso hídrico, presença de escorrimentos e gotejamentos; Baixa capacidade de renovação das condições atmosféricas com alterações nas características químicas e físicas do ar	Locais com fragilidade para o desenvolvimento de atividades turísticas
0,40-0,59	Moderada	Presença de curso hídrico intermitente e/ou escorrimento e gotejamento com capacidade de transporte e/ou boa capacidade de renovação das condições atmosféricas com alterações químicas e físicas do ar	Locais indicados para uso turístico, mas com restrições
0,20-0,39	Alta	Presença de curso hídrico perene com boa competência de transporte (sem a ocorrência de inundações periódicas e/ou quedas d'água); Renovação contínua das condições atmosféricas com possíveis alterações nas características químicas e físicas do ar	Locais que podem receber turistas
0,00-0,19	Extrema	Presença de curso hídrico perene e com alta competência de transporte (ocorrência de inundações periódicas e/ou quedas d'água) e renovação contínua das condições atmosféricas, sem diferenças nas características químicas e físicas do ar em relação ao exterior	Locais muito propícios para o desenvolvimento de atividades turísticas

Fonte: elaborado e adaptado a partir de Lobo (2008) e Massuqueto (2013)

Pelas características anteriormente descritas, comparadas com os parâmetros do Quadro 1, entende-se que o NCE na zona de uso extensivo da Fenda da Freira é moderado. Considerando a dinâmica hídrica e atmosférica observada na cavidade, chegou-se ao peso de 0,51875, um valor intermediário entre 0,4 e 0,59 no Quadro 1.

Seguindo o procedimento de Lobo (2008), a magnitude limitante para este fator de correção é o resultado da multiplicação do peso anteriormente definido pela extensão do percurso turístico total (considerando ida e volta são 211,2 m), o que totaliza 109,56. A magnitude total para este e todos os demais fatores será a medida total do percurso turístico (MT_p), que, como indicado pelo pressuposto “a”, deve considerar que a ida e a volta acontecem pelo mesmo trajeto. Aplicando os valores acima na Equação 2, tem-se um FC_{nce} de 0,48125.

4.2.2.2. Fator de correção feições e estruturas geológicas

As feições e estruturas geológicas compreendem espeleotemas, espeleogens e estruturas tectônicas e sedimentares, inclusive icnofósseis. Para o cálculo deste fator foi considerada como magnitude limitante o somatório de medidas, na horizontal, dos setores da cavidade com ocorrência de pelo menos um dos atributos geológicos acima mencionados (localizados em áreas acessíveis aos visitantes), que foi de 57,86 m, multiplicado por 2, uma vez que são vulneráveis a impactos negativos tanto na ida como na volta da visita, totalizando 115,72 m. Aplicando os valores acima referidos na Equação 2, obteve-se o FC_{feg} de 0,452083. A lógica de duplicação das medidas que caracterizam as magnitudes limitantes foi aplicada a este e aos fatores subsequentes.

4.2.2.3. Fator de correção erodibilidade dos depósitos clásticos e substrato rochoso

Para o cálculo deste fator se considerou como magnitude limitante a medida total (linear) da ocorrência de áreas com depósitos clásticos espessos adjacentes às paredes da cavidade e ao substrato rochoso, superfícies que já são ou que podem ser utilizadas para circulação de pessoas, submetidas assim a processos erosivos. Foram medidos 48,96 m, valor que foi multiplicado por 2, totalizando 97,92 m. Utilizando a Equação 2, chegou-se ao FC_{ero} de 0,536364.

4.2.2.4. Fator de correção compactação do solo

Para o cálculo deste fator considerou-se como magnitude limitante a medida total (linear) da ocorrência de solo exposto ou parcialmente exposto, onde a camada de areia que o recobre é muito fina ou inexistente. Essa camada de areia ajuda a atenuar o impacto do pisoteio no piso da cavidade. O valor total das medidas foi de 53,68 m, o qual, multiplicado por 2, resultou em 107,36 m. Aplicando tais valores na Equação 2, tem-se o FC_{comp} de 0,491667.

4.2.2.5. Fator de correção fauna cavernícola

Para avaliação deste fator foi utilizada como magnitude limitante a medida (linear) de setores com ocorrência de concentrações significativas de invertebrados na cavidade. Como vertebrados não são comumente avistados na zona definida para uso extensivo, consistindo em visitantes ocasionais, não foram considerados nesta avaliação.

Embora os indivíduos observados não sejam estáticos, pois circulam pela cavidade, é possível definir setores de preferência para permanência, abrigo e reprodução dos mesmos. Esta afirmação sobre a distribuição dos invertebrados se baseou em observações no piso e nas paredes, realizadas ao longo de quatro meses (fevereiro a maio de 2019).

Para este fator os primeiros 15,71 m da fenda foram descartados. Essa porção da cavidade é mais aberta e iluminada, as paredes são mais baixas e há vegetação arbustiva. Como as características são similares à área externa, optou-se por não incluí-la nesse levantamento. A metragem do setor desprezado foi multiplicada por 2 (considerando ida e volta) e subtraída do percurso total da cavidade (o MT_p da Equação 2), totalizando 179,78 m. O somatório das medidas relacionadas à fauna foi de 52,98 m, que multiplicado por 2 resultou em 105,96 m. Empregando tais valores na Equação 2, obteve-se o FC_{fc} de 0,410613.

Concluídos os cálculos referentes aos fatores de correção, realizou-se o cômputo da capacidade de carga real, aplicando a Equação 3. O valor da CCR da Fenda da Freira foi de 39,8 visitas por dia, o qual foi arredondado para 40 visitas por dia. O Quadro 2 apresenta um resumo dos dados obtidos por meio da capacidade de carga turística.

Quadro 2: Síntese dos resultados do estudo de capacidade de carga turística da Fenda da Freira

Capacidade de carga turística da Fenda da Freira	
Física (CCF)	1.689,6 visitas/dia
<i>Fatores de correção</i>	
FC_{nce}	0,48125
FC_{feg}	0,452083
FC_{ero}	0,536364
FC_{comp}	0,491667
FC_{fc}	0,410613
Real (CCR)	40 visitas/dia

5. DISCUSSÃO

O número da capacidade de carga física, ao ser ajustado pelos fatores de correção aplicados, foi reduzido em 97,64%, resultando no valor que representa a capacidade de carga real da cavidade. Como o último nível de ajuste, denominado capacidade de carga de manejo, não foi incorporado ao estudo, é o número da capacidade de carga real que baliza as propostas relacionadas à visitação no PUP da Fenda da Freira.

Como sugerido por Cifuentes (1992), seu método deve ser adaptado para cada realidade em análise em função das peculiaridades de tempo, recursos e conhecimentos disponíveis. Neste caso, as principais adaptações foram em relação aos fatores de correção, centrados essencialmente nos aspectos da geodiversidade e biodiversidade locais, já impactados ou ameaçados pela atividade de visitação, e na duplicação dos valores referentes a esses fatores e ao percurso de visitação, em função da coincidência entre a entrada e saída da cavidade.

Mesmo que as adaptações adotadas, materializadas nos fatores de correção, denotem algum nível de subjetividade (também vinculado ao perfil da equipe), sua aplicação foi importante para orientar as ações, procedimentos e infraestrutura a serem sugeridos ao proprietário.

O que em um primeiro momento pode parecer um corte drástico, na verdade revela que a Fenda da Freira é frágil e com baixa possibilidade de absorção ou tolerância a impactos que resultem em alterações que acarretem comprometimento à integridade e originalidade de seus elementos naturais.

A capacidade de carga turística não foi considerada como uma solução absoluta para os problemas observados, mas sim uma ferramenta adicional de diagnóstico, planejamento e gestão dessa atividade. Como disse Pires (2005), embora métodos como o de Cifuentes conduzam a um resultado numérico, nem sempre são tomados como a última resposta à determinação da capacidade de carga, funcionando também como uma fase ou indicador quantitativo de estratégias de gestão mais abrangentes. Lobo *et al.* (2009) corrobora esta perspectiva, colocando o método de Cifuentes como uma opção suficiente para o ordenamento inicial do espeleoturismo em cavernas pouco complexas do ponto de vista físico, microclimático e biótico e sem elementos de extrema fragilidade.

Como estava prevista uma etapa de monitoramento mensal da visitação na Fenda da Freira pelo GUPE, com duração de um ano a partir de julho de 2019, o número da capacidade de carga real foi flexibilizado, tratando-se de um teste supervisionado. Foi proposto um limite de 160 visitas por dia, considerando apenas os visitantes (sem contabilizar os guias). Este número foi estabelecido com base no pressuposto da visitação de um grupo por vez na cavidade (obrigatoriamente guiada), no número máximo de visitantes por grupo (10 pessoas), no tempo máximo de visitação do atrativo (30 minutos) e no período das 10:00 às 18:00. Como dito anteriormente, o intervalo de 8 horas de visitação foi uma estimativa média, pois nos períodos de outono e inverno o encerramento das atividades será antes das 18 horas. Por outro lado, o inverso ocorrerá em meses de primavera e verão, quando a administração do atrativo poderá inclusive avaliar a possibilidade de ampliação do intervalo destinado à visitação.

Até o momento as recomendações do PUP têm sido seguidas pelos proprietários e pelos guias que atuam no local. O número máximo de visitas diárias sugerido foi alcançado em ocasiões

pontuais, como feriados prolongados, e não representou por hora impactos negativos à cavidade subterrânea. A cobrança de um ingresso exclusivo para o atrativo, que inclui os custos com os guias e o aluguel de capacetes, poderia ajudar a explicar a diminuição de visitantes.

A limitação no número de visitas por si só não garante a proteção de uma cavidade subterrânea, já que basta um indivíduo mal-intencionado para gerar um impacto grave e irreversível. O acompanhamento e supervisão de guias capacitados, que inclui a promoção da educação ambiental, e as ações de recuperação de paredes com inscrições, têm colaborado gradativamente para uma melhoria no estado de conservação da Fenda da Freira e manutenção desta condição.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Fenda da Freira passou por três momentos distintos relacionados à visitação turística, e foi apenas nos cenários em que essa atividade aconteceu de forma esporádica, praticada por um público restrito (espeleólogos e escaladores), e na forma controlada, após a implantação do PUP, que a cavidade subterrânea mostrou resiliência frente aos impactos gerados.

Deste modo, observa-se que a imposição de limites no número de visitas diárias ao atrativo, organizadas em grupos pequenos e exclusivos e obrigatoriamente guiadas, foram as principais medidas de conservação levantadas dentro do estudo do PUP da Fenda da Freira. Ações educativas, como a instalação de um painel interpretativo na trilha que dá acesso à cavidade e a capacitação de guias complementaram tais medidas, agregando conhecimento à experiência do visitante.

O número de capacidade de carga real obtido por meio do método de Cifuentes (1992) não foi adotado de forma *stricto sensu*, mas orientou a proposta de um valor de visitas diárias alternativo para a cavidade, mais flexível, com supervisão ao longo de um ano. Outra contribuição importante do estudo de capacidade de carga turística foi sua função diagnóstica, importante para levantar e compreender as limitações da cavidade frente à visitação. Esses valores poderão ser ajustados em médio e longo prazo em função da avaliação final da etapa de monitoramento, de possíveis alterações dos fatores de correção utilizados e das práticas de manejo adotadas pela administração do atrativo.

O controle e limitação de visitantes é uma medida inerente aos estudos que orientam o uso turístico de cavidades subterrâneas. A abordagem realizada neste trabalho é um dos caminhos possíveis, com vantagens e desvantagens que devem ser avaliadas para cada realidade analisada. Para a Fenda da Freira, em um caráter emergencial, o método se mostrou válido, permitindo num cenário de curto prazo a compatibilização entre a proteção do atrativo e sua exploração turística,

revertendo um panorama de degradação que acumulava o comprometimento da geodiversidade e da biodiversidade local, além do valor estético, que poderia resultar em um quadro de perdas irreversíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos administradores da empresa Buraco do Padre -Turismo, Priscila Scheffer Dias e Alvaro Fernandes Dias Filho, e seus funcionários pelo apoio no desenvolvimento do PUP da Fenda da Freira e por estarem aplicando o mesmo, colaborando na conservação desta cavidade subterrânea.

REFERÊNCIAS

ASSINE, M. L. Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco sudeste da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 357-370, 1999.

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 da capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). **Geociências**, São Paulo, v.26, n.4, p. 333-348, 2007.

BRASIL. **Decreto s/nº, de 23 de março de 2006**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Dnn/Dnn10796.htm. Acesso em: 19 mai. 2020.

CIFUENTES, M. **Determinación de Capacidad de Carga Turística en áreas protegidas**. Informe Técnico nº 194.). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, 1992. 20p. Disponível em: https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-51898/1992_METODOLOG%C3%8DA%20CIFUENTES.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 374, de 10 de setembro de 2004**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>. Acesso em: 19 mai. 2020.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; MELEK, P. R. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2007. cap. 2, p. 23-32.

GUPE. GRUPO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. **Cavernas**: Parque Nacional dos Campos Gerais. Ponta Grossa: GUPE, n. 1, 2017. 40p. Disponível em: https://issuu.com/gupe.espeleo/docs/livreto_cavernas_pncg_-_online. Acesso em: 19 mai. 2020.

GUPE. GRUPO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. Plano de Uso Público da Fenda da Freira, Ponta Grossa (PR). Relatório final de serviço de consultoria ambiental sem fins lucrativos. 2019. 108p.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Roteiro metodológico para manejo de impactos da visitação**. 2011. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/Roteiro_Impactos_de_Visitacao_WEB.pdf. Acesso em: 6 mai. 2020.

LOBO, H. A. S. Capacidade de carga real (CCR) da caverna de Santana, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) - SP, e indicações para o seu manejo turístico. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 369-385, 2008.

LOBO, H.A.S. Entre 117 e 1344: qual o limite diário recomendável para a visitação da caverna Santana (PETAR-SP)? **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.10, n.3, p.645-669, 2017.

LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C.; PERINOTTO, J.A.J. Capacidade de Carga Turística em Cavernas: Estado-da-Arte e Novas Perspectivas. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 20, n. 1/2, p. 37-47, 2009.

LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C.; PERINOTTO, J.A.J. Tourist carrying capacity in caves: main trends and new methods in Brazil. In: INTERNATIONAL SHOW CAVES ASSOCIATION CONGRESS, 6., 2010, Liptovsky Mikulas. **Proceedings...** Liptovsky Mikulas: SNC of Slovak Republic e Slovak Caves Administration, 2011. Disponível em: <https://www.i-s-c-a.org/resource/71-6th-isca-congress-lobo-alexandre-boggiani-tourist-carrying-capacity-in-caves-main-trends-and-new-methods-in-brazil>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MASSUQUETO, L. L. **Estudo do manejo turístico na gruta de Pinheiro Seco (PR): estratégias para a geoconservação do patrimônio espeleológico**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; SANTANA, A. C. Fisiografia da bacia do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. **Pitangui, rio de contrastes** - seus lugares, seus peixes, sua gente. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2010. cap. 1, p. 11-21.

MELO, M.S.; LOPES, M.C.; BOSKA, M.A. Furna do Buraco do Padre, Formação Furnas, PR - Feições de erosão subterrânea em arenitos devonianos da Bacia do Paraná. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. cap. 3, p. 47-56.

PIRES, P. S. “Capacidade de Carga” como paradigma de gestão dos impactos da recreação e do turismo em áreas naturais. **Turismo em Análise**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 5-28, 2005.

PONTES, H. S. Fenda da Freira, Ponta Grossa – PR. Cavidade subterrânea em arenitos da Formação Furnas. In: SEMANA DE GEOGRAFIA DA UEPG, 17., 2010, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: DEGEO, 2010. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.gpme.org.br/bd/wp-content/uploads/others/pdf/bd-gpme-0634.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L.; FOLTRAN, A. C.; PONTES, F. S.; GUIMARÃES, G. B.; MOCHIUTTI, N. F. B.; GUIMARÃES, S. K.; BURGARDT, S.; VALE, T. F. do; FEITOSA, N. M. N. **Patrimônio espeleológico do Parque Nacional dos Campos Gerais: Ações prioritárias para o manejo e propostas de ampliações da Unidade de Conservação**. Ponta Grossa: GUPE, 2018. 61p. Disponível em: https://issuu.com/gupe.espeleo/docs/patrim_nio_espeleol_gico_do_parque. Acesso em: 19 mai. 2020.

PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L.; PONTES, F. S.; GUIMARÃES, G. B.; MOCHIUTTI, N. F. B.; GUIMARÃES, S. K.; VALE, T. F. do; BURGARDT, S.; FOLTRAN, A. C. **Cavidades subterrâneas de Ponta Grossa: um olhar ao desconhecido.** Ponta Grossa: GUPE, 2019. 145p.

Trabalho enviado em 26/08/2021

Trabalho aceito em 25/10/2021