

Proposta de plano de manejo para o geossítio Gruta do Índio, Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, RS, Brasil

Speleological management plan proposal for the Gruta do Índio geosite, Quarta Colônia Geopark, RS, Brazil

Michele Hennig Vestena, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, michele.vestena@acad.ufsm.br

 <https://orcid.org/0000-0001-9421-5376>

Adriano Severo Figueiró, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, adriano.figueiro@ufsm.br

 <https://orcid.org/0000-0002-4988-771X>

Resumo: O Geossítio Gruta do Índio está localizado no município de Agudo, Rio Grande do Sul, Brasil, e é um dos Geossítios do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO. Sendo uma caverna esculpida em arenito, possui interesses turísticos, atrelado à beleza cênica, relevância antropológica (considerando que a região já foi habitada por comunidades indígenas no passado) e, também, de cunho científico e didático. Entretanto, por estar em uma propriedade particular e receber visitas sem controle, atualmente a ação antrópica é um fator que está pondo em risco a integridade do ambiente cavernícola. Nesse sentido, o presente trabalho buscou, tendo como base conceitual os princípios da metodologia do Limite Aceitável de Câmbio – LAC, apresentar um plano de manejo, com estratégias de visitação, que podem ajudar a evitar a degradação do patrimônio e fortalecer o turismo no Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO. Foi proposto uma delimitação para o Geossítio, com 3 zonas diferenciadas, sendo uma zona de conservação, uma área de utilização de recursos naturais, e uma área de proteção geopatrimonial, que prioriza a proteção da gruta. Já no que diz respeito às medidas de manejo propostas, estas podem ser resumidas a três principais estratégias, sendo a implementação de ações de educação ambiental, o investimento em infraestrutura e em material interpretativo. Por fim, espera-se que este trabalho sirva como base para que medidas de conservação sejam aplicadas no Geossítio Gruta do Índio.

Palavras-chave: Manejo; Geossítio Gruta do Índio; Geoparque Quarta Colônia.

Abstract: The Geosite Gruta do Índio is located in the municipality of Agudo, Rio Grande do Sul, Brazil, and is one of the Geopark Geopark Quarta Colônia Aspirante UNESCO. Being a cave carved in sandstone, it has tourist interests, linked to scenic beauty, anthropological relevance (considering that the region was once inhabited by indigenous communities in the past) and, also, of a scientific and didactic nature. However, because it is on private property and receives uncontrolled visitations, currently human action is a factor that is endangering the integrity of the cave environment. In this sense, the present work sought, having as a conceptual basis the principles of the Acceptable Exchange Limit - LAC methodology, to present a management plan, with visitation strategies, which can help to avoid the degradation of the heritage and strengthen tourism in the Geopark Fourth Colony aspiring UNESCO. A delimitation for the Geosite was proposed, with 3 differentiated zones, being a conservation zone, an area of use of natural resources, and a geopatrimonial protection area, which prioritizes the protection of the cave. With regard to the proposed management measures, these can be summarized in three main strategies, namely the implementation of environmental education actions, investment in infrastructure and in interpretive material. Finally, it is expected that this work will serve as a basis for conservation measures to be applied in the Gruta do Índio Geosite.

Keywords: Management; Quarta Colônia Geopark; Gruta do Índio Geosite.

Introdução

As cavidades naturais subterrâneas tornaram-se ambientes muito importantes para as sociedades humanas ao longo do tempo, e isso deu-se por diversos motivos, seja por servirem de abrigo, para práticas religiosas, como fonte de matéria prima, para atividades turísticas, entre outras. A relação das sociedades com os ambientes cavernícolas é tão intensa que Lino (2001) afirma que a história humana não pode ser contada sem referir-se às cavernas. Sabendo-se das relevâncias natural e cultural desses ambientes, no Brasil as cavidades naturais subterrâneas são consideradas bens da união (Decreto nº 6.640/2008) e, com isso, destaca-se a importância da descoberta, estudo e catalogação dessas.

Entretanto, os ambientes cavernícolas são também muito sensíveis e frágeis e desse modo necessitam de uma atenção especial para promover a sua conservação. Porém, a grande maioria dos meios de proteção legal no Brasil oferece uma maior atenção para com a biodiversidade, deixando muitas vezes a porção abiótica com menos prioridade. É nesse sentido que emerge a geoconservação, que pode ser definida como um conjunto de ações e de estratégias de conservação que visam evitar que a porção abiótica da natureza seja severamente modificada ou destruída, no sentido que seja possível garantir a evolução natural destes ambientes (Brilha, 2018; Gray, 2004).

Uma das estratégias em nível mundial para promover a geoconservação são os Geoparques. Na região central do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, encontra-se em andamento a iniciativa do Geoparque Quarta Colônia, cujo território é constituído por nove municípios que compartilham um patrimônio paisagístico coletivo, sendo o patrimônio de relevância mundial os fósseis encontrados nos afloramentos rochosos datados do Triássico, com registro dos dinossauros mais antigos do mundo (Langer *et al.*, 2010; Novas *et al.*, 2021).

Entre as potencialidades geomorfológicas do território da Quarta Colônia, existe uma em especial que são as grutas e cavernas. A ausência de rochas carbonáticas em superfície no território acabam diminuindo a incidência do patrimônio espeleológico; entretanto, existem algumas estruturas erosivas sobre arenitos que permitem que se observe no território processos pseudocársticos. Como exemplos, podem ser citados o abrigo Indígena no município de Nova Palma, a Caverna do Morcego em Dona Francisca, e também a Gruta do Índio, que está localizada no município de Agudo e é a área de estudo do presente trabalho.

O Geossítio Gruta do Índio possui uma série de valores patrimoniais, como turísticos, científicos e culturais (Figueiró *et al.*, 2022). Entretanto, por estar em uma propriedade particular e receber visitas sem controle, atualmente a ação antrópica é um fator que está pondo em risco a integridade do ambiente cavernícola.

Dessa forma, é imprescindível a elaboração de estratégias geoconservacionistas capazes de conciliar a ação antrópica e a conservação do patrimônio cavernícola, levando em consideração a sua alta vulnerabilidade e fragilidade. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta uma proposta de manejo para o Geossítio Gruta do Índio,

buscando propor estratégias de visitação e interpretação que, se implementadas, podem evitar a degradação do patrimônio e fortalecer o turismo no Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO.

1. Metodologia

Para realizar a etapa prévia de caracterização e inventário do Geossítio Gruta do Índio foram realizados uma série de trabalhos de campo para obter informações, sendo que o primeiro foi realizado no dia 13 de maio de 2021, depois 7 de maio de 2022, 5 de novembro de 2022 e 28 de novembro de 2022. Atenta-se ao fato de que os trabalhos de campo se caracterizaram de extrema importância para a construção do presente trabalho, considerando que o local ainda não possuía nenhum estudo espeleológico.

Nesses trabalhos de campo foram obtidas informações como de georreferenciamento tanto do caminho até o Geossítio, como dos pontos considerados importantes para a elaboração do presente trabalho. Foi utilizado um GPS (Global Position System) modelo GARMIN eTrex 30 e, para apoio, o software de livre acesso “Navegação GPS Polaris”, sendo o mesmo utilizado no celular.

Para obter as medidas da área interna da gruta, utilizou-se uma estação total da marca SOKKIA modelo FX-105. A medição foi feita através do método de irradiação e utilização de medidas sem prisma, apenas com a utilização de laser. Deste modo, foram realizadas várias medidas das paredes da gruta, incluindo as galerias e salões. O processamento das observações medidas pela estação foi realizado no software TopoEVN planilha, e para o desenho técnico utilizou-se o Autocad 2019.

Para o levantamento da avifauna, que foi realizado no dia 28 de novembro de 2022, contou-se com a participação de um professor do departamento de Zootecnia e membro do Curso de Especialização em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria, especialista em fauna silvestre, onde foram identificadas aproximadamente 25 espécies de aves. A atividade teve início às 9 horas, e encerrou-se às 11h30min, sendo que neste dia, durante este período de tempo, a temperatura variou de 17° a 28° C.

Após a etapa de caracterização do Geossítio, é apresentada uma proposta de Plano de Manejo, que foi elaborado tendo como base conceitual os princípios da metodologia do Limite Aceitável de Câmbio – LAC (Wagar, 1964) e foram sistematizadas em 4 etapas, descritas a seguir.

Etapa 1 - Identificação e descrição das zonas, que visa estabelecer espaços de uso diferenciados, e descreve-se as condições ecológicas, recreativas e administrativas adequadas para cada uma. Para a definição dos limites do Geossítio e delimitação das zonas, foram utilizados dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (CAR), além de informações levantadas em campo. Os mapas foram elaborados com o Software QGis versão 3.10.8.

Etapa 2 - Definição do número balizador da visitação (NBV). Nessa etapa foi estimado o número de visitantes que um local específico dentro da área de estudo tem

capacidade de receber por dia, para a realização de determinada atividade, levando em consideração as condições de manejo da visitação existentes. Foi utilizada a proposta apresentada no Roteiro Metodológico para Manejo de Impactos da Visitação do ICMBio, onde aplica-se uma fórmula que resulta no “Número Balizador da visitação (NBV)”. A fórmula é a seguinte: $NBV = D/N \times NV$ sendo o “D” a disponibilidade (em área, metros lineares ou quantidade); “N” a necessidade por pessoa ou grupo de pessoas (em áreas, metros lineares ou quantidade); “NV” o número de vezes que um grupo ou uma pessoa teria condições de visitar aquele lugar em um dia, que é encontrado através da fórmula TO/TN , sendo o “TO” o tempo oferecido pelo local para a realização da atividade, e o “TN” o tempo necessário para que uma pessoa ou grupo realize a atividade em um dia (Icmbio, 2011).

Referente aos tempo de visitação utilizados, estes foram estipulados levando em consideração dados levantados em um questionário aplicado à pessoas que já visitaram pelo menos uma vez o local, para identificação do perfil dos visitantes do Geossítio. Esse levantamento mostrou que grupos de turistas durante passeios permanecem em média 30 minutos na gruta, e que a maioria (61,90%) dos entrevistados, permanecem menos que uma hora no local. Com isso, e levando em consideração também o nível de aprofundamento de conteúdo que pode ser trabalhado em cada ponto de parada, estipulou-se 45 minutos para grupos de turistas e/ou grupo de público em geral, e 60 minutos para turmas de escola ou alunos de ensino superior.

Etapa 3 - Definição de indicadores e padrão: nessa etapa, foram estabelecidos indicadores e padrões, que representam os tipos de impactos e estabelecidos limites aceitáveis de mudanças para os recursos ambientais e sociais através da definição de padrões.

Etapa 4 - Ações de manejo: Após a análise e definição dos problemas existentes, foram definidas quais ações de manejo são necessárias para evitar ou mitigar os impactos da visitação e criar as melhores condições possíveis para garantir a boa qualidade da visita no Geossítio.

3 Resultados e discussões

3.1. Caracterização da área de estudo

A Gruta do Índio é um dos 31 Geossítios do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, e está localizado no município de Agudo/RS, Brasil, distante cerca de 245 quilômetros da capital do estado, Porto Alegre (Figura 1). O Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO é formado por nove municípios, sendo: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Sêca, São João do Polêsine e Silveira Martins, que compartilham um patrimônio paisagístico coletivo, e que está buscando a titulação como um Geoparque Mundial da UNESCO, tendo recebido a avaliação *in loco* em outubro de 2022, e avaliado pelo Conselho do Programa de Geoparques Mundiais da UNESCO, em dezembro daquele ano.

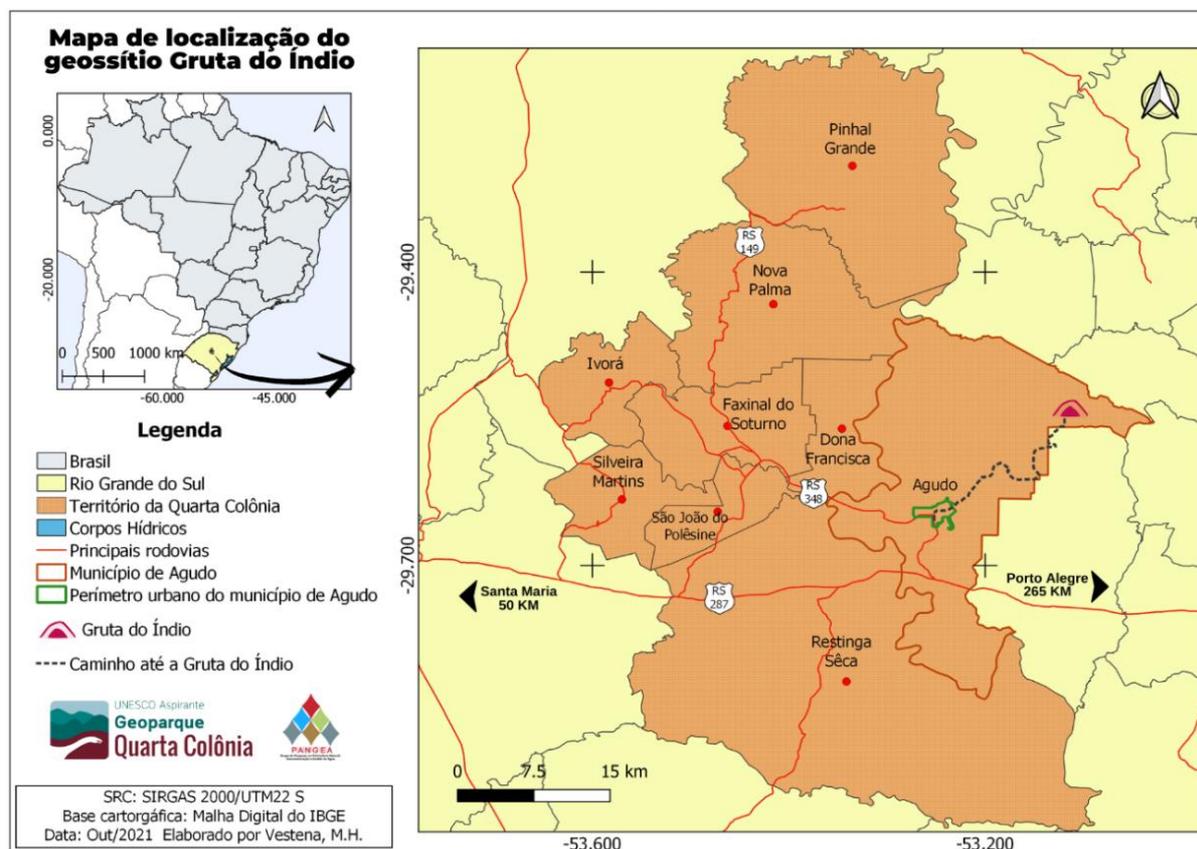


Figura 1: Mapa de localização do Geossítio Gruta do Índio.

Fonte: elaborado pela autora, 2022.

No território da Quarta Colônia destaca-se a beleza cênica da paisagem, cuja estrutura geomorfológica se apresenta contrastante de sul a norte, devido a transição entre o planalto meridional brasileiro e a depressão central do RS. Apresenta também uma singularidade referente ao patrimônio cultural, pois preserva nas suas mais diferentes manifestações, como arquitetura, artesanatos, gastronomia, entre outros, a cultura de portugueses, afrodescendentes, indígenas e imigrantes alemães e italianos. Por fim, mas não menos importante, o patrimônio de relevância mundial, que são os fósseis encontrados nas rochas do território, datados do período Triássico, que abrange o intervalo de tempo entre 250 e 200 Ma, conforme Walker *et al.* (2013). Alguns desses fósseis são de dinossauros, sendo alguns deles considerados os mais antigos do mundo, como o *Buriolestes Schultz* (Cabreira *et al.*, 2016).

Entre as potencialidades geomorfológicas do território do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, existe uma em especial que são as grutas e cavernas, como a Gruta do Índio, que está localizada no município de Agudo e é a área de estudo do presente trabalho. O Geossítio Gruta do Índio está situado em uma propriedade particular na localidade de Linha dos Pomeranos, a 28 km ao norte da sede do município de Agudo. Geomorfologicamente está localizado em uma área de relevo acentuado, na porção de transição da escarpa arenito-basáltica do Planalto, onde destaca-se a presença de vales e paredões rochosos. Em todo o entorno observam-se morros e morrotes associados às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e

arenitos eólicos associados. Conforme constatação em trabalho de campo, a dinâmica geomorfológica da área onde está o Geossítio, é caracterizada como um ambiente inclinado de encosta.

Evidenciam-se algumas características do Geossítio que permitem classificá-lo de elevada importância patrimonial (Figura 2). Destaque para a riqueza da biodiversidade no Geossítio, que está inserido em uma zona de Mata Atlântica, com Floresta Estacional Decidual, fazendo parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - RBMA e do corredor ecológico da Quarta Colônia (Godoy *et al.*, 2012).

Tanto na área do Geossítio como em todo o trajeto que leva até o local, pode ser observada uma grande diversidade faunística, com mamíferos como morcegos, gambás, cuícas, bugios, além de répteis e de aves. Destacam-se estas últimas, pois em todo o território do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, são registradas 215 espécies de aves, distribuídas em 47 famílias. Isto corresponde a 34,4% das espécies de aves e 64,3% das famílias existentes no estado do RS (Krugel e Behr, 2002). Além disso, no ambiente cavernícola são encontradas espécies de animais como morcegos, aranhas, grilos, sapos e rãs, indicando um potencial para a pesquisa e conservação biológica ainda pouco explorado (Figura 2B).

Outro ponto de destaque patrimonial, é que a área do Geossítio possui interesse antropológico, considerando que a região do entorno já foi habitada por comunidades indígenas no passado, com vestígios arqueológicos na região das tradições humaitá, vieira e tupi-guarani.

Conforme levantamento, a Gruta no Geossítio é formada por um salão principal, que compreende aproximadamente 267,30 m², e possui na entrada principal 16,58 metros de largura por 6,60 metros de altura. Possui também um salão secundário com 64,76 m². Dispõe de uma galeria que leva até um ponto sem saída (galeria terminal), com 18,46 metros lineares, e outra que leva à saída da gruta, com 39,85 metros lineares (Figura 2A).

Em relação à litologia, esta encontra-se representada por arenitos muito bem selecionados, com granulometria média, de cores amareladas, com estratificação cruzada de grande porte, que são interpretados como sendo arenitos eólicos *intertraps* (Figura 2D) (Godoy *et al.*, 2012). Classifica-se como arenitos *intertraps* (ou interderrames) aqueles que aparecem confinados entre camadas de rochas vulcânicas, como se tivessem sido capturados em armadilhas (*traps* em inglês). O contexto de formação desses arenitos presentes no território do Geoparque Quarta Colônia e do Rio Grande do Sul, de um modo geral, está relacionado ao grande Deserto Botucatu, que recobria toda a área da Bacia do Paraná (interior do Gondwana). As dunas eólicas, mesmo após o início do derramamento de lavas basálticas no Cretáceo, que durou aproximadamente entre 137 e 127 milhões de anos, seguiram ativas, sob condições desérticas por mais um tempo, a ponto de existirem camadas de areia, hoje rochas, que ficaram aprisionadas entre um derrame e outro.

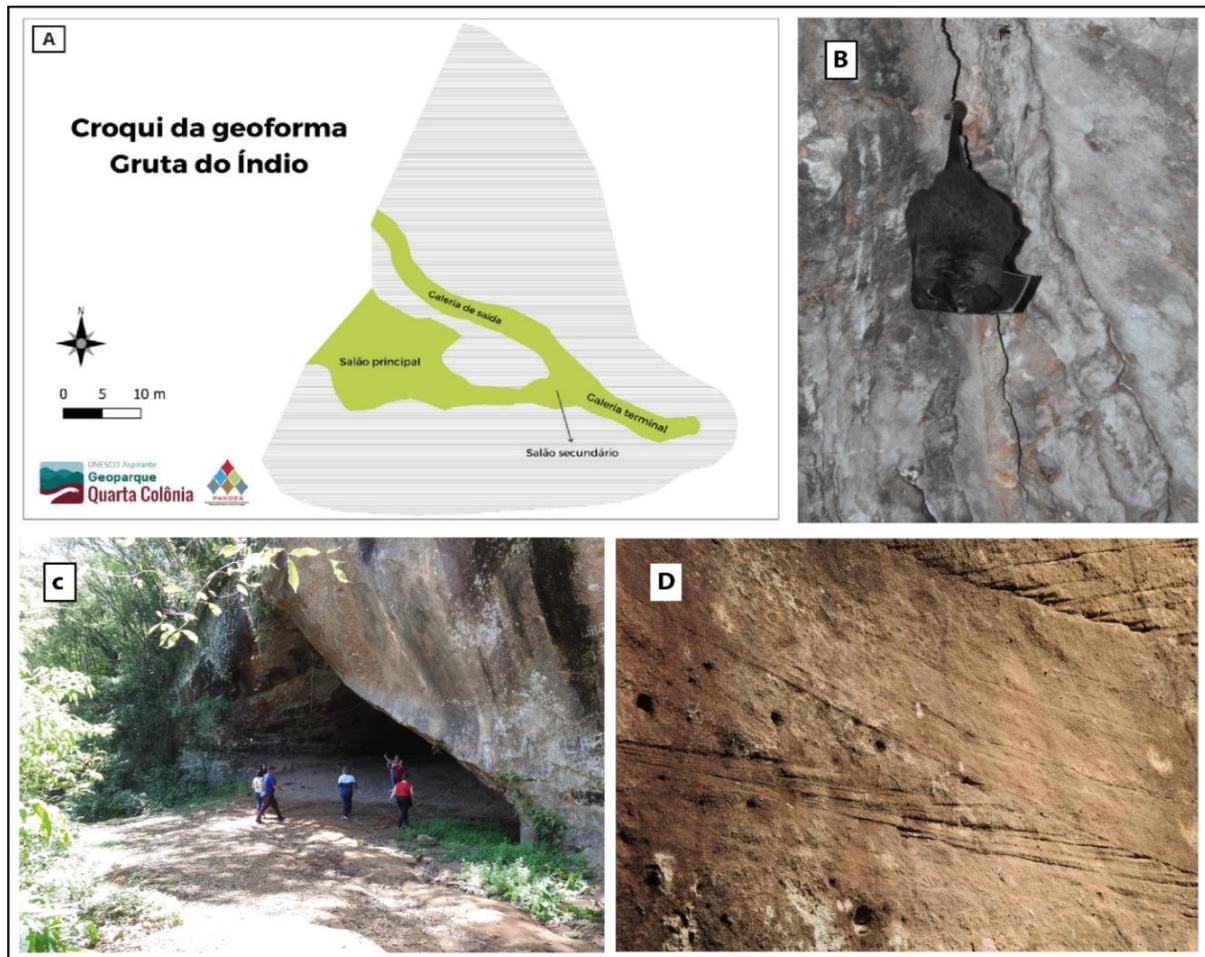


Figura 2: Elementos patrimoniais do Geossítio Gruta do Índio. a) Croqui da área da Gruta do Índio; b) Parte da biodiversidade faunística encontrada na Gruta do Índio, no detalhe um morcego; c) Aspecto da abertura principal da Gruta; d) Detalhe para as estratificações cruzadas na rocha da Gruta do Índio, resultantes da deposição eólica no Gondwana, que formaram o Deserto Botucatu.

Fonte: organizado pelos autores a partir dos trabalhos de campo, 2021 e 2022.

Já em relação à gênese, de maneira geral, cavidades em arenitos, tal como a Gruta do Índio, se originam e evoluem através do fenômeno denominado de *pipping*. O *pipping* é caracterizado como um processo associado de dissolução e remoção mecânica (Spoladore, 2006).

Integrando todos os pontos citados, o Geossítio Gruta do Índio pode ser classificado como de interesse antropológico, ecológico, turístico, científico e didático. Entretanto, o local já sofre com usos indevidos, são observadas depredações como resíduos descartados de forma incorreta, aprofundamentos e pichações no arenito da gruta e restos de fogueiras. Ademais, observa-se no chão da gruta rastros que muito provavelmente sejam de motocicletas que realizam a modalidade de esporte de aventura conhecido como motociclismo “*off road*”. Atente-se ao fato de que se essa prática esportiva acontecer sem um controle e consciência ambiental dos seus praticantes, a longo prazo podem ocasionar problemas como erosão do solo, poluição sonora com perturbação da fauna, poluição do ar, entre outros (Mendonça e Ferreira, 2018).

3.2. Proposta de Zoneamento e descrição das zonas de uso diferenciadas

A propriedade onde está a Gruta do Índio possui um total de 59 hectares. A área proposta para o Geossítio tem 24,63 hectares, sendo que os limites a norte, sul e leste foram estabelecidos tendo como base os limites da propriedade; e a oeste os limites utilizados foram feitos tendo como base a linha de servidão administrativa, representada por uma estrada.

Depois da análise dos dados declarados no Cadastro Ambiental Rural (CAR), foi realizado um zoneamento para o Geossítio Gruta do Índio em 3 zonas: 1) Zona de conservação; 2) Zona de uso de recursos naturais; 3) Zona de proteção geopatrimonial (Figura 3).

3.2.1. Zona de conservação

Essa zona é formada originalmente pela Área de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal da propriedade (Lei nº 12.651/2012) e com isso é uma área que tem por objetivo promover a conservação dos recursos naturais, incluindo a floresta da Mata Atlântica.

Sendo o principal objetivo dessa zona a utilização sustentável dos recursos naturais, são permitidas atividades de uso indireto como de pesquisa, educação ambiental e de visitação. Inclusive, há a possibilidade de criar uma trilha secundária, de aproximadamente 520 metros, que permite contato com a mata nativa, e no final chega-se ao lajeado da Grota, que é o curso d'água responsável pela esculturação do vale.

Além disso, outra prática que a trilha pode oferecer, assim como toda a área que abrange o Geossítio é a observação de aves (*Birdwatching*). Essa atividade consiste em observar as aves nativas, identificá-las e fotografá-las, e é considerada uma atividade sustentável.

Como forma de legitimar a prática de observação de aves no Geossítio, foi realizado um trabalho de campo, onde foram identificadas aproximadamente 25 espécies de pássaros. Dentre todo o trajeto, o melhor local para a observação é no ponto onde está o lajeado, devido ao fato de que ali a vegetação está menos densa. As aves encontradas na amostragem realizada na área são consideradas comuns para a Mata Atlântica e não se encontram ameaçadas. A maioria são espécies florestais ou de borda, possuem hábito alimentar insetívoro e pertencem à ordem dos Passeriformes. Vale mencionar que para uma lista mais completa, novas amostragens devem ser feitas.

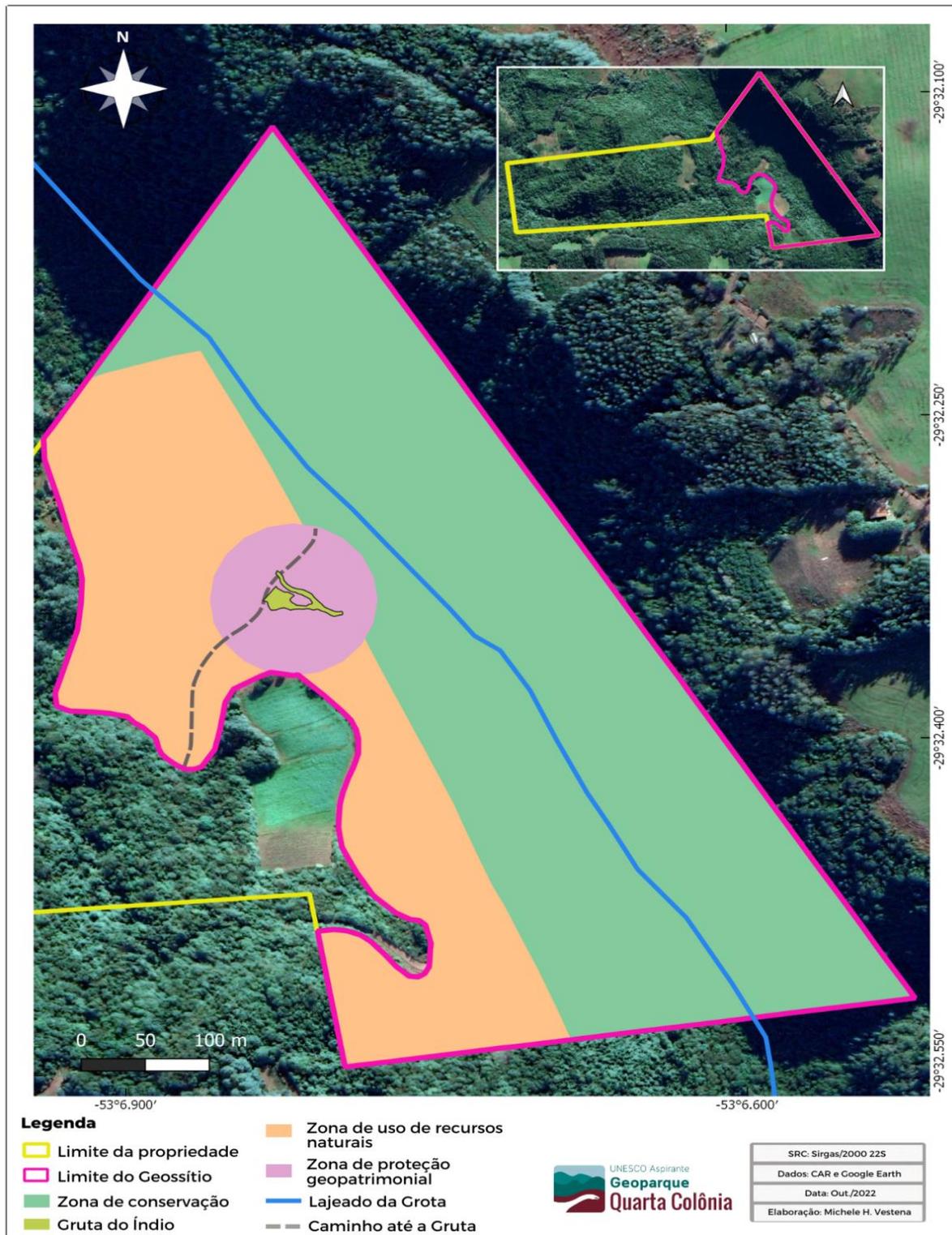


Figura 3: Limite e Zoneamento do Geossítio Gruta do Índio.

Fonte: organizado pelos autores, 2022.

3.2.2. Zona de uso de recursos naturais

A área definida de uso de recursos naturais possui um total de 8,82 hectares. Originalmente, pelo CAR da propriedade, grande parte dessa área é considerada área

consolidada. Nessa zona está a área de residência dos proprietários e também a área que será proposta como ponto de parada de veículos.

Também, o início e grande parte da trilha principal, de 300 metros, que leva à gruta está nessa zona. A trilha pode ser indicada como um atrativo para diferentes idades, tanto para um público mais infantil, quanto para pessoas de mais idade. Entretanto, o caminho encontra-se em parte tomado de vegetação, devido à falta de manutenção.

3.2.3. Zona de proteção geopatrimonial

Esta zona foi delimitada tendo como objetivo promover uma proteção maior à área imediata à Gruta do Índio, e com isso as intervenções devem ser mínimas, com o foco de manter e preservar a integridade da gruta. Ela possui um total de 1,30 hectares, e para realizar a delimitação foi levado em consideração a maior distância do centro da gruta até o ponto extremo da área externa, acrescentado 15 metros de *buffer* a esse valor. A partir disso, foi gerado um *buffer* do centróide da gruta com 65 metros.

Além da delimitação da área externa, são propostos 3 pontos de parada interpretativa dentro da gruta, e um na parte externa, onde podem ser observados diferentes aspectos da geoforma (Figura 4). O primeiro é na parte externa da gruta, próximo à entrada, onde se trata sobre a formação litológica e processo de formação da Gruta e sobre o paleodeserto de Botucatu. No segundo, que é no salão principal, o tema a ser tratado é sobre a ocupação dessas cavidades na região por povos originários. No terceiro ponto, que é no salão secundário, a interpretação versa sobre a fauna cavernícola e, por fim, no 4 e último ponto, pode ser observado os locais de infiltração da água, que acompanha a estratificação da rocha, falando assim sobre os aspectos hidrológicos da gruta.

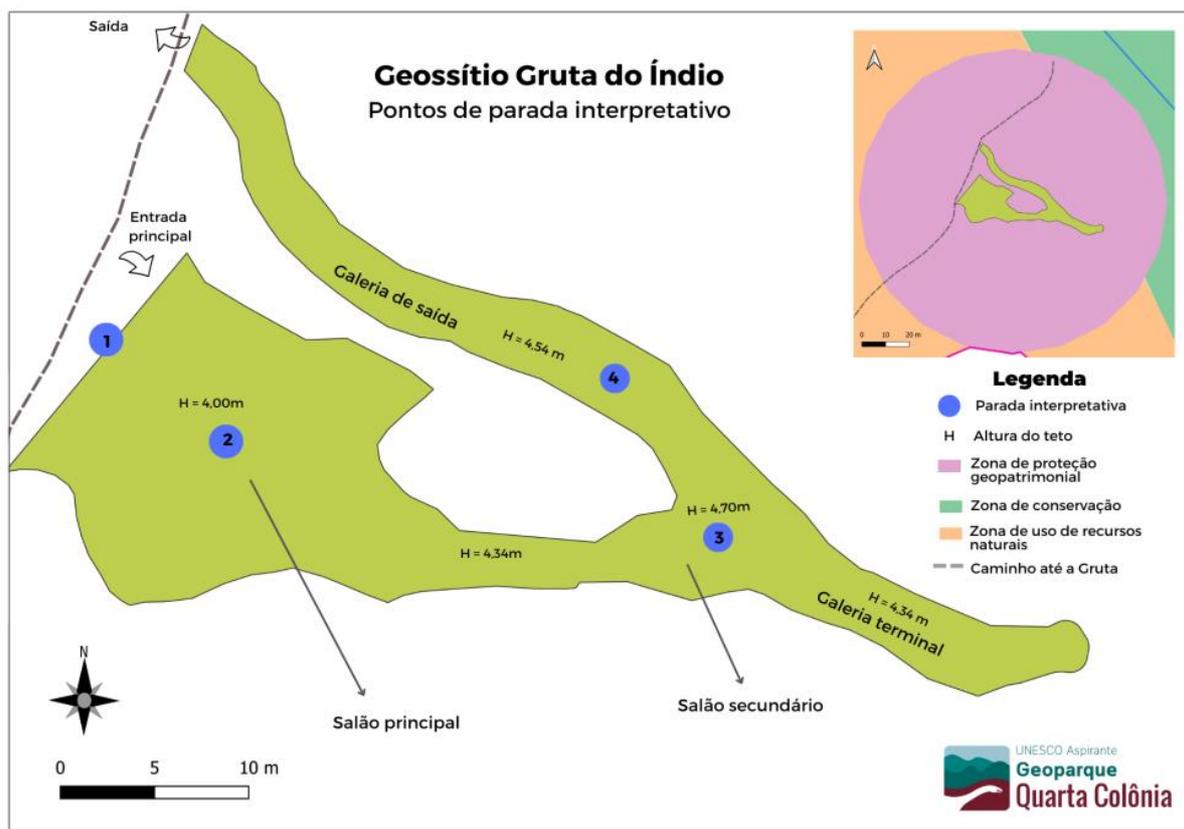


Figura 4: Pontos de parada interpretativos na Gruta do Índio

Fonte: organizado pelos autores, 2022

3.3. Número balizador da visita

Para realizar o cálculo do número balizador da visita do Geossítio, a limitação dos tamanhos dos grupos foi baseada na limitação espacial detectada *in loco* nos três pontos de parada dentro da gruta, sendo eles, o salão principal, o salão secundário da gruta, e a galeria de saída. Além disso, calculou-se também a capacidade para a trilha secundária existente na área do Geossítio, que leva até o Lajeado da Grotta.

Considerando as áreas disponíveis em cada uma dessas paradas, e os valores de referência utilizados (2m^2 nas áreas de salões e 3m lineares no percurso para cavernas, e 2m^2 para trilhas) chegou-se aos valores de capacidade de carga apresentados no quadro abaixo (Tabela I).

Com base nos dados apresentados, considerou-se a seguinte premissa: o número máximo de visitantes, por grupo, não poderá ser maior que o número máximo de visitantes, do ponto de parada de menor área a acomodar. Desse modo, considerando que a área da galeria de saída permite acomodar aproximadamente 13 pessoas, 13 pessoas será o número máximo inicial proposto para a visita na Gruta do Índio.

Tabela I: Cálculo da capacidade de carga para cada ponto de parada interpretativo.

Ponto de parada interpretativo	Área disponível	Referência	Capacidade de carga (pessoas)
Salão principal	267,30 m ²	2 m ² por pessoa	133,65
Salão secundário	64,76 m ²	2 m ² por pessoa	32,38
Galeria de saída	39,85 m lineares	3 metros lineares por pessoa	13,28
Trilha secundária	261,63 m ²	2 m ² por pessoa	130,81

Fonte: organizado pelos autores.

Com relação ao tempo de visitação, este foi estipulado levando em consideração dados levantados neste trabalho. Estipulou-se 45 minutos para grupos de turistas e/ou grupo de público em geral, e 60 minutos para turmas de escola ou alunos de ensino superior. Já em relação ao tempo máximo oferecido por dia para visitar o Geossítio Gruta do Índio, neste trabalho será considerado das 8h da manhã às 12h, e das 13h às 17h, resultando, portanto, em um total de 8 horas para visitação.

Foram consideradas diferentes situações de visitação, e para cada uma delas, o fator limitante para o manejo, que foi exclusivamente a área disponível, sendo calculado o número balizador da visitação (NBV) (Tabela II). Vale mencionar que este deve servir como um elemento orientador para auxiliar o manejo de impacto de visitação no Geossítio Gruta do Índio, mas que é uma referência dinâmica.

A capacidade de receber visitantes no Geossítio pode variar em função do tipo de visita, mas supondo que todas as visitas durante um dia sejam feitas por escolas e/ou turmas de ensino superior com 3 pontos de parada, o máximo de visitantes que o local pode receber são 8 turmas, com 13 pessoas cada.

Supondo ainda que, todos os grupos de visitantes realizem a trilha secundária que leva até o rio, e que eles façam as três paradas dentro da gruta, diminui para 4 o número de grupos permitidos em um dia. Esse resultado dá-se considerando que o tempo de visita é maior e que o máximo de pessoas, para essa situação são 13 visitantes.

Tabela II: Cálculo do NBV para diferentes situações de visitação na gruta do Índio.

Situação de visitação	Fatores limitantes do manejo	Número Visitantes		D	N	Valor do fator	Unidade
		TO	TN				
1) Escolas e/ou turmas de ensino superior com 3 pontos de parada	Área disponível na galeria de saída da caverna 39,85 m lineares e área ocupada por um grupo de 13 pessoas é de 39 metros lineares	TO	TN				
		8h	1h				
		8h		39,85	39	8	grupos
2) Visitante geral com 3 paradas	Área disponível na galeria de saída da caverna 39,85 m lineares e área ocupada por um grupo de 13 pessoas é de 39 metros lineares	TO	TN				
		8h	45 min				
		10h		39,85 m	39	10	grupos
3) Visitante geral com dois pontos de parada	Área disponível no salão da caverna 64,76 ² e área ocupada por um grupo de 32 pessoas 64m ²	TO	TN				
		8h	45 min				
		10h		64,76	64m ²	10	grupos
4) Escolas e/ou turmas de ensino superior e visitante geral com 4 pontos de parada	Área disponível na galeria de saída da caverna 39,85 m lineares e área ocupada por um grupo de 13 pessoas é de 39 metros lineares	TO	TN				
		8h	2h				
		4h		39,85 m	39,85 m	4	grupos

Nota: D - Disponibilidade de área; N - Necessidade de área; TO - Tempo Ocupação do local; TN - Tempo Necessário por visitante.

Fonte: adaptado de ICMBIO, 2011.

3.4. Indicadores, padrão e síntese das ações de manejo

Após ter realizado a caracterização e o diagnóstico da Gruta do Índio, foi possível identificar uma série de questões, que precisam ser trabalhadas, para que a visita ao Geossítio seja uma experiência agradável, ao mesmo tempo em que não degrade o ambiente cavernícola e o entorno. Foram estabelecidos indicadores, que representam os tipos de impactos que estão ocorrendo, e padrões que buscam estabelecer um limite aceitável de mudanças. Vale mencionar que é necessário realizar um acompanhamento periódico do geossítio, para que os padrões possam ser mensurados e as ações de manejo aplicadas. Os mesmos estão descritos na tabela III abaixo:

Tabela III: Indicadores e padrão de manejo para o Geossítio Gruta do Índio.

Indicadores	Categoria	Ambiente	Tipo	Padrão	Observação	Zona
Degradação da sinalização	Manejo	Diversos	Degradação de equipamentos e estruturas;	25% das unidades de sinalização apresentando problemas de degradação.	Verificar o estado de degradação da sinalização no local: desgaste, pichações, destruição, etc. Em caso de roubo, a troca deve ser efetivada assim que possível.	Uso de recursos naturais e de conservação patrimonial;
Pichação	Manejo	Gruta (rocha)	Degradação do patrimônio;	Presença	Monitorar o aumento de pichações e aprofundamentos na rocha, considerando que os que já existem são irreversíveis;	Conservação patrimonial
Presença de resíduos sólidos (lixo)	Social e Ambiental	Diversos	Sinais de poluição: Resíduos sólidos	Monitorar o aumento de lixo no local a cada 3 meses;	Verificar a ocorrência de resíduos sólidos em geral: embalagens, plásticos em geral, restos de comida, papel higiênico descartados inadequadamente	Toda a área do Geossítio;
Marcas de Fogueiras	Social e Ambiental	Área interna da gruta	Ameaça à fauna e flora	1 fogueira nova identificada dentro da gruta em um período de 6 meses;	Verificar a presença de marcas de fogueira, como: carvão, madeira queimada, círculo de pedras, etc.	Conservação patrimonial

Tabela III: Indicadores e padrão de manejo para o Geossítio Gruta do Índio (Continuação).

Indicadores	Categoria	Ambiente	Tipo	Padrão	Observação	Zona
Presença de dejetos humanos (odor ou visual)	Social e Ambiental	Diversos	Sinais de poluição: Resíduos sólidos	Dejeto identificado dentro da gruta a cada 6 meses;	Percepção da presença de fezes, urina, papel higiênico usado.	Toda a área do Geossítio;
Presença de rastros de veículos	Social e Ambiental	Área interna da gruta	- Ameaça à fauna e flora; - Ameaça à estrutura geológica da gruta;	1 marca de rastro nova identificada dentro da gruta, em um período de 6 meses;		Conservação patrimonial
Bloqueio da visibilidade da trilha	Social	Trilha de 300 metros que leva até a gruta;		25% da visibilidade comprometida;	Verificar se a vegetação está atrapalhando a visibilidade da trilha;	Uso de recursos naturais;
Vegetação em excesso	Social	Área de estacionamento;		Excesso de vegetação no período de 3 meses	Verificar se a vegetação em excesso está interferindo na demarcação da área de parada de veículos, e afetando de forma negativa a experiência do visitante;	Uso de recursos naturais;

Fonte: adaptado de Queiroz, Bradford (2013).

Já no que diz respeito às ações de manejo, para a zona de proteção geopatrimonial, considerando a fragilidade desta, as intervenções propostas serão de baixo impacto, sendo basicamente a colocação de um painel interpretativo localizado próximo à entrada da gruta, que disponibilizará informações científicas da gruta, e a realocação e substituição da lixeira (para lixo inorgânico) que atualmente está dentro da gruta, por uma lixeira nova. A sugestão é que ela seja colocada na área de estacionamento do Geossítio, o que facilitaria inclusive a limpeza por parte da administração pública. Ademais, poderão ser colocados dizeres/orientações no próprio painel interpretativo referente ao lixo.

Ainda, na zona de proteção geopatrimonial, outro problema verificado e que está relacionado principalmente à poluição visual da gruta, são as pichações e aprofundamentos no arenito. Essa prática configura-se, na maioria das vezes, irreversível, pelo fato do arenito ser uma rocha muito frágil, e para “apagar” as

pichações seria necessário desgastar ainda mais a rocha. Apesar da remoção das pichações não ser aconselhada, por ser custosa, difícil e poder causar danos ao substrato, há uma alternativa para minimizar esse problema que é o uso de produtos chamados de antigraffiti (Grossi e Del Lama, 2018).

As demais intervenções propostas são para a zona de uso de recursos naturais, sendo elas:

- Delimitação da área para parada de veículos: dentro da área do Geossítio foi demarcado um setor que poderia ser utilizado para estacionamento de veículos. Sugere-se que seja feita uma delimitação da área com cordas e tramas de madeira, e uma roçada periódica da vegetação;
- Colocação de cordas na entrada e saída da gruta: como forma de impedir o acesso de motocicletas que praticam o “off road” na área cavernícola. Em relação a essa problemática, também, sugere-se a colocação de placas com escritos como “Proibido veículos dentro da gruta”. Ademais, o ideal é que seja feita uma campanha de conscientização, para os trilheiros da região, para que não passem mais com os veículos dentro da gruta, pelo menos até a elaboração de estudos mais específicos, como de fauna cavernícola e de riscos. Essa ação pode servir também como uma barreira à prática de fogueiras dentro da gruta.
- Melhoria do caminho até a gruta: a sugestão é que se coloque cordas ao longo da descida. O caminho também necessita de limpeza periódica da vegetação rasteira, para facilitar o acesso.
- Colocação de totem informativo, padronizado do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, no início do caminho até a gruta, substituindo a placa que já está no local, mas em condições ruins.

Além de todas essas ações de manejo mais pontuais, lista-se aqui algumas ações que não estão diretamente relacionadas a uma das zonas de uso, como a questão da responsabilidade da conservação da área do Geossítio Gruta do Índio. Vale mencionar que até o momento não existe um interesse por parte do proprietário da área do Geossítio em realizar alguma medida conservacionista, inclusive ele nem reside mais na área, e a propriedade está à venda. Entretanto, isto não inviabiliza a proposição das sugestões que são aqui apresentadas para o Geossítio, uma vez que se trata de um bem da União, cuja conservação, independente da propriedade, é prevista em lei.

É importante considerar que as cavidades subterrâneas não estão isoladas da paisagem, mas fazem parte de todo um relevo específico, e com isso é de suma importância que as medidas protetivas das cavernas não sejam desvinculadas do seu ambiente externo. Com isso, e considerando que não existe uma legislação específica para proteção de Geossítios em Geoparques, é aqui apresentada uma alternativa que viabilize a conservação deste local dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Para a Gruta do Índio em específico, a categoria de Unidade de Conservação (UC) de proteção integral que considera-se mais viável é a de Monumento Natural. Os monumentos naturais (MONA), possuem como principal objetivo preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, e a visitação pública é sujeita às condições e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade. Podem ser constituídos de áreas particulares, se houver compatibilidade entre o objetivo de conservação da unidade, ou caso haja incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas, ou o proprietário não concorde com as condições propostas pelo órgão responsável pela administração da UC, poderá haver a desapropriação de terras pelo poder público, mediante a devida indenização ao particular. A administração do MONA será de responsabilidade do órgão ambiental que a criou; nesse sentido, o órgão que criar a UC ficará responsável por editar as normas e regras específicas da unidade, tais como condições e restrições de visitação pública, por meio de um plano de manejo aprovado em portaria do órgão (Lei nº. 9.985/2000).

Outra ação de manejo geral sugerida é a criação de uma campanha para educação patrimonial do Geossítio Gruta do Índio, com foco em alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. Essa campanha visa difundir o conhecimento do ambiente cavernícola para jovens estudantes, além de incentivar as escolas públicas do território do Geoparque a visitarem o local, e ainda buscar controlar algumas problemáticas que foram identificadas, como o descarte incorreto de lixo na área do Geossítio, pichação na rocha, e também sobre a entrada de motocicletas dentro da gruta.

A primeira etapa da campanha se daria com a elaboração de uma cartilha informativa sobre o Geossítio, que abordaria os seguintes aspectos: a formação do deserto de Botucatu, processo de formação de cavidades em rochas siliciclásticas, as diferentes tipologias de rochas, a relação das rochas em arenito do território do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO com povos originários, e sobre a avifauna do Geossítio Gruta do Índio. Depois, tendo a cartilha como suporte, deverá ser feita uma etapa de sensibilização nas escolas do território do Geoparque, com um direcionamento aos anos finais do Ensino Fundamental. Por fim, como complemento, e considerando a importância de trabalhos de campo no processo de observação dos fenômenos mencionados em sala de aula, associando a teoria à prática e melhorando o processo de ensino aprendizagem (Krasilchik, 2005; Libâneo, 2003), propõe-se a realização de um trabalho de campo com os alunos das escolas do Geoparque no Geossítio Gruta do Índio.

Conclusões

Por meio dos estudos de inventário e caracterização realizados no Geossítio Gruta do Índio, pode-se comprovar que, além do aspecto geológico/geomorfológico de formação da gruta se caracterizar como de grande relevância, a área do Geossítio possui outras potencialidades, caracterizando-se como um Geossítio interdisciplinar, abrangendo aspectos que dizem respeito à flora e fauna, a arqueologia, aspectos culturais, entre outros. Esses aspectos, integrados com a inserção de interpretação, como com a colocação de um painel interpretativo, por exemplo, podem permitir que

se desenvolva um turismo que não seja apenas contemplativo, mas onde o visitante obtenha também conhecimento acerca das dinâmicas da natureza no período geológico de tempo.

Verificou-se também que, além de turístico, o Geossítio possui um grande potencial científico, mas ainda muito pouco explorado. Menciona-se como exemplo a variedade de grupos de animais encontrados em trabalhos de campo, que podem servir como objetos de estudos para diferentes pesquisas.

Já em relação às ações de manejo propostas, de modo geral estas não se configuram como medidas que demandam de grandes investimentos ou obras, e são medidas que pelo menos para a situação em que a gruta se encontra atualmente, seriam de grande importância para cessar as degradações. Elas podem ser resumidas a três principais estratégias, sendo 1) Implementação de ações de educação ambiental; 2) Investimento em infraestrutura; 3) Investimento em material interpretativo.

Além dessas ações de manejo mais pontuais, uma mais geral e que talvez seja a mais complexa, é a que diz respeito à proteção legal da área do Geossítio Gruta do Índio. A dificuldade está pautada em dois principais pontos, sendo o primeiro a falta de meios legais no Brasil específicos para a proteção da geodiversidade, e a segunda o desinteresse por parte do proprietário. Como solução mais apropriada, aponta-se sobre a possibilidade da criação de uma UC na área, que consideraria também todo o contexto paisagístico florístico do Geossítio. Com a elaboração de um plano de manejo para a área, todas as ações de educação ambiental, pesquisa e de turismo seriam regradas, o que facilitaria a conservação do Geossítio.

Por fim, espera-se que este trabalho sirva como base para que medidas de geoconservação sejam aplicadas na área do Geossítio Gruta do Índio, considerando as degradações que este vem sofrendo, que podem inclusive ser irreversíveis se não forem interrompidas imediatamente. Ademais, sirva como fonte para estudo de outras cavidades em rochas siliciclásticas existentes no território do Geoparque Quarta Colônia aspirante UNESCO, para que seja possível utilizar esses ambientes de tão grande valor patrimonial da forma mais sustentável possível.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia e ao Grupo de pesquisa Patrimônio Natural, Geoconservação e Gestão da Água - PANGEA, da Universidade Federal de Santa Maria.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Bibliografia

Brasil (2000). *Lei nº. 9.985, de 18 de Julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação

- da Natureza e dá outras providências. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm
- Brasil (2008). *Decreto n.º 6.640/ 2008*. Dá nova redação aos arts. 1o, 2o, 3o,4o e 5o e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6640.htm
- Brasil (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Brilha, J. (2018). Geoheritage: inventories and evaluation. In Reynard, E, Brilha, J. (Eds.), *Geoheritage: assessment, protection and management* (pp. 69–86). Amsterdam: Elsevier.
- Cabreira, S. F., Kellner, A. W. A., Da Silva, S. D., Brodt, R. C. A., & Langer, M. C. (2016). A unique Late Triassic Dinosauriform Assemblage Reveals Dinosaur Ancestral Anatomy and Diet. *Current Biology*, 26(22), 3090–3095. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.09.040>
- Figueiró, A. S., Pretto, F., Ceretta, C., Sell, J. C. V., Filho, F. F. L., Padoin, M. M., Marcuzzo, S. B., Vestena, M., Storch, L., Simon, A., Miola, A., Pons, M. E. D., Dotto, D. M. R., Cecchin, D., Da Silva, E. L. B., & Moro, D. (2022). *Quarta Colônia aspiring geopark [recurso eletrônico] : territory and heritage*. <https://www.geoparquequartacolonia.com.br/arqs/109361093562.pdf>
- Godoy, M. M., Binotto, R. B., Silva, R. C. Da, & Zeffass, H. (2012). Geoparques/propostas: Quarta Colônia (RS). In Schobbenhaus, C., Silva, C. R. da (Org.), *Geoparques do Brasil: propostas* (pp. 417-456). Rio de Janeiro: CPRM.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Londres: John Wiley and Sons, 434p.
- Grossi, D. & Del Lama, E. A. (2018). Avaliação da eficácia de hidrofugantes e antigraffiti no Arenito Itararé. *Revista do Instituto de Geociências*, 18(4), 44-55. <https://repositorio.usp.br/item/002920135>
- ICMBIO – Instituto Chico Mendes. (2011). *Roteiro metodológico para manejo de impactos da visitação*. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/roteiros/Roteiro_Impactos_de_Visitacao_WEB.pdf
- Krasilchik, M. (2005). *Prática de ensino de biologia* (4ª ed, E-book.). São Paulo: Edusp.
- Krugel, M.M. & Behr, E.R. (2002). Inventário Faunístico - Aves. In Itaquí, J (org.), *Quarta Colônia: inventários técnicos* (pp 217 – 230). Santa Maria: Condesus Quarta Colônia.
- Langer, M. C., Ezcurra, M. D., Bittencourt, J. S., & Novas, F.E. (2010). The origin and early evolution of dinosaurs. *Biological Reviews*, 85(1), 55-110. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2009.00094.x>

- Lino, C. F. (2001). *Cavernas: O fascinante Brasil subterrâneo*. São Paulo: Editora Gaia LTDA., 288 p.
- Libâneo, J.C. (2003). *Questões de metodologia do ensino superior: a teoria histórico-cultural da atividade de aprendizagem*. Disponível em: www.ucg.br/site_docente/edu/libaneo/pdf/
- Mendonça, M., & Ferreira, M. L. (2018). Proposições para minimizar impactos ambientais decorrentes de atividades esportivas no extremo sul da cidade de São Paulo. *In Anais do Simpósio internacional de gestão de projetos, inovação e sustentabilidade*. São Paulo: VII SINGEP. Disponível em: <http://www.singep.org.br/7singep/resultado/62.pdf>
- Novas, F. E., Agnolin, F. L., Ezcurra, M. D., Müller, R. T., Martinelli, A. G., & Langer, M.C. (2021). Review of the fossil record of early dinosaurs from South America, and its phylogenetic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, 110, 103341. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103341>
- Queiroz, D. de, & Bradford, K. (2013). *Manejo da visitação em áreas naturais*. FEMERJ, 2013/01. Disponível em: <https://feemerj.org/wp-content/uploads/FEMERJ-MAN-2013-01.pdf>
- Spoladore, A. (2006). *A geologia e a geoespeleologia como instrumentos de planejamento para o desenvolvimento do turismo – o caso de São Jerônimo da Serra/PR*. Tese Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista.
- WAGAR, J. A. (1964). *The Carrying Capacity of Wild Lands for Recreation*. Washington DC: Society of American Foresters.
-

Artigo recebido em / Received on: 10/03/2023

Artigo aceite para publicação em / Accepted for publication on: 29/12/2023

Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente

<https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/index>