

INTRODUÇÃO ÀS PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM CAVERNAS TURÍSTICAS

LUCIANA ALT
VITOR MOURA

INTRODUÇÃO ÀS PRÁTICAS DE
**CONSERVAÇÃO E
RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL**
EM CAVERNAS TURÍSTICAS

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

PRESIDENTE

Luiz Inácio Lula da Silva

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

MINISTRA

Marina Silva

SECRETÁRIO-EXECUTIVO

João Paulo Capobianco

SECRETARIA NACIONAL DE BIODIVERSIDADE, FLORESTAS E DIREITOS ANIMAIS

Rita de Cássia Guimarães Mesquita

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

PRESIDENTE

Mauro Oliveira Pires

DIRETOR DE PESQUISA, AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE

Marcelo Marcelino de Oliveira

COORDENADOR DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS – ICMBio/CECAV

Jocy Brandão Cruz

VALE S.A.

PRESIDENTE

Eduardo Bartolomeu

VICE-PRESIDENTE EXECUTIVO DE SOLUÇÕES DE MINÉRIO DE FERRO

Marcello Magistrini Spinelli

GERENTE DE ESPELEOLOGIA E TECNOLOGIA DE FERROSOS

Iuri Viana Brandi

© Copyright 2023 Crescente Arquitetura Projetos Ambientais e Culturais Ltda.
Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução desta obra ou de parte dela, por qualquer meio ou forma, seja ela eletrônica ou mecânica, fotocópia, gravação ou outro meio de reprodução, sem a permissão expressa dos autores. © dos autores 2023. Os direitos autorais das fotografias contidas nesta publicação são de propriedade de seus fotógrafos.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form, without permission by authors.

INTRODUÇÃO ÀS PRÁTICAS DE
**CONSERVAÇÃO E
RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL**
EM CAVERNAS TURÍSTICAS

LUCIANA ALT
VITOR MOURA



1ª EDIÇÃO
Brasília, 2023

TÍTULO

Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas

AUTORES

Luciana Alt e Vitor Moura

PRODUÇÃO TÉCNICA

Crescente Arquitetura Projetos Ambientais e Culturais Ltda.

REVISÃO TÉCNICA

Diego de Medeiros Bento (ICMBio/Cecav)

REVISÃO TEXTUAL

Stela Máris Zica

EDITORÇÃO

Flávio Silva Ramos (Editora IABS)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Javiera de la Fuente C. (Editora IABS)

ILUSTRAÇÕES E DIAGRAMAS

Vitor Moura

Luciana Alt

FOTOS

Luciana Alt

Vitor Moura

Diego Bento (ICMBio/Cecav)

FOTOS ADICIONAIS

Lucas Godinho

Narjara Pimentel

Adaiton Oliveira

Eliane Chim

Nida Seixas

Amauri Jesus dos Anjos

Cristiano Ferreira (ICMBio/Cecav)

Fred Lott

EDIÇÃO DE FOTOGRAFIA E TRATAMENTO DE IMAGENS

Luciana Alt

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas / Luciana Alt e Vitor Moura. – Brasília, DF: Editora IABS, 2023.

146 p. ; Il. Color.

ISBN 978-65-87999-64-7

1. Cavernas - Ecologia - Brasil 2. Conservação da natureza 3. Espeleologia 4. Turismo. I. Luciana Alt. II. Vitor Moura. III. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. IV. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – Cecav. V. Título.

CDU: 551.44

A reprodução total ou parcial desta obra não é permitida sem a autorização dos autores.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

Rodovia BR-450, km 8,5, Via Epia, Parque Nacional de Brasília

CEP: 70635-800 – Brasília/DF

Tel.: (61) 2028-9792

<https://www.gov.br/ICMBio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav>



Helena David | foto: Fred Lott.



Jim Werker | foto: Luciana Alt.



Val Hildreth-Werker | foto: Luciana Alt.

Dedicamos esta publicação aos amigos, que compartilham com a gente essa luta pela conservação das cavernas.

Helena David

Espeleóloga, conservadora e restauradora. Foi coordenadora de uma das ações pioneiras em conservação de cavernas no Brasil, o Projeto de Despoluição da Gruta do Ballet, em Matozinhos – MG, executado entre 2002 e 2004. Realizou importantes pesquisas referenciais, em nível de mestrado (2001) e doutorado (2008), em conservação de pinturas rupestres, tendo como foco as pinturas da Gruta do Janelão, Parque Nacional – PARNA Cavernas do Peruaçu, MG. Faleceu precocemente, em 2010, antes que pudesse ver mais ações de conservação de cavernas sendo executadas no Brasil, mas deixou bases sólidas para esse fim.

Val Hildreth-Werker e Jim Werker

Espeleólogos e especialistas em conservação e restauração de cavernas. Organizaram a publicação referencial “Cave Conservation and Restoration”, publicada pela National Speleological Society – NSS (EUA), em 2006, difundindo as melhores práticas em manejo sustentável de cavernas e os padrões de espeleologia de mínimo impacto. Com décadas de trabalho em cavernas norte-americanas, Val e Jim estabeleceram um legado de conservação de cavernas e de restauração de espeleotemas, treinando e educando gerações de espeleólogos. No Brasil, em 2014, estabeleceram, com os autores deste E-book, as bases dos cursos de conservação e restauração de cavernas, fundamentadas em atividades teóricas e práticas. Jim faleceu recentemente, em abril de 2023.

SUMÁRIO

| PÁG. | |
|------|---|
| 09 | APRESENTAÇÃO |
| 11 | INTRODUÇÃO |
| 15 | IMPORTÂNCIA E FRAGILIDADE DAS CAVERNAS |
| 29 | PRINCIPAIS IMPACTOS OBSERVADOS EM CAVERNAS TURÍSTICAS |
| 31 | Perturbação de depósitos sedimentares |
| 32 | Danos a espeleotemas por pisoteamento e toque |
| 39 | Quebra de espeleotemas |
| 44 | Pichações |
| 46 | Acúmulo de resíduos sólidos |
| 53 | Contaminação microbiológica e perturbação da fauna cavernícola |
| 57 | COMO EVITAR DANOS? |
| 58 | Boas práticas ao visitar cavernas: conduta pessoal |
| 58 | Praticar a atitude de conservação |
| 60 | Visitar cavernas com a devida autorização |
| 62 | Fazer treinamento prévio e planejar antecipadamente a visita |
| 62 | Utilizar equipamentos adequados |
| 66 | Realizar visitação sempre em grupos |
| 66 | Boas práticas para proteção do ambiente cavernícola |
| 66 | Realização e implementação do Plano de Manejo Espeleológico – PME |
| 68 | Demarcação de trilhas internas – Melhores práticas vigentes |
| 73 | Infraestrutura de proteção e visitação |
| 85 | CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS: CONCEITOS FUNDAMENTAIS |
| 87 | Como elaborar um projeto de conservação de cavernas |
| 91 | NOÇÕES SOBRE O USO DE TÉCNICAS DE MÍNIMO IMPACTO EM AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS |
| 91 | Remoção de sujidades de espeleotemas |
| 94 | Planejamento da atividade |
| 95 | Principais materiais e equipamentos utilizados |
| 96 | Execução da atividade |

PÁG.

102 Remoção de pichações

- 102 Planejamento da atividade
- 106 Principais equipamentos utilizados
- 106 Execução da atividade

108 Remoção de resíduos sólidos

110 Monitoramento fotográfico como instrumento de conservação de cavernas

117 CURSOS DE CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS COMO FERRAMENTAS PARA MUDANÇAS DE ATITUDE EM PROL DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

119 Principais ações de conservação realizadas nos Cursos

- 119 Remoção de pichações – Gruta do Lapão/PARNA Chapada Diamantina, BA
- 120 Remoção de sujidades sobre espeleotemas – Lapa Doce/APA Marimbus Iraquara, Iraquara, BA
- 122 Delimitação da trilha, na Gruta do Lapão PARNA Chapada Diamantina, BA
- 123 Mapeamento de impactos, instalação de rede de monitoramento, delimitação de trilha, limpeza de leito calçado e remoção de pegadas fora da trilha – Gruta do Janelão/PARNA Cavernas do Peruaçu, MG
- 126 Revisão da delimitação de trilha e ações de recuperação – Lapa do Rezar/PARNA Cavernas do Peruaçu, MG
- 127 Remoção de pichações, delimitação de trilha e limpeza de espeleotemas – PARNA da Furna Feia, RN

131 RESULTADOS DOS CURSOS DE CONSERVAÇÃO E EFEITO MULTIPLICADOR DO PROJETO

131 Pesquisa de avaliação dos cursos

139 Síntese dos principais resultados dos cursos

139 Efeito Multiplicador do Processo

141 REFERÊNCIAS

143 FICHA TÉCNICA DOS CURSOS

143 Instrutores dos cursos

143 Parceiros institucionais para realização dos cursos

144 Participantes dos cursos



A close-up photograph showing a student's hand using a yellow pencil to apply a substance to a hole in a rock surface. The rock is dark and textured, and the pencil is held at an angle, with the tip touching the hole. The background is dark and out of focus.

APRESENTAÇÃO

A conservação e a recuperação ambiental de cavernas é um assunto recente no mundo, e ainda mais recente no Brasil. Infelizmente, muitas vezes a destruição vem antes das ações de conservação e perdemos para sempre um patrimônio único. No caso de cavernas turísticas, é possível conciliar o uso responsável e a proteção dos atributos que motivaram a visita desses ambientes subterrâneos. Em muitos casos, é possível controlar os impactos e até mesmo reverter ou minimizar algumas alterações. Entretanto, as ações de conservação mais efetivas buscam evitar os danos, antes que aconteçam.

Esta publicação tem como objetivos introduzir os conceitos básicos da conservação e recuperação de cavernas, de acordo com as melhores práticas vigentes, e relatar os resultados do Projeto “Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas”. Dessa forma, pretende-se criar uma referência para futuras ações e estimular o aumento do conhecimento acerca de um assunto fundamental para a proteção efetiva do patrimônio espeleológico brasileiro.

Todos somos agentes na proteção e uso responsável do nosso patrimônio espeleológico. Tenha uma boa leitura!

Aluno realizando camuflagem de pichação, na Furna Feia. Curso Módulo 3, PARNA da Furna Feia, RN.

FOTO: Diego Bento (ICMBio/Cecav).



Salão dos Cones, Toca da Boa Vista, APA Boqueirão da Onça, BA.

foto: Luciana Alt.

INTRODUÇÃO

Os mistérios, as particularidades e a beleza das cavernas despertam, há séculos, a curiosidade ancestral no ser humano, estimulando a sua exploração e visitação. Algumas cavernas são repletas de atributos especiais, como uma notável beleza cênica ou importância religiosa, e acabaram se tornando relevantes cavernas turísticas.

Entretanto, ainda hoje, muitas pessoas desconhecem a importância e fragilidade das cavernas. Não sabem que elas são, na verdade, janelas de um ambiente subterrâneo muito mais extenso e complexo, denominado carste. Nesse ambiente, aspectos como a dinâmica de circulação de água subterrânea e as particularidades da fauna subterrânea ainda são pouco conhecidos.

Muitas cavernas, principalmente aquelas localizadas no entorno de áreas urbanas, apesar de sua importância patrimonial, encontram-se vulneráveis devido à falta de condições e ferramentas adequadas para a sua proteção e gestão. A proximidade dessas áreas populosas facilita a visitação sem controle de tais cavernas. Os impactos mais frequentes, observados, são: pichações, quebra/destruição de espeleotemas, perturbação de depósitos sedimentares e deposição indevida de lixo. Outros graves problemas que envolvem essas cavernas e suas áreas de influência são a contaminação do solo e dos aquíferos cársti-

cos por agrotóxicos e pesticidas, contaminações por efluentes residenciais (fossas rudimentares), por criações de animais (porcos, galinhas e gado), por efluentes industriais, e mesmo pela disposição de resíduos diretamente na superfície do solo.

Muitos dos problemas observados nas cavernas e no carste são frutos do desconhecimento sobre a importância e fragilidade desses ambientes, e poderiam ser evitados por meio de mudanças de conduta pessoal e coletiva. Essas mudanças só virão como decorrência de ações de educação ambiental efetivas, que promovam divulgação e trocas de conhecimento, por meio de um diálogo respeitoso, inclusivo e participativo.

Portanto, **CONHECER, PROTEGER e USAR RESPONSABILMENTE** as cavernas são ações necessárias, constituindo caminho viável para se evitar perdas irreparáveis de elementos importantes do nosso patrimônio natural e cultural, associado às cavernas. Somente assim iremos perpetuar esses ambientes únicos para as gerações futuras, fazendo, efetivamente, a sua **conservação**.

Dentro desse objetivo, o Projeto “Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas” foi idealizado visando contribuir para a conservação e recuperação ambiental das cavernas com uso turístico no Brasil. Cinco pontos-chave guiaram as ações realizadas:



Ampliação da qualificação técnica

de agentes e equipes locais envolvidas no manejo, proteção e uso público das cavernas turísticas.

Curso Módulo 1 – alunos removendo sujidades de espeleotemas na Lapa Doce/Área de Proteção Ambiental – APA Estadual Marimbus/Iraquara, BA.

FOTO: Luciana Alt.



Envolvimento e sensibilização

da comunidade local quanto à importância e fragilidade das cavernas.

Curso Módulo 3 – explicação e organização das atividades, Furna Feia/Parque Nacional – PARNA da Furna Feia, RN.

FOTO: Diego Bento (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio/ Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas – Cecav).



Estabelecimento de uma rede de monitoramento contínuo,

baseado na análise fotográfica dos impactos de visitação nas cavidades-alvo e treinamento dos agentes locais para realização da atividade.

Curso Módulo 3 – alunos realizando monitoramento durante atividade de conservação, na Furna Feia. PARNA da Furna Feia, RN.

FOTO: Diego Bento (ICMBio/Cecav).



Disseminação de boas práticas de conservação e divulgação de conduta de mínimo impacto,

fundamentais para qualquer atividade de uso público, pesquisa ou realização de qualquer natureza de trabalho em cavidades.

Proteção de alunos e da cavidade, com uso correto de equipamentos de proteção individual – EPIs durante o Curso Módulo 1, na Lapa Doce/Área de Proteção Ambiental – APA Estadual Marimbus/Iraquara, BA.

FOTO: Luciana Alt.



Efeito multiplicador do Projeto, por meio da difusão das boas práticas de conservação pelos participantes, pelo potencial de realização de novos cursos e de ações de conservação em outras cavernas turísticas no Brasil.

Curso Módulo 1 – delimitação da trilha, uma boa prática de conservação de cavernas. Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

Foto: Luciana Alt.

No segundo semestre de 2021, foram realizados os três módulos previstos de Cursos de Introdução às Práticas de Conservação e Recuperação de Cavernas Turísticas, nos Parques Nacionais da Chapada Diamantina – BA, em setembro, Cavernas do Peruaçu – MG, em outubro, e da Furna Feia – RN, em dezembro, contando com 83 alunos no total. A maioria dos participantes foi de condutores de visitantes, que têm atuado diretamente nas cavernas turísticas alvo do Projeto. Participaram também membros das equipes gestoras ou funcionários dos parques e agentes regionais ligados ao uso público, manejo e proteção de outras cavernas turísticas, localizadas no entorno das unidades de conservação. Os cursos contaram ainda com a participação de estudantes universitários e de agentes ligados ao licenciamento ambiental e/ou ao planejamento regional e turístico em áreas cársticas.

Este *E-book* relata os principais resultados desses cursos e do Projeto como um todo, trazendo adicionalmente noções básicas de boas práticas ao se visitar e realizar trabalhos em cavernas, mínimo impacto em ações de conservação de cavernas e monitoramento fotográfico como instrumento de conservação.

Tenha uma boa leitura e contribua efetivamente para a conservação do nosso patrimônio espeleológico!

Mapeamento temático, na Gruta do Janelão. Curso Módulo 2, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.





Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.
foto: Luciana Alt e Vitor Moura.

IMPORTÂNCIA E FRAGILIDADE DAS CAVERNAS

As cavernas, misteriosas e desconhecidas para a maior parte das pessoas, conformam as janelas para um vasto e fascinante mundo subterrâneo. A ausência de luz e o microclima estável, com temperatura e umidade relativa constantes, deram origem a ambientes que abrigam, muitas vezes, frágeis ecossistemas, com espécies únicas, adaptadas ao mundo subterrâneo. Esses ambientes ímpares nos revelam importantes etapas da evolução humana na Terra, na forma de vestígios arqueológicos, e também guardam informações sobre a fauna extinta, na forma de fósseis.

No campo geológico, as cavernas abrigam frágeis e raras formações cristalinas, conhecidas como espeleotemas. Alguns de origem e composição ainda desconhecidas pela ciência, outros de grande beleza cênica, capazes de encantar e atrair milhares de visitantes. Nas camadas minerais depositadas por milênios, dando origem a espeleotemas, as cavernas são capazes de guardar, vestígios da história ambiental

do planeta, na forma de registros paleoclimáticos, ou seja, do clima de um passado distante.

As cavernas fazem conexão com um vasto sistema hídrico subterrâneo, cujas águas são relevantes para o abastecimento humano e para a manutenção de amplo sistema ambiental associado.

Em termos culturais, além de guardar vestígios arqueológicos de um passado mais distante, muitas cavernas abrigam atividades religiosas atuais, como romarias, altares de devoção e deposição de ex-votos. Em termos econômicos, representam importantes produtos turísticos, que movimentam a economia local, gerando emprego e renda.

Portanto, as cavernas são ambientes únicos, de grande importância ambiental, cultural, científica, educativa e econômica. Mas juntamente com todos esses valores, apresentam muitas fragilidades.

Um dos atributos presentes nas cavernas brasileiras pouco notados, mas de grande importância e fragilidade, são os **depósitos sedimentares**. Esses

(A) Gruta do Bom Jesus, Santuário do Bom Jesus da Lapa, BA.

FOTO: Luciana Alt.

(B) Pinturas rupestres no teto da Lapa do Caboclo, MG.

FOTO: Luciana Alt e Vitor Moura.

(C) Marcas de garras de animais da megafauna extinta (icnofósseis), nas paredes da Paleotoca da Serra do Gandarela, MG.

FOTO: Luciana Alt e Vitor Moura.

(D) Fóssil articulado de carnívoro na Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

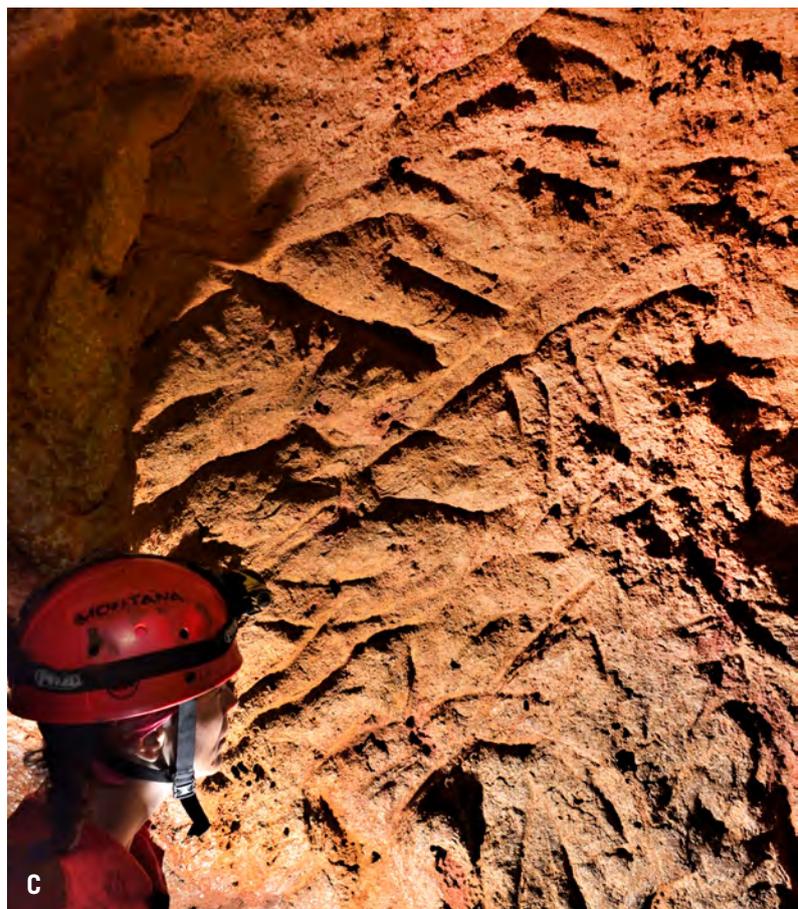
FOTO: Luciana Alt.

sedimentos, na maioria das vezes finos e terrosos, com cores variando entre diversos tons de marrom, avermelhados ou tons de areia, foram depositados nas cavernas por processos naturais, geralmente transportados pela água ao longo de muito tempo.

Alguns desses depósitos abrigam fósseis de animais da megafauna extinta, ou mesmo de pequenos carnívoros, como o encontrado na Toca da Barriguda – BA, preservados em camadas que não foram perturbadas durante milênios. Esses depósitos fósseis são extremamente frágeis, vulneráveis e, ao mesmo tempo, de grande importância científica. Infelizmente, em muitas cavernas temos identificado impactos como fragmentação de fósseis ou mesmo sua retirada total, sem a devida autorização e cuidados com uma pesquisa científica adequada.

Algumas cavernas, como as chamadas paleotocas¹, tocas escavadas por exemplares da megafauna extinta, como tatus e preguiças gigantes, guardam as marcas feitas por esses animais, denominadas icnofósseis. Essas cavidades naturais são extremamente frágeis, pois suas paredes não são constituídas de rochas, mas por uma forma de solo endurecido (litificado), menos resistente e que pode facilmente ser destruído.

¹ Para saber mais, visite: <https://www.ufrgs.br/paleotocas/Portugues.htm>





O que guardam os depósitos sedimentares?

As cavernas e abrigos rochosos são utilizados por diferentes populações há milhares de anos. No passado, alguns povos utilizaram esses locais para atividades cerimoniais, sepultamento dos mortos ou mesmo como abrigos temporários. No Brasil, muitos sítios arqueológicos estão associados à base de maciços rochosos, zonas de entradas das cavernas e até mesmo zonas afólicas.

Devido às características de microclima estável e proteção contra as intempéries, as cavernas podem proteger vestígios arqueológicos mais sensíveis e, por isso, podem abrigar importantes sítios arqueológicos. As camadas sedimentares guardam artefatos feitos a partir de fragmentos de rocha (artefatos líticos), cerâmicas, vestígios alimentares e até mesmo vestígios mais frágeis, como a estrutura vegetal, provavelmente um cesto, recentemente encontrada na Lapa do Boquete, Parque Nacional Cavernas do Peruaçu-MG.

Proteger esses depósitos sedimentares é de fundamental importância para que tais vestígios possam ser estudados, produzindo conhecimento sobre a história antiga da humanidade.

Revisão: Eliane Chim - MAE/USP



(A) Arqueólogos da equipe do Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE) da USP, documentando estrutura vegetal, possivelmente um cesto, encontrada na Lapa do Boquete, PARNA Cavernas do Peruaçu, em outubro de 2021, no âmbito do projeto “Revisitando o registro arqueológico do vale do Rio Peruaçu”. Notar que nas laterais dessa estrutura existem duas outras, feitas também com fibras vegetais, em meio às camadas sedimentares. FOTO: Vitor Moura; **(B)** Vista frontal da estrutura vegetal. FOTO: Eliane Chim, acervo MAE/USP; **(C)** Detalhe da estrutura vegetal. FOTO: Eliane Chim, acervo MAE/USP; **(D)** Tomografia computadorizada exumada. TRATAMENTO DE IMAGEM: Maria Ana Correia. FOTO: acervo MAE/USP.



Frágil depósito sedimentar, de textura arenosa, na Gruta de Monte Cristo, Diamantina, MG.
Foto: Luciana Alt e Vitor Moura.

Os depósitos sedimentares muitas vezes possuem estrutura composta por camadas horizontais, acumuladas uma após a outra, ao longo de muitos milênios. Nas cavernas, esses depósitos ficam protegidos das intempéries externas, como efeitos dos ventos, sol e chuvas. Eles costumam ser frágeis e guardam informações que geralmente só podem ser interpretadas se o conjunto estiver bem preservado.

Se um depósito sedimentar é perturbado por meio de pisoteio ou escavação não autorizada, tendo suas camadas alteradas, ou mesmo removidas, aquela importante informação fica perdida para sempre, pois perdeu seu contexto original. Na maioria das vezes, esses depósitos não voltam a se formar, pois as condições ambientais para seu acúmulo desapareceram. Como exemplo, temos várias cavernas formadas por um rio, em um passado muito distante, que

hoje se encontram secas e bem afastadas dos cursos de água atuais.

Outros depósitos, os famosos **espeleotemas**, são formados por deposição química de calcita e outros minerais, que são transportados em solução na água, e se precipitam e cristalizam sobre as superfícies das cavernas, geralmente sobre rochas e sedimentos. Por isso são chamados depósitos químicos. Esses conjuntos ornamentais configuram paisagens únicas, de grande beleza. Diferentes de tudo o que há na superfície e com formas extremamente diversas, os espeleotemas estão entre os principais atrativos para a visitação turística de cavernas. Entre esses espeleotemas, as estalagmites guardam dados importantíssimos sobre o clima passado, conformando registros precisos sobre a quantidade de CO_2 na atmosfera, a intensidade de chuvas e outras condições paleoclimáticas



(A) Travertino com pérolas no piso da Gruta da Viola, APA Morro da Pedreira, MG.

FOTO: Luciana Alt e Vitor Moura.

(B) Espeleotema em aragonita, no piso da Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Luciana Alt.

(C) Conulite, espeleotema formado sobre sedimento, no piso da Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

FOTO: Luciana Alt.

que ocorreram há dezenas ou centenas de milhares de anos. Assim como as camadas de gelo depositadas nos polos, as estalagmites também registram a história ambiental do planeta.

Entretanto, os espeleotemas são, muitas vezes, frágeis e delicados. Alguns quebram ao simples toque, ou mesmo sob o peso de uma única pegada. São feições muito vulneráveis a ações de vandalismo. Infelizmente, são comuns, no Brasil e exterior, os exemplos de cavernas que foram alvo de extração de espeleotemas para vendas como souvenirs.

As cavernas não estão isoladas na paisagem, muitas possuem uma ligação direta com a **água subterrânea**, pois estão associadas a fraturas, a sistemas de condutos e a outras descontinuidades na rocha, de diversas dimensões, por onde a água subterrânea circula, constituindo os aquíferos (reservas subterrâneas de água) cársticos. Em muitos casos, a conexão entre os vazios no subsolo, as velocidades e direções de fluxo é ainda desconhecida. São necessárias ainda muitas pesquisas para entendermos a dinâmica das águas subterrâneas.

Os sumidouros e as ressurgências são exemplos, muito conhecidos pelas populações locais, dessa ligação hídrica entre recursos superficiais e subterrâneos. São verdadeiras janelas para o contato com a preciosa água subterrânea. Cavernas com água exercem um verdadeiro fascínio nos seres humanos, formando paisagens de rara beleza. São incontáveis os exemplos, no Brasil e no exterior, em que lagos ou rios subterrâneos são utilizados como atrativos turísticos. Água é vida, não somente para a manutenção de ecossistemas subterrâneos e superficiais, mas também para o abastecimento direto de populações, às vezes cidades inteiras.

Também a água subterrânea constitui recurso frágil, e facilmente pode ser degradada por poluição, que rapidamente chega aos aquíferos por meio dos sistemas cársticos, paisagem particular, onde a circulação de água acontece prioritariamente no subterrâneo.

Nesse tipo de sistema, as velocidades de dispersão de poluentes podem ser assustadoramente rápidas, com trajetos difíceis de prever. As cavernas e outros vazios subterrâneos menores, onde o ser humano não consegue entrar, constituem verdadeiros canais, sem barreiras, à passagem dos contaminantes. Ironicamente, a mesma característica de alta porosidade, que facilita a recarga dos aquíferos subterrâneos, os torna tão vulneráveis à contaminação pelos mais diferentes contaminantes. Entre exemplos dos contaminantes mais comuns estão os efluentes domésticos, agropecuários

e industriais, combustíveis, como gasolina, diesel e etanol, óleos diversos, águas superficiais contaminadas com agrotóxicos e outros poluentes.

Além da poluição, o excesso de consumo desse recurso ambiental pode não só afetar todo o ecossistema cavernícola como ainda gerar instabilidade geotécnica. A água preenche os vazios subterrâneos, sustentando os pacotes rochosos e solo acima. O excesso de bombeamento de água em regiões cársticas, por exemplo, pode diminuir a sustentação e causar colapsos.



Visitação na Gruta da Pratinha, APA Estadual Marimbus/Iraquara, BA.
foto: Luciana Alt.



Gruta da Lagoa Rica, Paracatu, MG.
foto: Luciana Alt e Vitor Moura.





As cavernas guardam inúmeras surpresas, pois abrigam formas de vida extremamente diversas, indo desde microrganismos a invertebrados e vertebrados. Muitos desses organismos são tão pequenos e frágeis que passam despercebidos pelos visitantes. Inúmeras cavernas apresentam uma fauna adaptada a condições ambientais particulares, animais conhecidos pela ciência como **troglobios**, que possuem adaptações evolutivas para viver somente em ambientes subterrâneos. Esses animais geralmente apresentam adaptações às condições específicas encontradas em cavernas, tais como escassos e inconstantes recursos alimentares, ausência de luz e estabilidade microclimática (temperatura e umidade relativa estáveis). Algumas espécies só existem em uma única caverna, ou em um conjunto de cavernas de uma pequena região. A cada dia novas espécies têm sido registradas, assim como tem aumentado o conhecimento da interação entre microrganismos e processos de formação e evolução das cavernas.

Hoje sabemos que essa interação pode influenciar a formação de alguns tipos de espeleotemas, e mesmo a ampliação dos vazios, que conformam cavernas em algumas litologias. É um campo de estudo recente e promissor. Por fim, a vida das cavernas ainda é pouco conhecida e também muito frágil. Uma pequena mudança ambiental, relacionada por exemplo às características químicas da água, ou disponibilidade de recursos alimentares, pode causar a extinção de uma espécie troglóbia, antes mesmo que seja conhecida pela ciência.

As cavernas oferecem abrigo para várias espécies de morcegos, que entram e saem desses ambientes

diariamente para se alimentar, fazendo parte de um grupo de animais conhecidos como **trogloxenos**. Algumas espécies de morcego se alimentam de insetos, outras de frutos, tem ainda as que se alimentam de pequenos animais e aquelas que, ao se alimentar do néctar de flores, são polinizadoras. Ao contrário do imaginário popular, apenas uma pequena minoria se alimenta de sangue. Os morcegos são bastante relevantes para a agricultura e também para proteção de áreas florestadas, pois polinizam várias plantas, dispersam sementes e ajudam no controle de pragas.

Entre essas importantes funções ambientais, também são fundamentais para a manutenção do ecossistema cavernícola. Suas fezes (guano), depositadas nas cavernas, representam importante fonte de nutrientes, sendo a base da alimentação de várias espécies cavernícolas. Como percorrem extensas distâncias fora das cavernas, os morcegos também estão muito vulneráveis aos impactos causados no ambiente externo, como desmatamento, poluição sonora e do ar, alterações na disponibilidade ou qualidade da água, entre outras alterações causadas pelo ser humano.

Algumas cavernas apresentam uma configuração rara, que as permite abrigar milhares de morcegos, como a Furna Feia, que deu nome a um parque nacional, no Rio Grande do Norte. Elas são conhecidas como *batcaves* e podem constituir oportunidade para educar o público sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Entretanto, a visitação deve ser bem monitorada e gerida para não impactar a colônia.



A



B



C



D

(A) Nova espécie (em descrição) de Cirolanidae (Isopoda) na Caverna Pedra Lisa, PARNA da Furna Feia/RN.

foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(B) Polyxenida. Caverna das Quatro Ossadas, Felipe Guerra, RN.

foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(C) *Kinnapotiguara troglobia* (Hemiptera, Kinnaridae) na Caverna dos Dois, Felipe Guerra, RN.

foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(D) Opilião troglomórfico *Gonycranus pluto*, no Sistema Lapa do Grotão, MG.

foto: Luciana Alt e Vitor Moura.



(E) Morcegos insetívoros *Peropteryx* sp., Conceição do Mato Dentro, MG.

foto: Vitor Moura.

(F) Agregação de morcegos da espécie *Pteronotus gymnonotus*, na Furna do Urubu, Felipe Guerra, RN.

foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(G) Morcego hematófago, *Desmodus rotundus* com filhote, na Gruta do Salitre – Diamantina, MG.

foto: Luciana Alt e Vitor Moura.

(H) Depósito de guano hematófago na Gruta do Salitre – Diamantina, MG.

foto: Luciana Alt e Vitor Moura.



Quebra de espeleotemas na Lapa da Deuza, Vazante, MG.
foto: Luciana Alt e Vitor Moura.

PRINCIPAIS IMPACTOS OBSERVADOS EM CAVERNAS TURÍSTICAS

A partir do momento em que entramos numa caverna, mesmo com todo o cuidado, já estamos causando impactos nesse frágil ambiente. A nossa temperatura corporal, junto com o gás carbônico que exalamos na respiração, pode causar mudanças no microclima das cavernas. Como a caverna é um espaço abrigado, algumas vezes confinado e pequeno, suas condições atmosféricas são diferentes das do ambiente externo, configurando um microclima. Em geral, a temperatura e a umidade relativa em uma caverna tendem a ser estáveis. Se a visitação de uma caverna turística é feita, por exemplo, com grandes grupos de 30 ou 40 pessoas, sucessivos, a alteração do microclima pode ser acentuada. Se a caverna possui fluxo de ar restrito, as alterações podem ser mais severas.

Considerando as possibilidades de contaminação biológica, ao entrarmos nas cavernas podemos transportar, em nossas roupas, calçados e pele, os esporos, pólen, microrganismos e diversos contaminantes estranhos ao meio. Essa introdução de contaminantes configura um impacto que pode ter diferentes intensidades. A própria pele e pelos, que se desprendem

do nosso corpo, também podem afetar as cavernas. É difícil saber os efeitos dessa possível contaminação, pois recai sobre uma fauna subterrânea ainda pouco estudada. Como não sabemos qual era a condição de uma caverna antes da entrada do primeiro ser humano, a alteração, quase sempre, vem antes dos estudos.

Diversos danos são causados pelo simples caminhar no interior das cavernas. Muitas vezes, ao visitarmos uma caverna pela primeira vez, o que não é tão incomum no Brasil, acabamos pisando em sedimentos que provavelmente nunca tiveram contato com o ser humano. Muitos espeleotemas frágeis ocorrem no piso das cavernas. São comuns as precipitações de cristais de calcita sobre sedimentos, formando finas crostas em formas imensamente variadas. Uma simples pegada pode esmagar e pulverizar certos tipos de espeleotema, destruindo-os de forma irreversível. Mais uma vez, se um maior número de pessoas caminha desordenadamente por uma caverna, os danos se multiplicam e se intensificam.

Também tem ocorrido em nossas cavernas danos intencionais, como: pichações, quebra de espeleotemas

(A) Exemplo dos efeitos do pisoteio sobre frágeis depósitos sedimentares, cobertos por fina crosta de espeleotema. Uma simples pegada, fora da trilha delimitada, pode alterar significativamente a superfície de depósitos intocados ao longo de muitos milênios. Suas marcas podem ficar ali impressas por muitos outros milênios, já que, em muitos casos, os agentes de formação do depósito não estão mais ativos. Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Luciana Alt.

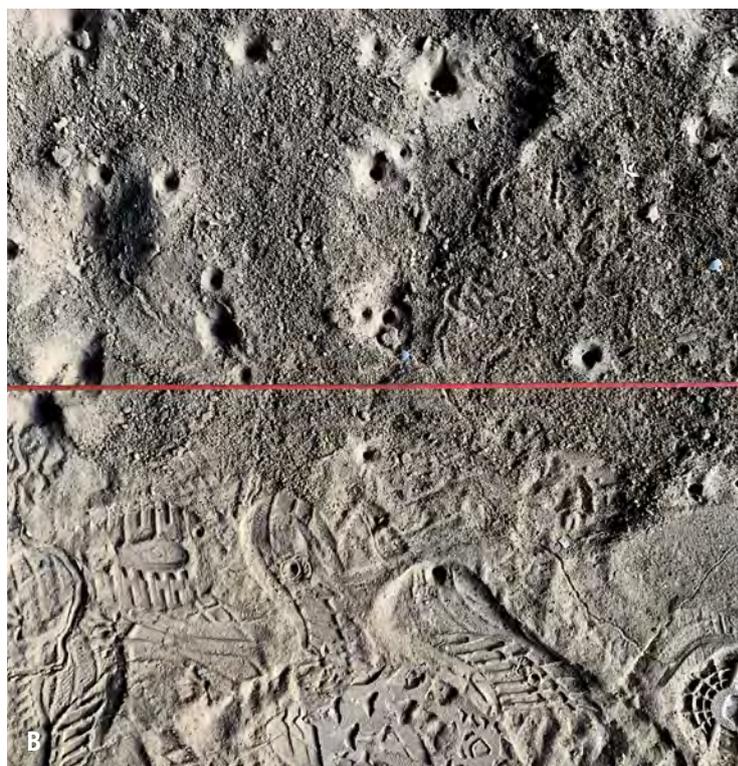
(B) Diferença entre áreas com e sem pisoteio. A linha vermelha, no centro da foto, é o cordelete de delimitação de uma trilha no interior da caverna. Acima da linha, observa-se a superfície do pacote sedimentar protegida do pisoteamento, preservando micro-habitats da fauna. Abaixo, são visíveis as marcas de pisoteamento dentro do limite da trilha, que causam compactação e revolvimento do pacote sedimentar. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu.

FOTO: Luciana Alt.

e perturbação de depósitos sedimentares, por vezes com vestígios paleontológicos e arqueológicos. Infelizmente, no Brasil, assim como em importantes cavernas do exterior, foi comum a retirada de espeleotemas para venda como *souvenirs*. Essa tendência felizmente mudou, mas os danos ficaram, pois muitos desses espeleotemas levaram milhares de anos para serem formados e suas condições de formação já não mais existem.

As atividades de instalação e manutenção de infraestrutura de apoio à visitação também têm gerado diversos impactos irreversíveis em cavernas, principalmente quando não são planejadas e monitoradas de forma adequada. Os principais danos observados nesse caso são:

- quebras de espeleotemas em vastas áreas;
- escavação e remoção de depósitos sedimentares;
- adição de material do ambiente externo (exógeno), com aderência físico-química ou danos físicos/quebra sobre superfícies da caverna;
- impactos estéticos;
- geração e dispersão de resíduos no ambiente, entre outros.



As atividades de instalação e operação de iluminação artificial também têm sido fonte significativa de impactos em diversas cavernas turísticas. Além de introduzir luz em ambiente originalmente sem luz (afótico), a iluminação artificial altera os aspectos microclimáticos, principalmente umidade relativa e temperatura, induz o crescimento de organismos fotossintetizantes, como algas, líquens ou mesmo vegetais maiores como samambaias, que, por sua vez, alteram a coloração de espeleotemas e causam sua corrosão superficial, pela produção de ácidos orgânicos. Já para a fauna, esses organismos, artificialmente introduzidos, podem representar uma alteração significativa de recursos alimentares, que potencialmente podem alterar a dinâmica do ecossistema cavernícola.

Os danos descritos a seguir são aqueles relacionados principalmente à atitude individual de visitantes ao adentrar em cavernas. Tais danos podem ser evitados com a conduta consciente, com o planejamento mínimo de infraestrutura (delimitação de trilhas) e condução de qualidade por condutor de visitantes credenciado (quando aplicável).

Perturbação de depósitos sedimentares

Os depósitos sedimentares possuem grande valor científico, mas geralmente despertam pouco interesse do visitante comum, mais focado na beleza cênica dos espeleotemas. Em cavernas turísticas, sem uma trilha definida ou estrutura de proteção do piso, é comum observar grandes áreas de sedimentos pisoteadas. Esse pisoteio compacta o depósito, muda sua estrutura e organização original das camadas, destrói microambientes – pequenos vazios, ocupados pela fauna e pode destruir vestígios arqueológicos e paleontológicos. A perturbação desses depósitos também é, infelizmente, comum em diversas cavernas brasileiras não abertas oficialmente à visitação.

Outra fonte de perturbação de depósitos sedimentares são as escavações, que geralmente implicam no

(C) Efeitos de pisoteio sobre depósito sedimentar, repleto de fósseis de morcegos e recoberto por fina crosta de espeleotema, na Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

(D) Ampliação da foto mostrando o rompimento da crosta e a perturbação do depósito fóssilífero causados pelo pisoteio.

FOTOS: Lucas Godinho e Luciana Alt.



(A) Vestígios da atividade histórica de extração de salitre na *Slaughter Canyon Cave/Carlsbad Caverns National Park*, EUA. As escavações para retirada de sedimentos ricos em salitre foram massivas, expondo a capa estalagmítica e as camadas de sedimentos terrígenos abaixo dos espeleotemas.

(B) Extração de salitre na Gruta do Ballet, Matozinhos, MG. Nota-se a quebra de espeleotema e a retirada de depósito sedimentar sob a formação mineral.

FOTOS: Luciana Alt.

(C) Depósitos sedimentares e químicos escavados na *Postojna Cave*, Eslovênia, para abertura de uma trilha turística. A escavação expôs a capa estalagmítica e as camadas de sedimentos abaixo dos espeleotemas. Essa alteração histórica, apesar de irreversível e negativa, pode se tornar um importante recurso de interpretação da formação dos espeleotemas, a ser utilizado pelos condutores de visitantes.

FOTO: Vitor Moura.

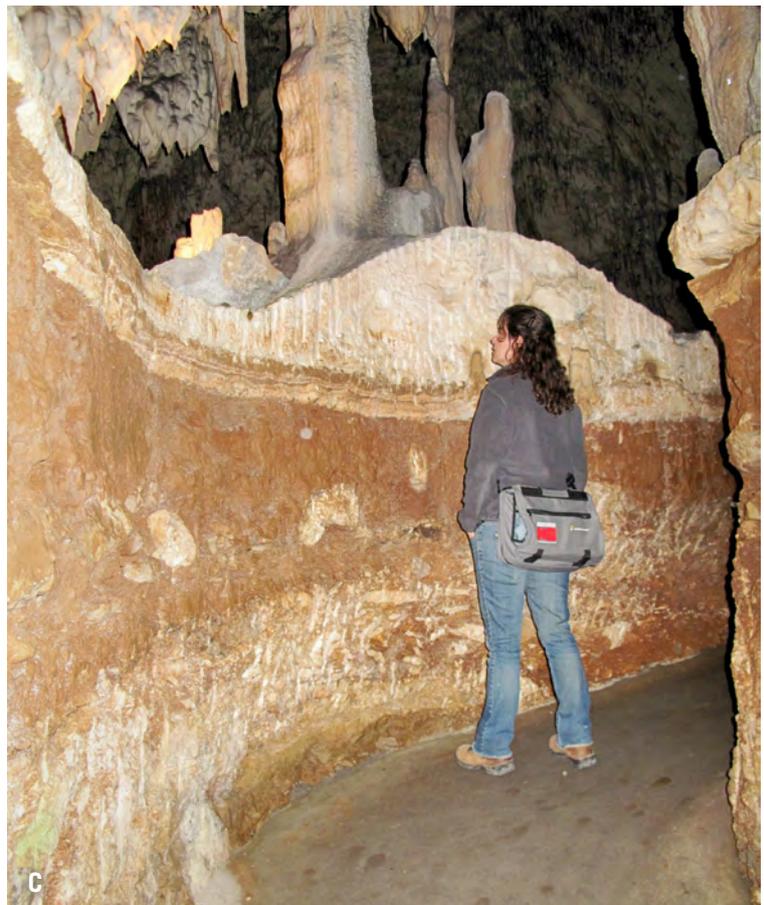
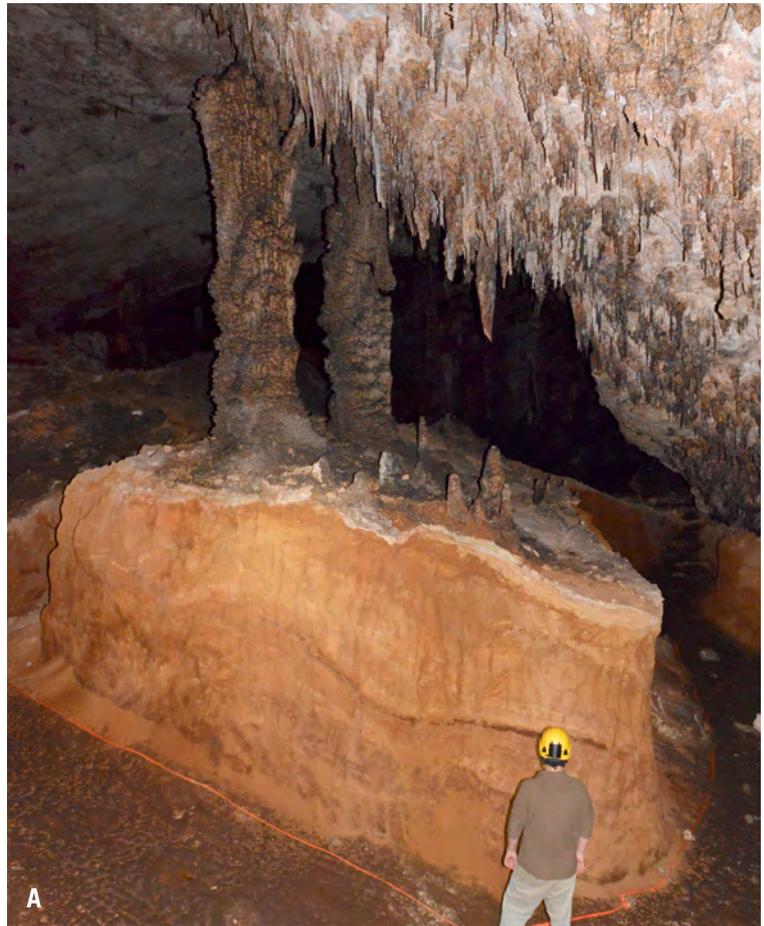
(D) Alteração (escavação) em depósito sedimentar, resultante da instalação de infraestrutura de visitação na Gruta Rei do Mato, Monumento Natural Estadual – MNE Gruta Rei do Mato, Sete Lagoas.

FOTO: Luciana Alt.

revolvimento e retirada de material da caverna, deixando cicatrizes em seu interior. No século XIX e início do século XX, foram escavados extensos depósitos sedimentares para extração de salitre, usado na fabricação artesanal de pólvora, principalmente nos estados de Minas Gerais e Bahia. Também a busca por fósseis e material arqueológico, seja em pesquisas científicas ou em coletas não autorizadas, acaba por alterar depósitos sedimentares. Em algumas cavernas turísticas notam-se escavações aleatórias desses depósitos, talvez por curiosidade do visitante e, em outras, as escavações estão relacionadas à instalação e manutenção da infraestrutura de apoio à visitação.

Danos a espeleotemas por pisoteamento e toque

Muitos espeleotemas, como as represas de travertinos, ninhos de pérolas, escorrimentos, crostas de minerais diversos, ocorrem nos pisos das cavernas, por vezes cobrindo toda a sua superfície. Em cavernas brasileiras, é comum observar espeleotemas impactados por pisoteamento, sofrendo quebras e desgastes em suas bordas delicadas, no caso dos travertinos, ou sendo simplesmente esmagados, no caso das crostas, cones e outros, somente para citar alguns exemplos.







Vista do Salão dos Discos Voadores, na Toca da Boa Vista, APA Boqueirão da Onça, BA. Atualmente essa caverna é extremamente seca, não existindo mais, há milênios, as condições para formação desses tipos de espeleotemas associados à presença de um antigo lago.

FOTO: Luciana Alt.



Detalhes de impactos sobre espeleotemas possivelmente causados por pisoteamento, no Salão dos Discos Voadores, na Toca da Boa Vista, APA Boqueirão da Onça, BA:

(A) Cone de pequeno porte, fragmentado, em estado inicial de degradação.

(B) Cone de médio porte, em estágio de degradação avançada, com o topo destruído.

(C) Mancha de cor clara, corresponde a cone destruído pelo pisoteamento. Os cones são espeleotemas formados pela deposição sucessiva de jangadas (finas crostas de calcita formadas da superfície de um lago subterrâneo).

(D, E) Discos voadores, espeleotema raro, fragmentados possivelmente por ação de pisoteamento.

FOTOS: Luciana Alt.





Efeitos do pisoteamento disperso, em caverna sem trilha delimitada, abrangendo quase toda a superfície do piso do conduto e alterando o depósito sedimentar na Toca da Boa Vista, APA Boqueirão da Onça, BA.

Foto: Luciana Alt.



Exemplos de diferentes estágios do impacto do pisoteamento sobre espeleotemas (travertinos), na Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG:

- (A) Alteração da coloração de microtravertinos (estágio inicial) com acúmulos de sedimentos nas bordas das represas.
- (B) Desgaste das bordas das represas (cor branca) e preenchimento destas por sedimento compactado (estágio intermediário).
- (C) Vista de extensa superfície com intenso acúmulo de sedimentos sobre travertinos, alterando seu relevo e coloração original (estágio avançado).

FOTOS: Luciana Alt e Vitor Moura.

Outro impacto, decorrente também do pisoteio, é o acúmulo de sedimentos secos e úmidos (barro) sobre espeleotemas, alterando sua aparência e atratividade. Esse tipo de alteração é, infelizmente, comum em cavernas com visitação sem controle ou sem trilha delimitada. Nessas cavernas, visitantes desinformados sobre a importância desses atributos geralmente caminham sobre áreas com sedimentos secos ou úmidos, transportando esse material em seus calçados e os depositando sobre os límpidos espeleotemas. Esse impacto tende a se intensificar no período chuvoso, quando os visitantes vêm de uma trilha externa, com os calçados repletos de barro, e adentram nas cavernas, podendo inclusive trazer, juntamente com o barro, contaminantes que podem potencialmente afetar a fauna cavernícola.

Procurar limpar os solados, antes de adentrar nas cavernas, e só caminhar em trilhas delimitadas ajuda a reduzir impactos!

Mas não é somente o pisoteio que deixa marcas impressas nas superfícies das cavernas! Numa situação de visitação sem controle, superfícies são tocadas com frequência pelos visitantes, seja por curiosidade, seja por busca de apoio durante o caminhar.

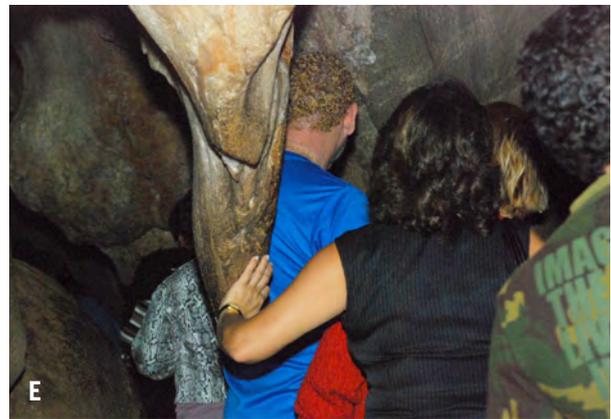
Essas superfícies, impactadas pelo simples toque das mãos dos visitantes, sejam espeleotemas ou mesmo superfícies de rochas, sofrem diversas alterações, como desgaste, alteração da cor e brilho superficial (geralmente por escurecimento e “polimento”) combinada com a adição de materiais exógenos, tais como gorduras corporais, repelentes de insetos, cremes hidratantes e outros. Para se ter uma ideia dos

possíveis efeitos dessas alterações, esses materiais podem impactar biofilmes de microrganismos, que, em alguns casos, contribuem para o processo de formação de espeleotemas, em um mecanismo ainda pouco conhecido. Qualquer material exógeno adicionado ao ambiente subterrâneo pode, potencialmente, afetar a dinâmica da fauna cavernícola, via adição de contaminantes, alteração de pH, etc.

Todas essas alterações podem ser evitadas, simplesmente não tocando, com as mãos e outras partes do corpo, as superfícies das cavernas. Mesmo aqueles pontos tocados eventualmente, com as mãos ou vestimentas sujas de barro, podem sofrer danos. Em algumas cavernas, os espeleólogos ou visitantes ficam com o corpo, vestimentas e equipamentos bastante “sujos de barro”, e devem estar sempre atentos aos locais onde sentam, pisam, tocam ou se apoiam, para evitar alterar as características naturais das superfícies. Se ocorre a deposição de calcita sobre essas sujidades, como no caso de um espeleotema ativo, a sua remoção fica impossível, pois as camadas de calcita aprisionam esse material, alterando permanentemente a coloração do espeleotema.

Quebra de espeleotemas

A quebra de espeleotemas pode ocorrer de forma natural, sendo parte da dinâmica de várias cavernas, mas a quebra acidental ou intencional pode ser observada em diversas cavernas turísticas brasileiras. As frágeis estalactites, principalmente, seus estágios iniciais, os chamados “canudos de fresco”, as cortinas e as helictites são bastante vulneráveis quando ocorrem em local acessível aos visitantes.



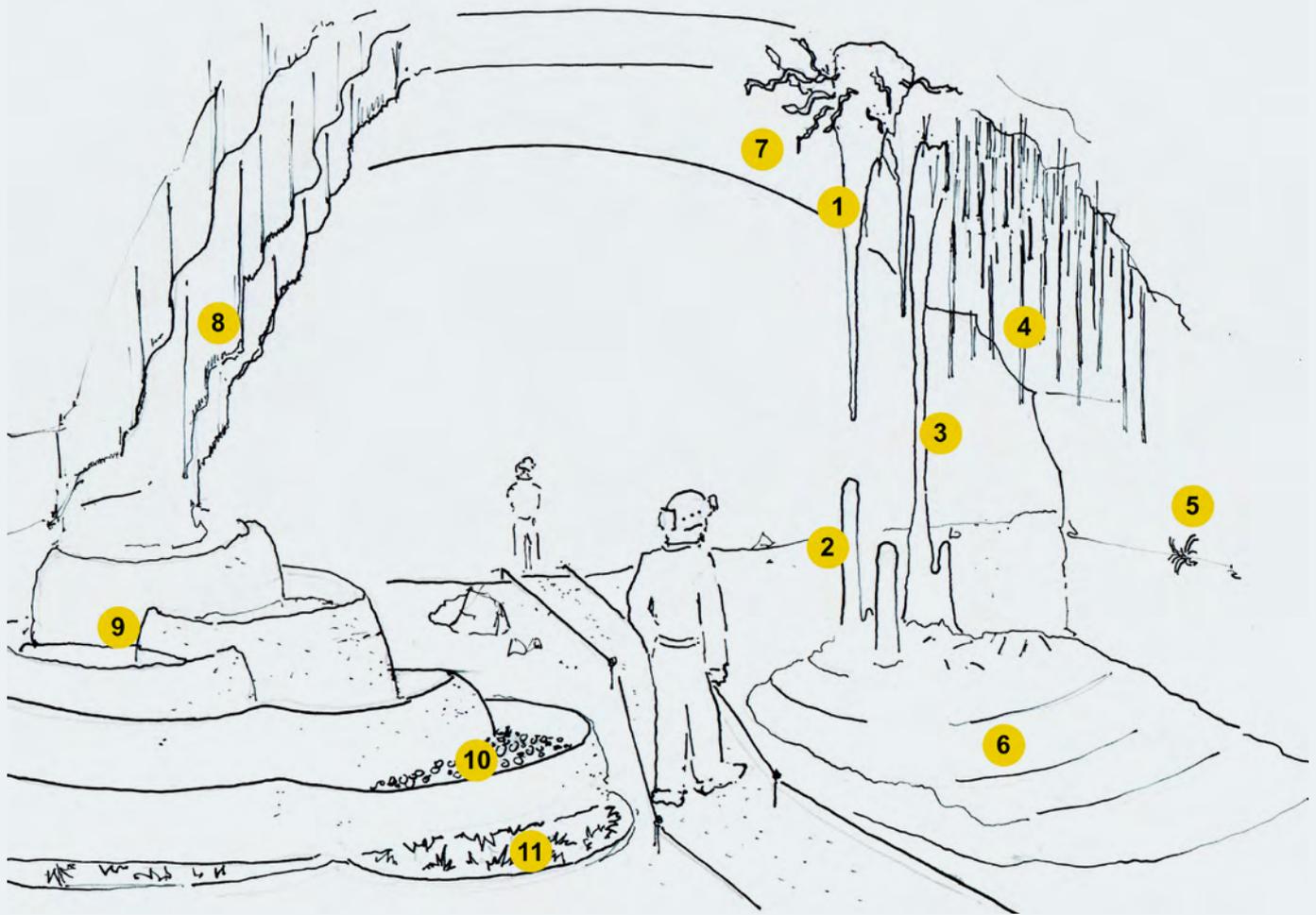
(D) Estalactites com coloração alterada por adição de sujidades (sedimentos de cor marrom), causada pelo toque ou contato com roupas sujas dos visitantes. Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Lucas Godinho e Luciana Alt.

(E) Toque em espeleotemas durante visitação. Nesta passagem, relativamente estreita, no circuito de visitação da Gruta do Maquiné, MG, as superfícies dos espeleotemas são tocadas com frequência, tendo sua colora o alterada.

(F) Desgaste superficial (topo do espeleotema), altera o de colora o (escurecimento das laterais) e perda de brilho decorrentes do toque frequente. Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG.

FOTOS: Luciana Alt.



Desenho esquemático mostrando os principais tipos de espeleotemas que geralmente ocorrem numa caverna em rocha carbonática:
 1- Estalactite; 2- Estalagmite; 3- Coluna; 4- Canudos de refresco; 5- Flor de gipsita; 6- Escorrimento; 7- Helictites; 8- Cortinas; 9- Represas de travertino; 10- Pérolas; 11- Coraloides.

ILUSTRAÇÃO: Vitor Moura.



1- Estalactite. Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Luciana Alt e Vitor Moura.



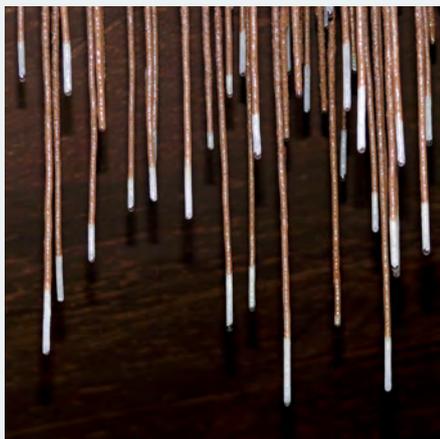
2- Estalagmite. Toca da Barriguda, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Vitor Moura.



3- Coluna. Carlsbad Cavern. Carlsbad Caverns National Park, EUA.

FOTO: Luciana Alt.



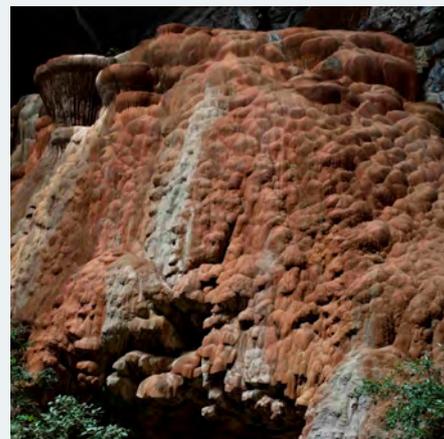
4- Canudos de refresco. Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério, BA.

Foto: Cristiano Ferreira (ICMBio/Cecav).



5- Flor de gipsita. Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG.

Foto: Luciana Alt.



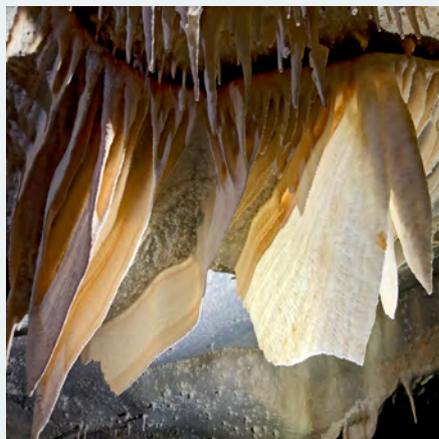
6- Escorrimento. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.



7- Helictites. Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

Foto: Vitor Moura.



8- Cortinas. Gruta do Anjo, Monumento Natural – Mona Municipal Cárstico do Morro do Brejo do Amparo, MG.

Foto: Vitor Moura.



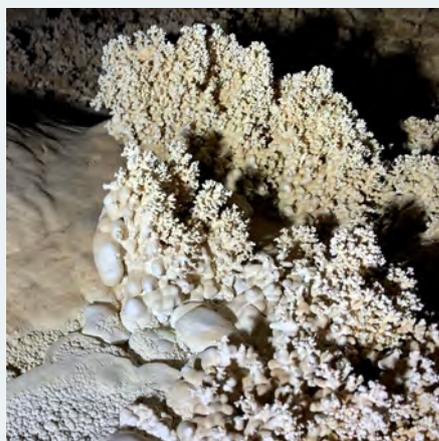
9- Represas de travertino. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.



10- Pérolas em represa de travertino. Gruta da Viola, APA Morro da Pedreira, MG.

Foto: Luciana Alt e Vitor Moura.



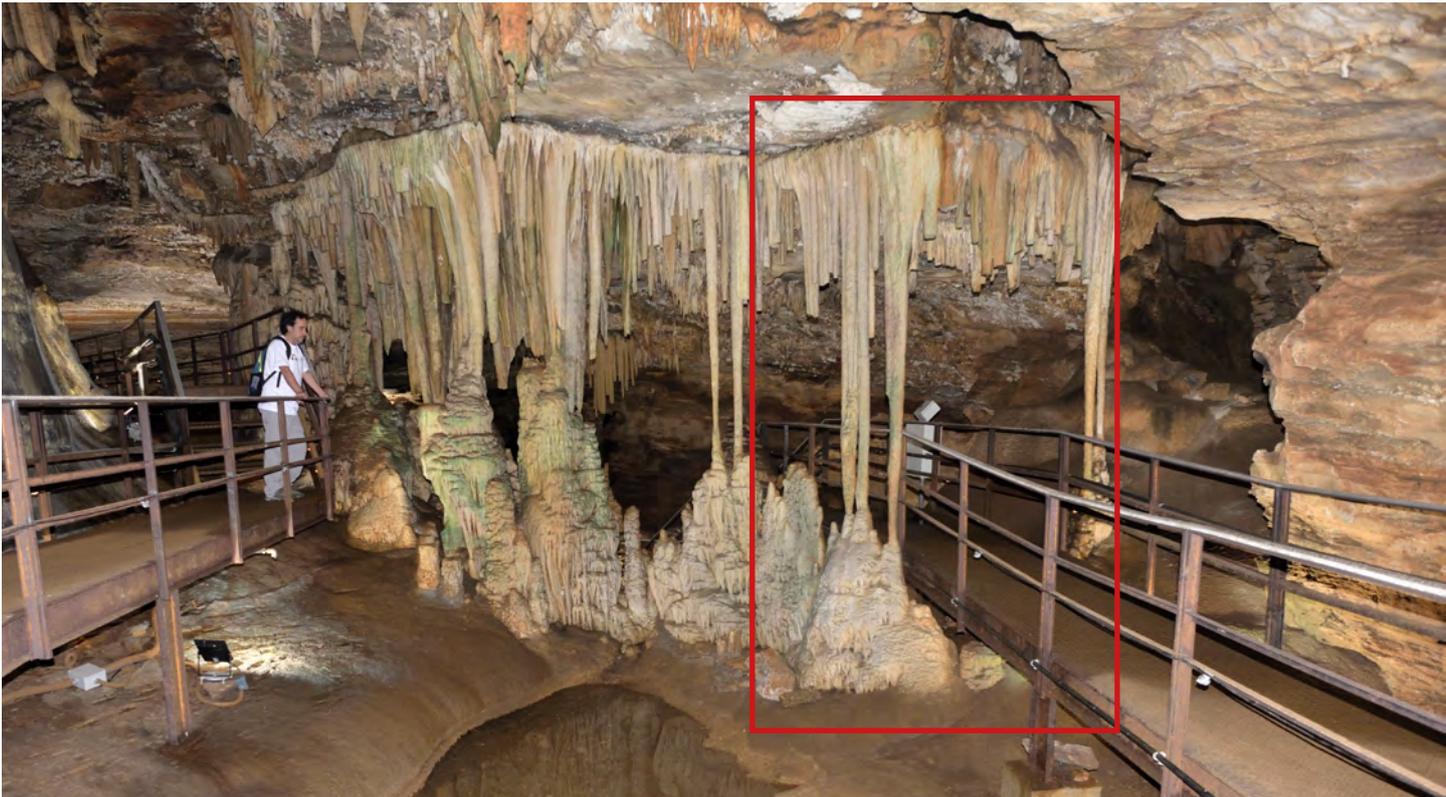
11- Coraloides. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.



Jardineira feita com fragmentos de diversos tipos de espeleotemas, muito possivelmente retirados da Gruta do Lapão, em residência histórica, que pertenceu ao “antigo proprietário da Gruta”, na cidade de Lençóis, BA.

Foto: Luciana Alt.



Espeleotemas (estalactites e colunas) muito possivelmente fragmentados para a instalação da passarela suspensa (local assinalado com o retângulo vermelho), na Gruta Rei do Mato – MNE Gruta Rei do Mato, MG.

Foto: Luciana Alt.

Uma quebra acidental pode ocorrer por um choque com o capacete, mochila ou outra parte do corpo do visitante, causando um dano irreversível, pois, mesmo reparado, o espeleotema guardará a cicatriz daquele dano. No caso de espeleotemas de constituição frágil, pulverulenta, como os espeleotemas de gipsita, a fragmentação acaba por destruir totalmente a feição, impossibilitando qualquer tipo de restauração.

Danos intencionais a espeleotemas são observados, infelizmente, em muitas cavernas turísticas brasileiras. Em geral esses danos foram ocasionados por extração de partes de espeleotemas para venda como *souvenirs*, coleta para outros fins ou por simples vandalismo. Em algumas cavernas, como na Gruta do Maquiné, em Minas Gerais, essas quebras ocorrem em grande número e em extensas superfícies, gerando a perda de atratividade para a atividade turística.



(A) Conjunto de cortinas quebradas, na Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG.

(B) Fragmento de conjunto de espirólitos impactado por quebra intencional, na Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

(C) Fragmento de espeleotema encontrado sobre o piso da Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTOS: Luciana Alt.

(A) Pichações, feitas com tinta spray, no interior da Gruta do Salitre, Diamantina, MG e (B) na Gruta Curral de Pedras, Conceição do Mato Dentro, MG.

(C) Conjunto de pichações tendo, ao centro, pichação feita com tinta spray, de cor preta. Na borda esquerda e superior, pichações feitas com tinta branca e, cobrindo toda a superfície de rocha, inúmeras pichações feitas por incisão. Esse quadro, com ocorrência de pichações com uso de diferentes técnicas e materiais num mesmo local, infelizmente se repete em muitas cavernas brasileiras, tornando as ações de conservação mais complexas. Gruta do Anjo, Monumento Natural – MONA Municipal Cárstico do Morro do Brejo do Amparo, Januária, MG.

(D) Pichações na forma de grafismos e inscrições, feitas por incisões profundas, com retirada intensa de material em rocha arenítica friável. Caverna no Parque Estadual – PE Serra das Araras, MG.

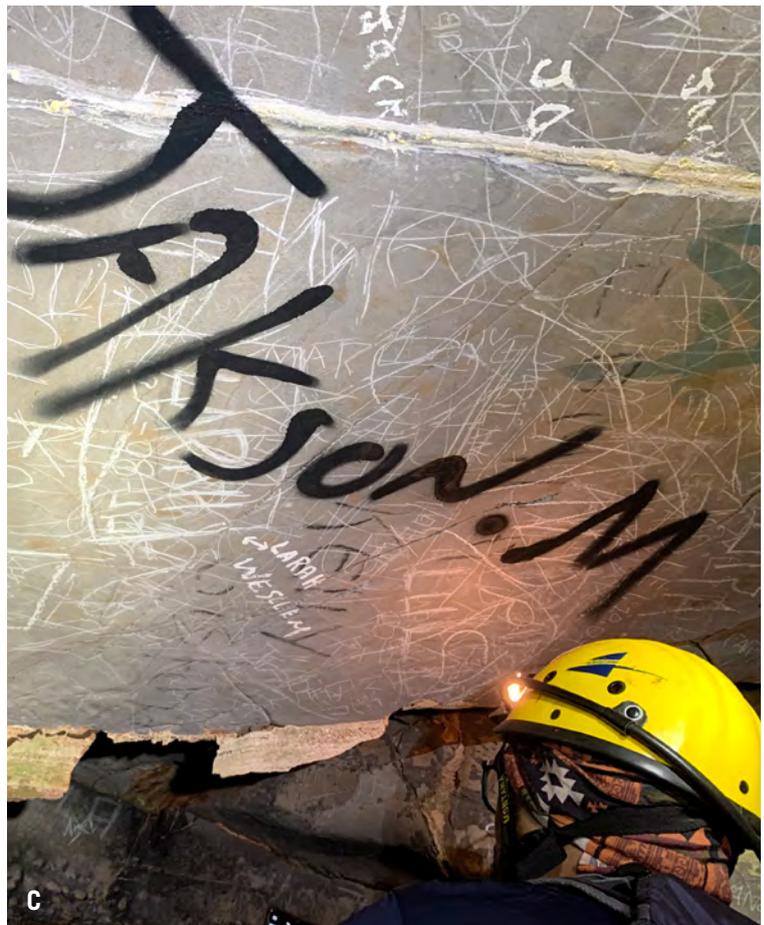
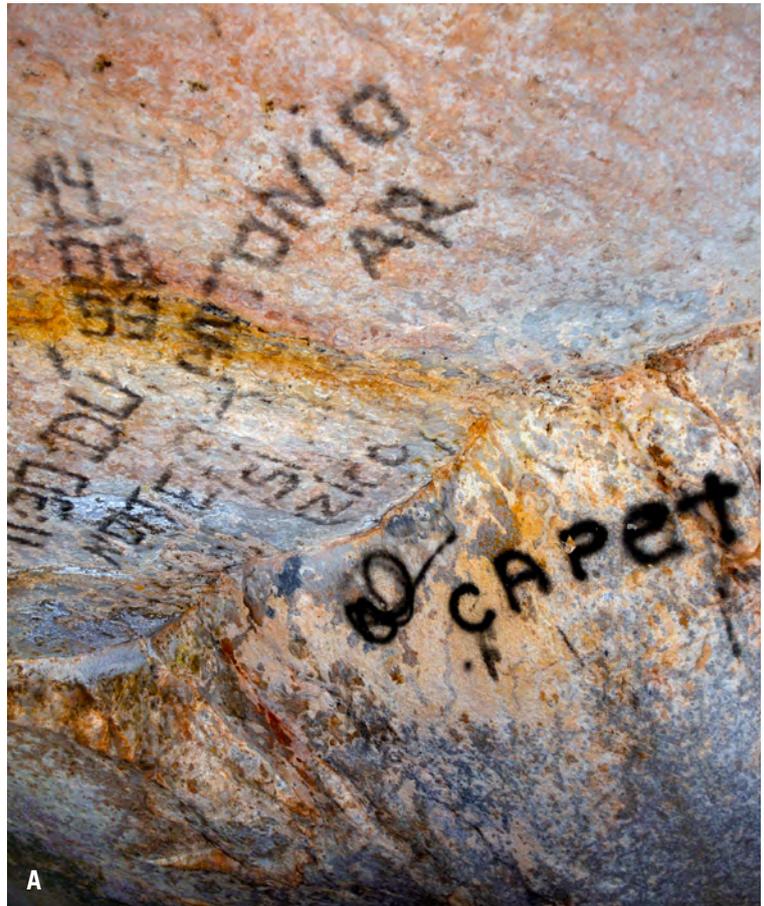
FOTOS: Luciana Alt.

Pichações

As cavernas, assim como outros exemplares de nosso patrimônio natural e cultural, têm sido alvo de pichações durante décadas. Especialmente nas cavernas turísticas sem planejamento e controle de visitação, é comum ver pichações em áreas de permanência ou passagem de visitantes.

Ocorrem dois tipos básicos de pichações: as que adicionam algum material ao espeleotema ou superfície de rocha e as que retiram material. As que adicionam material às superfícies da caverna normalmente são realizadas com: carvão, giz, argila, grafite, fuligem de carbureteiras ou velas, tintas de diversos tipos e até mesmo batom. Em geral, esses materiais adicionados podem ser removidos, mas em ações trabalhosas e nem sempre bem-sucedidas. Muitas vezes as marcas da remoção, conhecidas como “fantasmas”, ficam notáveis, mantendo a alteração da superfície. As pichações que retiram material de superfície de rocha ou espeleotemas, denominadas incisões, causam danos irreversíveis, pois é impossível reconstituir o material retirado. Nesses casos, somente é possível uma camuflagem, buscando restaurar uma aparência de cor e textura próximas da original.

Um fato notável é que em locais vandalizados por pichações observa-se um aumento crescente dos danos ao longo do tempo, de acordo com o ditado popular “pichação atrai pichação”. As pichações alteram a integridade paisagística e a atratividade de diversas cavernas turísticas brasileiras, sendo um impacto potencialmente danoso ao turismo.







Acúmulo de resíduos sólidos

Resíduos sólidos, ou seja, lixo de diferentes tipos e composições químicas, são observados em várias cavernas brasileiras. A ocorrência desse tipo de acúmulo é comum em cavernas turísticas sem o devido controle de visitação.

Em alguns casos, cavernas e dolinas localizadas próximo a áreas urbanas ou a instalações rurais são lamentavelmente utilizadas como local de descarte de lixo. Em outros casos, resíduos são carreados por

drenagens e podem ficar aprisionados em bolsões no interior de cavernas. Em algumas situações, os resíduos são decorrentes do mau uso de cavernas, como depósito de produtos para uso na agricultura ou em outras atividades.

Mesmo em importantes cavernas turísticas, como na Gruta do Maquiné, em Cordisburgo/MG, uma das grutas mais visitadas no Brasil, resíduos descartados pelos visitantes se acumularam ao longo de décadas. Ainda nessa caverna, diversos resíduos de materiais de



Deposição, direta e inadequada, de resíduos sólidos urbanos sobre o solo, em dolina, no “Lixão de Matozinhos”, MG, situação observada em 2006. Ao fundo dessa dolina existe uma caverna, que certamente foi impactada por essa situação.

FOTO: Luciana Alt.

construção civil, como alvenarias, argamassa e material elétrico, foram descartados durante obras de instalação ou manutenção de infraestrutura. Na Gruta Rei do Mato, outra caverna turística importante em Minas Gerais, observa-se grande ocorrência de resíduos sólidos na forma de fragmentos de óxido de ferro. Esses fragmentos são provenientes da degradação de sistema de passarelas, executadas em aço comum, no final da década de 1980. Atualmente, as melhores práticas, internacionalmente aceitas, de instalação de passare-

las em cavernas determina o uso de material inerte, o aço inox AISI 304 ou superior. Escolhas como essas evitam muitos danos ao patrimônio espeleológico.

Alguns resíduos sólidos observados em cavernas são potencialmente danosos, como pilhas e baterias, que ao se degradar podem liberar compostos e elementos químicos tóxicos para a fauna, como ácidos e metais pesados. Estes e outros resíduos tóxicos podem contaminar depósitos de sedimentos e corpos de água subterrâneos.



Resíduos sólidos carregados por curso de água e acumulados no interior de caverna, em Matozinhos, MG.

FOTO: Luciana Alt.





Resíduos orgânicos, como fezes humanas, papel higiênico e roupas descartadas, restos de madeira (quando artificialmente introduzidos) e de alimentos podem introduzir microrganismos exógenos (vindos de fora) e “desequilibrar a dieta” da fauna subterrânea. Pois esses resíduos podem representar um distúrbio no balanço de nutrientes que chegam ao ambiente subterrâneo, normalmente um ambiente com baixa disponibilidade de recursos alimentares. Resíduos como madeira e papel podem se tornar substratos para o desenvolvimento de fungos, muitas vezes trazidos do ambiente externo, na forma de esporos contidos no próprio material ou transportados pelos visitantes. Todas essas alterações podem impactar negativamente a dinâmica da fauna cavernícola.

Em termos visuais, os efeitos de acúmulos de resíduos sólidos em cavernas podem ter grande impacto sobre a atratividade do conjunto patrimonial, prejudicando a experiência dos visitantes e o uso pleno do patrimônio espeleológico para fins recreativos ou educativos.



Peça íntima de vestuário (cueca) e papel higiênico, descartados no interior da Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG. Observar, na imagem ampliada, fungos colonizando o tecido.

FOTO: Luciana Alt.

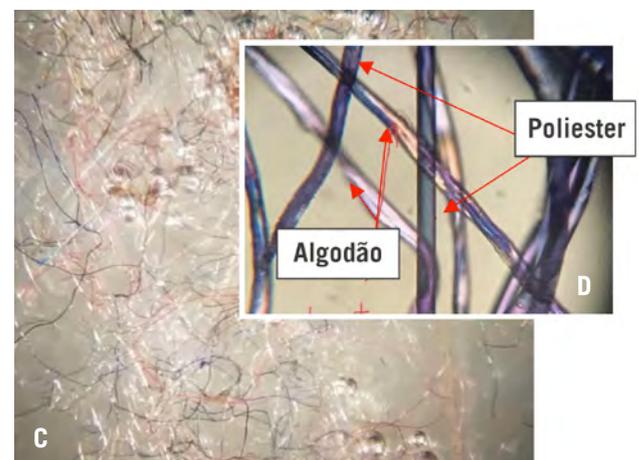


Uma classe específica de resíduo, denominada em inglês como “*lint*” (fiapo), é menos perceptível, mas não menos importante. Sabemos que nossa pele e cabelos são constantemente renovados. Pode parecer estranho, mas ao entrarmos numa caverna soltamos vários fragmentos de pele morta e pelos. Junto com esses resíduos corporais, nossas roupas também desprendem pequenos fragmentos de fibras de algodão e de matérias sintéticas (plásticos como poliéster, poliamida e outros), assim como nossos calçados desprendem pequenos fragmentos de borracha, por exemplo.

Em algumas cavernas turísticas no exterior, com grande fluxo de visitação, chegam a ser recolhidos muitos quilos de *lint* por ano, oriundos da atividade de visitação. Esses fiapos podem ser potencialmente danosos para a fauna cavernícola. Eles podem, por exemplo, ocorrer associados a algum contaminante biológico ou químico, vindo do ambiente externo. Assim como outros resíduos, a introdução desses fiapos pode representar uma alteração no balanço natural de disponibilidade de recursos tróficos (alimentares) na caverna, já que se tratam de materiais de origem orgânica.

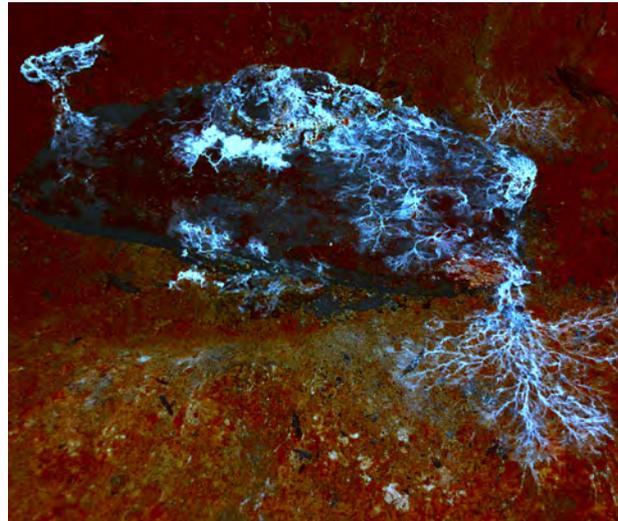
Exemplos de fiapos. **(A)** Sobre espeleotema na Gruta do Arco do André, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG; **(B)** e **(C)** Fiapos sobre passarela na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTOS: Luciana Alt.



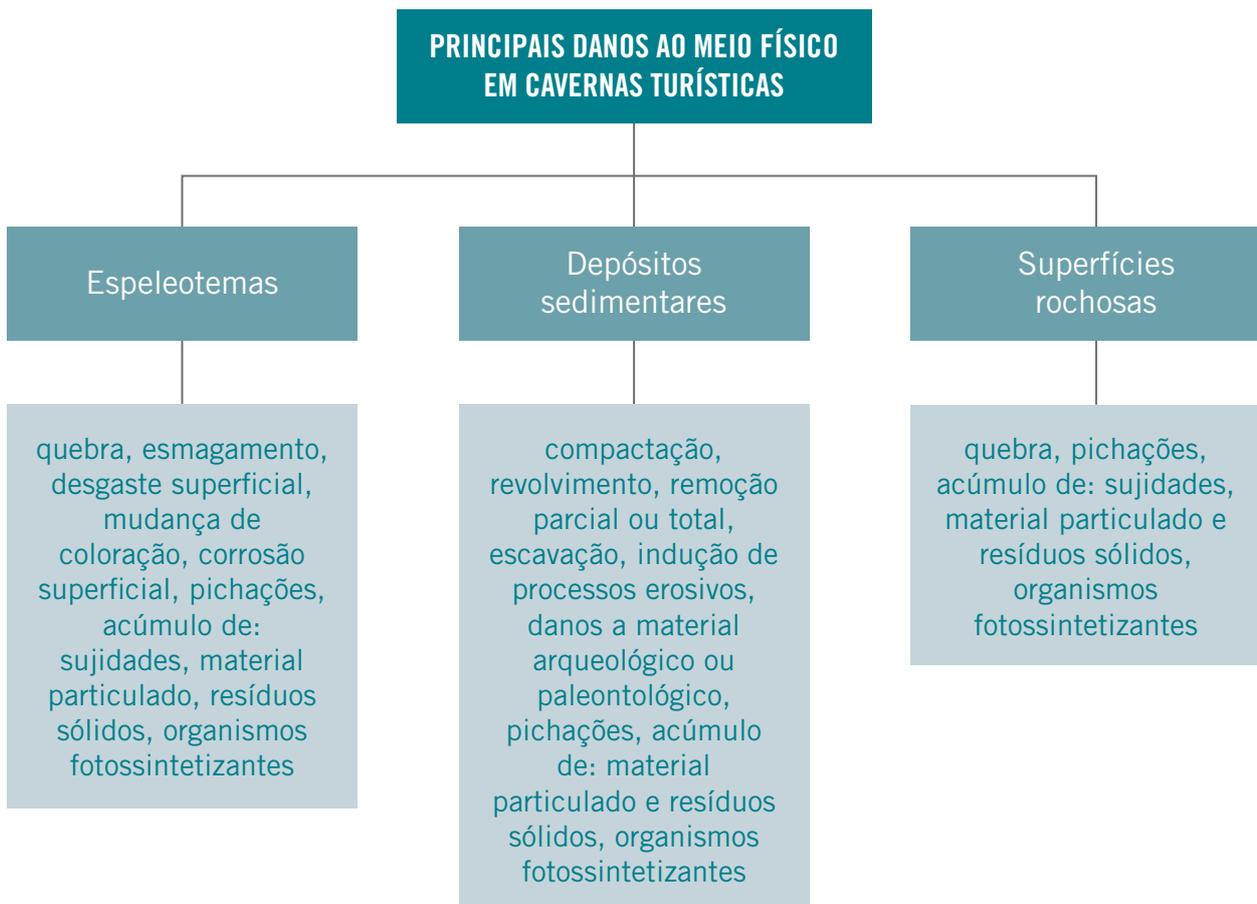
Ampliações de *lints* encontrados em cavernas turísticas. **(C)** Imagem de amostra de *lint* (fiapo) coletada na Lewis and Clark Caverns, Montana, EUA, ampliada em lupa (aumento de cerca de 10x); **(D)** Imagem das fibras ampliadas 250X, em microscópio, permitindo a diferenciação entre materiais (algodão e poliéster).

FORNTE: Adaptado de Christman, 2019.



Resto de madeira em decomposição, provavelmente oriundo de antigo guarda-corpo, sendo colonizada por fungos. Na imagem da direita, resultado de realce com uso do aplicativo para celular iD-Stretch®, observa-se o micélio em desenvolvimento. Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund.

FOTOS: Vitor Moura.



Esquema resumido dos principais danos observados em cavernas turísticas, sobre espeleotemas, depósitos sedimentares e superfícies rochosas.

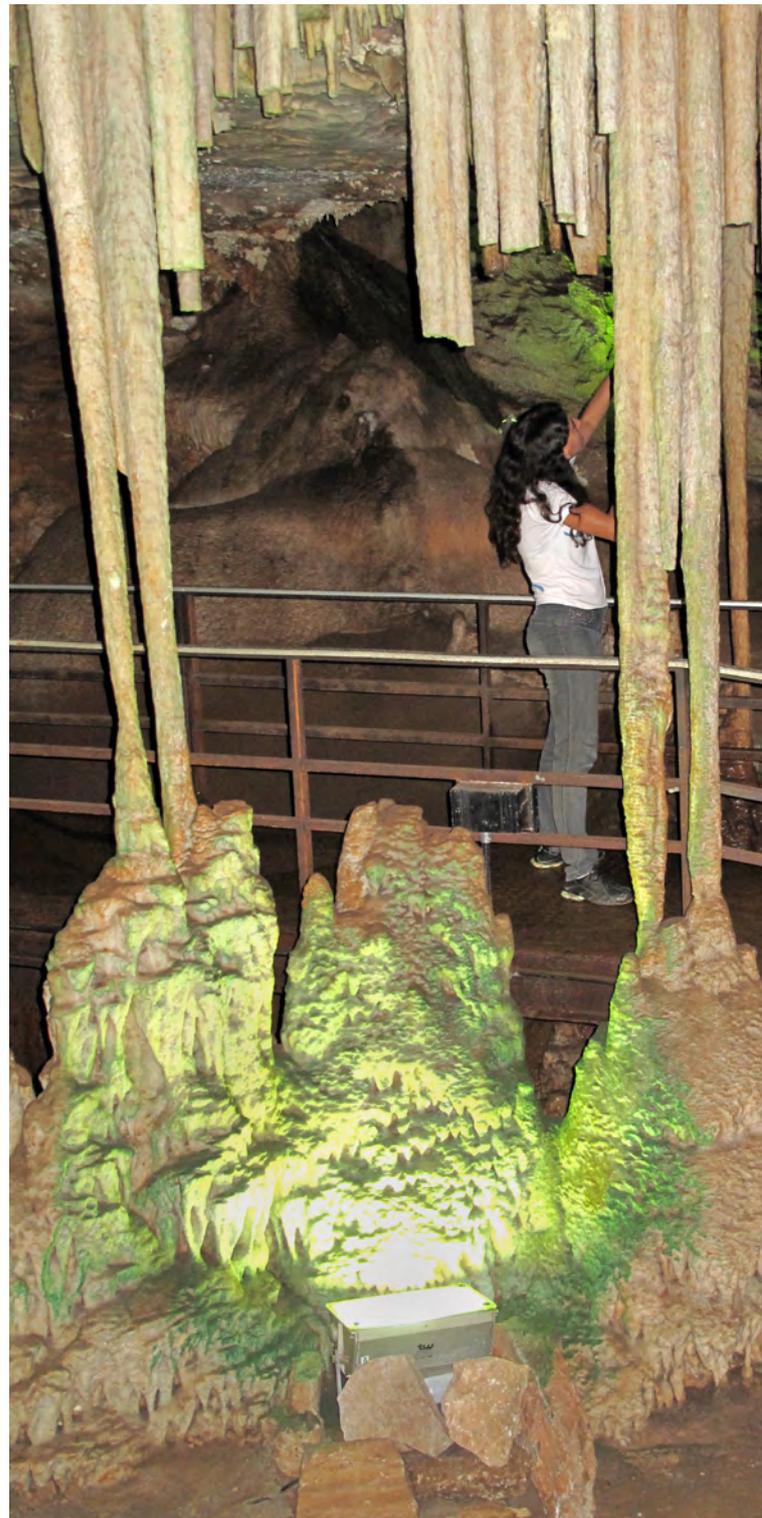
Contaminação microbiológica e perturbação da fauna cavernícola

Como citado anteriormente, ao entrarmos numa caverna já estamos alterando o ambiente, e essas alterações são potencialmente danosas para a fauna cavernícola. No campo microbiológico, na maioria dos casos, sequer sabemos o que existe em uma caverna. Dessa forma, visitando esse frágil ambiente, podemos transportar contaminantes biológicos ou químicos do ambiente exterior, que podem alterar a dinâmica microbiológica subterrânea de maneiras e intensidades ainda desconhecidas, impossíveis de prever. Como exemplo, poças de água isoladas (represas de travertinos) e espeleotemas em formação podem ser bastante vulneráveis a esse tipo de contaminação.

Colônias de morcegos, especialmente colônias maternidade, são sensíveis à luz e a ruídos provocados pelos visitantes.

O pisoteio de sedimentos, sua compactação e revolvimento destroem pequenos espaços e rugosidades existentes no piso das cavernas, alterando o espaço de vida de pequenos invertebrados, por exemplo, ou mesmo esmagando inadvertidamente exemplares da fauna.

As alterações no microclima das cavernas, que potencialmente são causadas pelas atividades de visitação, como o aumento de concentração de gás carbônico (CO₂), aumento de temperatura e diminuição de umidade relativa do ar (UR), podem ter impactos



Crescimento de organismos fotossintetizantes (cor verde) sobre conjunto de espeleotemas, observados em 2009, associados ao antigo sistema de iluminação artificial, instalado no final da década de 1980, na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTO: Luciana Alt.

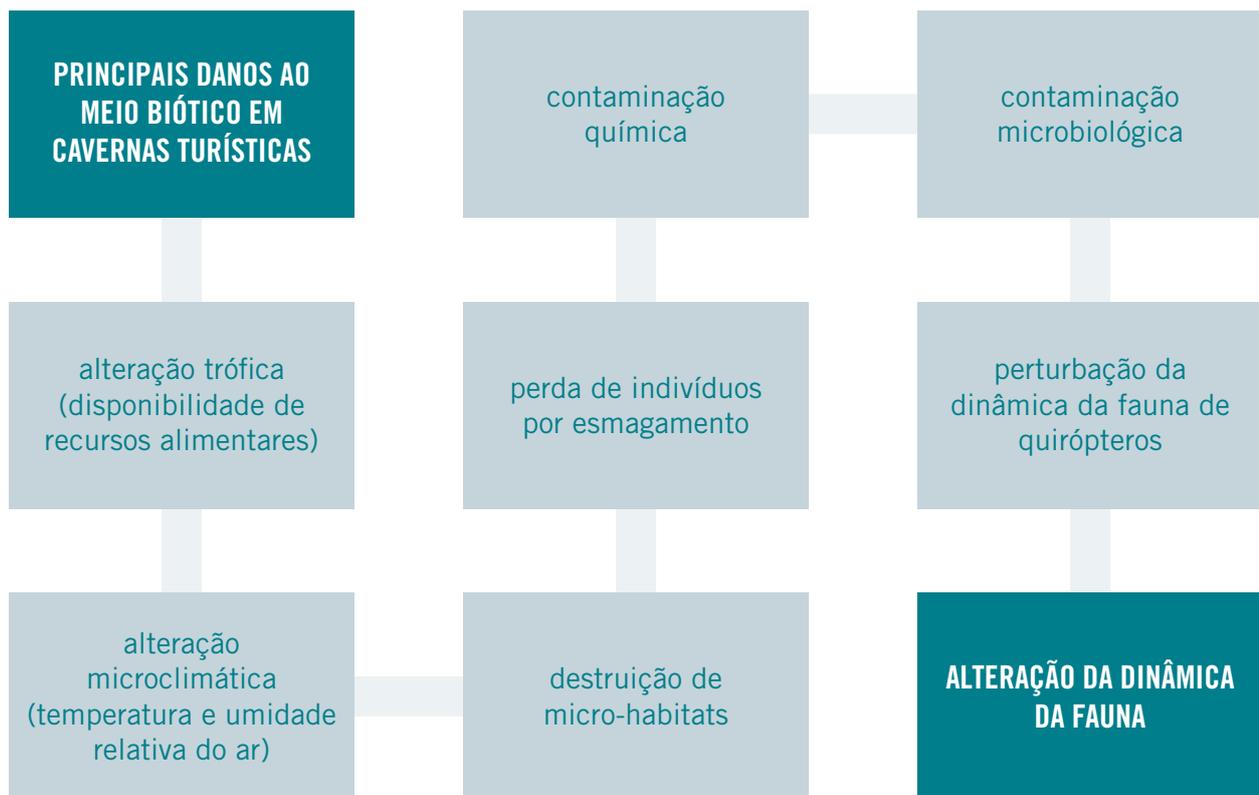
sobre a dinâmica da fauna cavernícola ou mesmo sobre a superfície de espeleotemas. Em casos extremos, tem sido observada corrosão de espeleotemas devido a mudanças de acidez das águas de gotejamento e condensação, um efeito do aumento de CO₂ no microclima da caverna.

A introdução artificial de luz, comum a muitas cavernas turísticas, altera o microclima, geralmente aumentando a temperatura e diminuindo a umidade relativa do ar, e também induz o crescimento de organismos fotossintetizantes, conhecidos internacionalmente como “*lampenflora*”, ou formas de vida

autotróficas associadas à iluminação artificial introduzida em cavernas.

Essa flora tingem de verde várias superfícies das cavernas, causando significativo impacto visual e perda de atratividade. O crescimento induzido desses organismos representa um aumento na disponibilidade de recursos alimentares, que potencialmente afetam a dinâmica da fauna.

Em relação à microfauna, ainda desconhecida na maior parte das cavernas brasileiras, não conhecemos os potenciais efeitos da perturbação e contaminação causados pelas atividades de uso público.

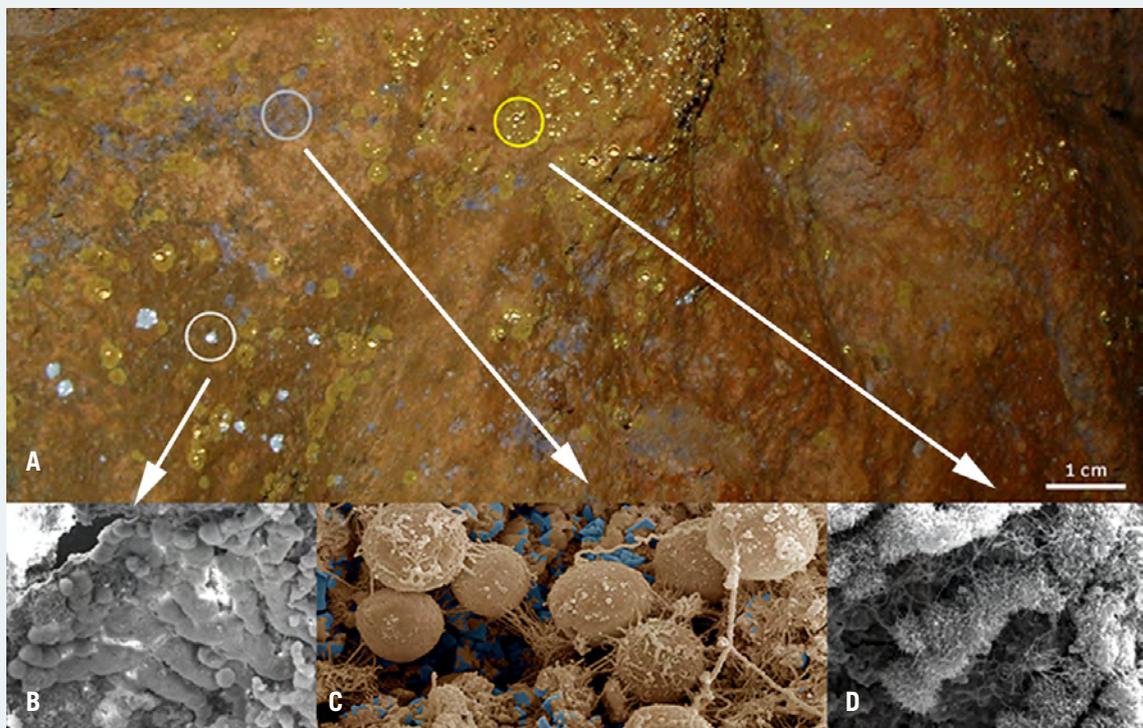


Esquema resumido dos principais danos ao meio biótico em cavernas turísticas, resultando em alteração da dinâmica de fauna.

Efeitos da contaminação biológica em cavernas turísticas

Nas Grutas de Altamira, Espanha, e Lascaux, na França, importantes conjuntos de pinturas rupestres, feitas há dezenas de milhares de anos, foram impactadas por camadas de biofilme (uma estrutura complexa e de multicamadas, formada por vários microrganismos que se fixam e colonizam as superfícies das cavernas) que se desenvolveram após a abertura das cavernas para visitação em massa.

Atualmente, ambas as cavernas estão fechadas para visitação devido à crescente deterioração das pinturas rupestres. Essa deterioração é provocada pela camada de biofilme, artificialmente introduzida, em consequência do grande número de visitantes e da iluminação artificial. Foram construídas réplicas dessas cavernas para a visitação turística.



Diversas comunidades microbianas são encontradas nas paredes da Caverna de Altamira, na Espanha, e provocam manchas e degradação sobre pinturas rupestres e outras superfícies. (A) Biofilmes brancos, cinzas e amarelos são marcados por círculos. (B) Imagem de microscópio eletrônico de varredura (MEV) de um biofilme branco com micróbios e esferas feitas de um mineral chamado carbonato de cálcio. (C) Imagem MEV (com cor artificial) de um biofilme cinza composto por bactérias (filamentos), depósitos minerais de carbonato de cálcio esférico e pequenos cristais de carbonato de cálcio (azul). (D) Imagem MEV de um biofilme amarelo composto por diferentes tipos de bactérias, principalmente em forma de filamentos.

Para saber mais:

<https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2022.739199> [🔗](#)



Trilha delimitada na *Slaughter Canyon Cave*, *Carlsbad Caverns National Park*, EUA, concentrando os impactos do pisoteamento em uma faixa estreita.

Foto: Luciana Alt.

COMO EVITAR DANOS?

Podemos dividir as boas práticas em dois grupos básicos: **conduta pessoal e medidas de proteção do ambiente cavernícola**. Esses dois tipos de práticas devem ocorrer juntos, se quisermos evitar danos e proteger o patrimônio espeleológico. Outro ponto importante é que as práticas são genéricas, mas cada caverna é única e pode possuir condições específicas, que irão demandar práticas adaptadas

àquela realidade particular. Por exemplo: se uma caverna é ocupada periodicamente por uma grande colônia de morcegos, deve ter a sua visitação interrompida sazonalmente, por exemplo no período em que essa colônia está com filhotes (colônia maternidade).

A seguir, um resumo das principais ações que compõem cada grupo de boas práticas:

| CONDUTA PESSOAL | MEDIDAS DE PROTEÇÃO DO AMBIENTE CAVERNÍCOLA |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Praticar a atitude de conservação.• Visitar cavernas com a devida autorização.• Fazer treinamento prévio e planejar adequadamente a visita.• Utilizar equipamentos adequados.• Realizar a visitação sempre em grupos. | <ul style="list-style-type: none">• Realizar o Plano de Manejo Espeleológico (PME) em cavernas turísticas e implementar suas regras de uso e outras ações.• Demarcar trilhas internas, de acordo com as melhores práticas vigentes e diretrizes do PME.• Planejar e implementar infraestrutura de proteção e visitação, de acordo com diretrizes do PME. |

BOAS PRÁTICAS AO VISITAR CAVERNAS: CONDUTA PESSOAL

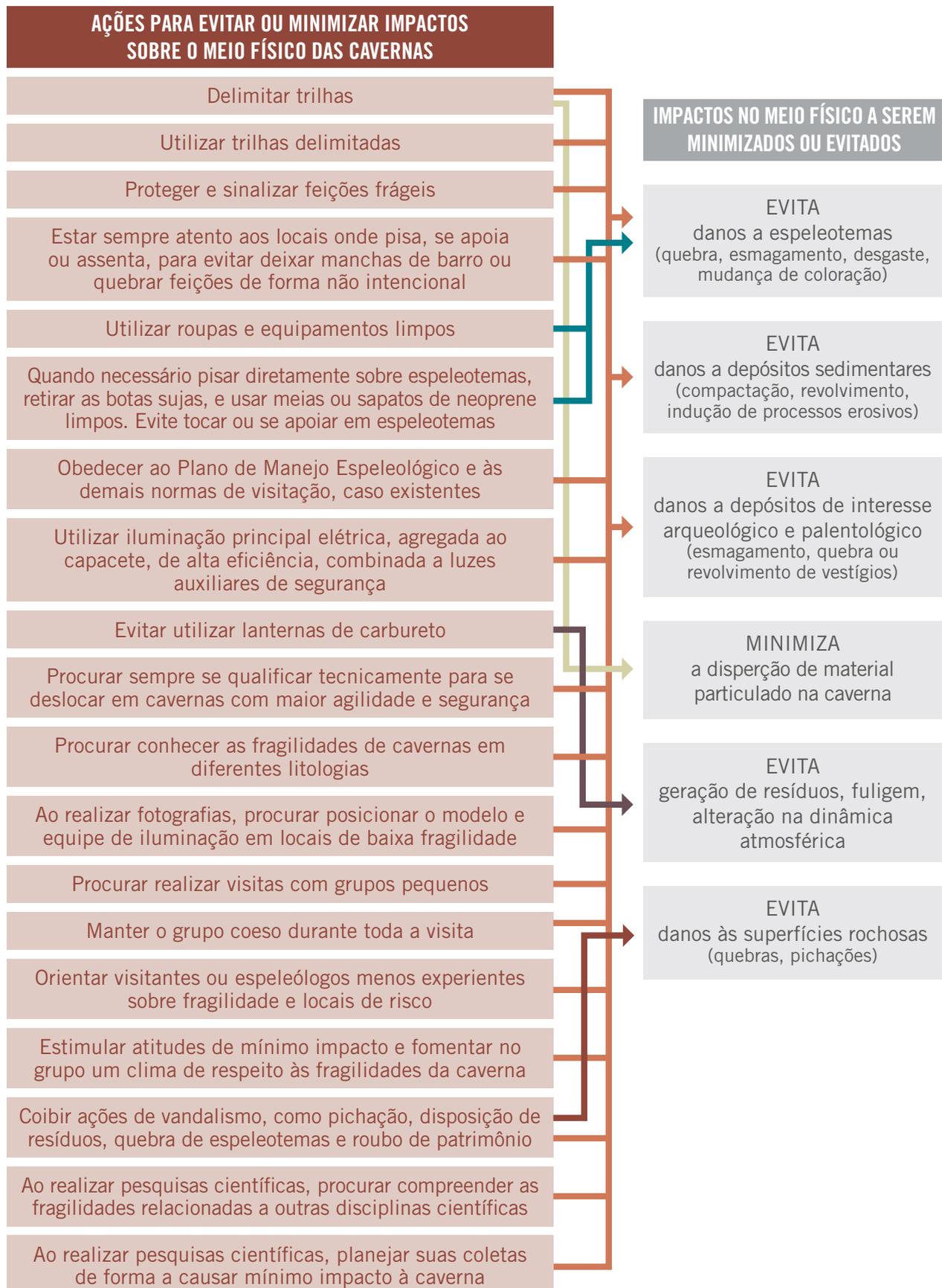
PRATICAR A ATITUDE DE CONSERVAÇÃO

Podemos resumir essa atitude em uma simples frase: **NÃO CAUSAR DANOS!**

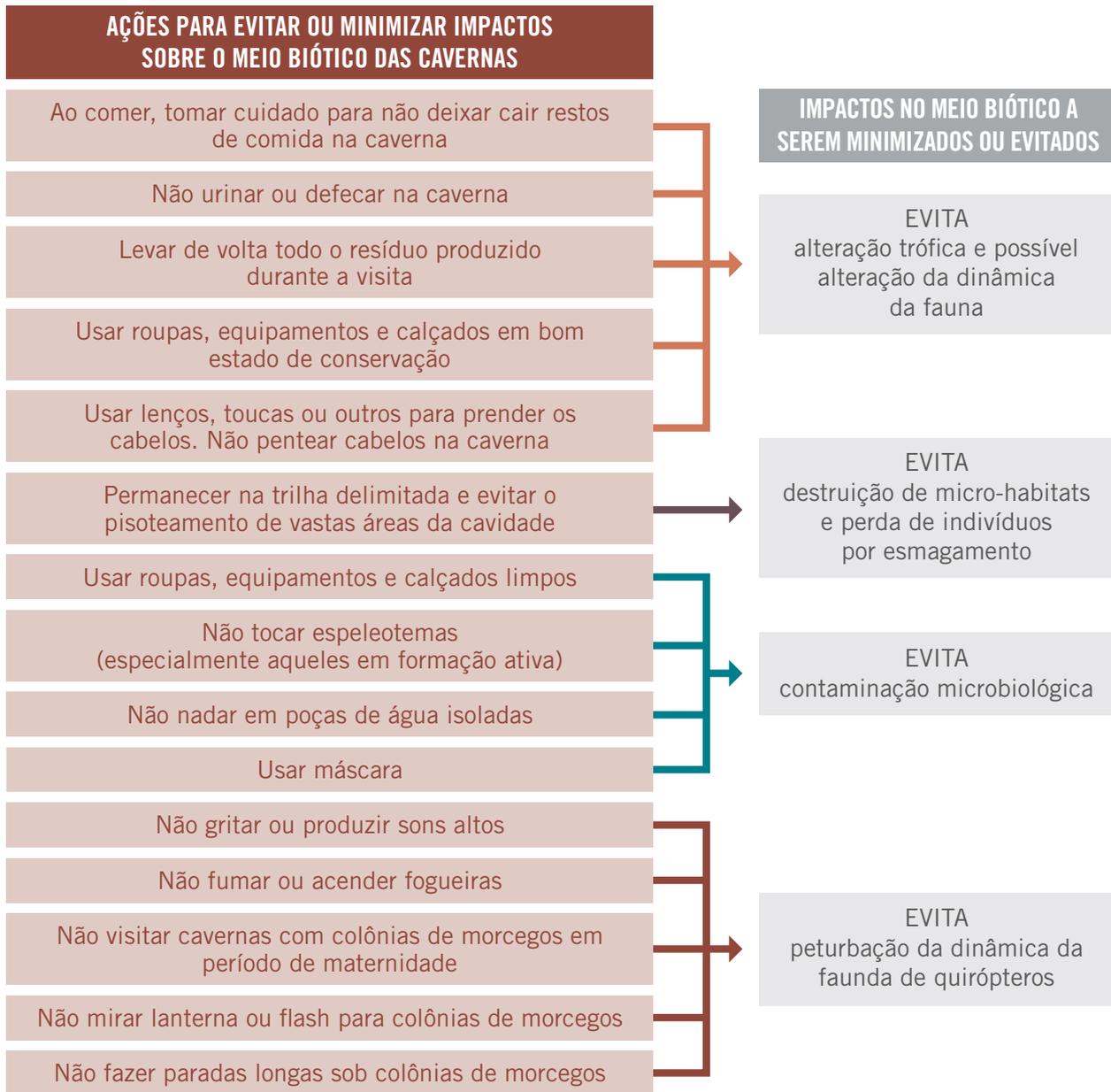
Assumir essa postura requer, antes de mais nada, conhecer as fragilidades em diferentes litologias, e ao visitar uma caverna tomar os seguintes cuidados gerais:

- Estar sempre atento aos locais onde pisa, se apoia ou assenta, evitando manchar de barro, quebrar ou esmagar feições de forma não intencional;
- Evitar choques do seu corpo ou de equipamentos, tais como capacete e mochila, com o teto, paredes e espeleotemas;
- Utilizar trilhas delimitadas;
- Caminhar devagar e com suavidade, evitando levantar poeira;
- Procurar sempre se qualificar tecnicamente para se deslocar em cavernas com maior agilidade e segurança, evitando acidentes e operações de resgate;
- Coibir ações nocivas como: pichação, disposição de resíduos sólidos, quebra de espeleotemas, perturbação e coleta não autorizada de elementos do patrimônio espeleológico, arqueológico e paleontológico;
- Não visitar cavernas com colônias de morcegos em período de maternidade;
- Em cavernas com morcegos, não mirar lanterna ou *flash* para as colônias e não fazer paradas longas sob estas;
- Minimizar a emissão de ruídos durante a visita;
- Levantar de volta todo o resíduo produzido durante a visita, incluindo fezes e urina;
- Evitar se alimentar no interior da caverna, mas caso seja necessário, ao comer, tomar cuidado para que não caiam restos de alimento na cavidade;
- Usar lenços, toucas ou outros para prender os cabelos e evitar penteá-los na caverna;
- Usar roupas, equipamentos e calçados limpos e em bom estado de conservação;
- Não tocar espeleotemas, especialmente aqueles em formação ativa;
- Não nadar em poças de água isoladas (represas de travertino e outras), pois podem abrigar microrganismos especializados e muito sensíveis;
- Não fumar ou acender fogueiras dentro ou na entrada da caverna;
- Orientar visitantes ou espeleólogos menos experientes sobre fragilidades, locais de risco e conduta de mínimo impacto;
- Procurar realizar visitas com grupos pequenos e coesos;
- Sempre seguir as regras estabelecidas para a visita e orientações dos condutores de visitantes ou de espeleólogos mais experientes.

A seguir, detalhamos, em dois esquemas, ações específicas para se evitar ou minimizar impactos sobre o meio físico e o meio biótico das cavernas.



Esquema resumindo exemplos de ações específicas para se evitar ou minimizar impactos sobre o meio físico, ao se visitar ou pesquisar cavernas.



Esquema resumindo exemplos de ações específicas para se evitar ou minimizar impactos sobre o meio biótico, ao se visitar cavernas.

É importante ter sempre em mente que as cavernas são ambientes únicos, frágeis e complexos, e que a maior parte dos danos nesse ambiente é irreversível. Um espeleotema quebrado não volta a ser como era, um banco de sedimentos destruído não será depositado novamente nas mesmas condições. Para conservar nossas cavernas, é fundamental adentrar nesses ambientes com atenção, treinamento, equipamento adequado, sensibilidade

e com objetivo de **NÃO CAUSAR DANOS!**

Visitar cavernas com a devida autorização

Em cavernas não estruturadas para o turismo, considerando tanto uma visita para fins recreativos, educacionais ou científicos, é sempre fundamental obter a autorização dos órgãos ambientais e patrimoniais competentes, proprietários de terra ou gestores das Unidades de Conservação (UC) com cavernas.

A autorização de visitação, específica para realização de atividades didáticas, no âmbito do ensino superior ou pesquisa científica em qualquer caverna, deve ser obtida diretamente do ICMBio/Sisbio (<https://www.gov.br/ICMBio/pt-br/servicos/sistemas/sisbio-sistema-de-autorizacao-e-informacao-em-biodiversidade/>). No caso de cavernas em Unidades de Conservação federais, a autorização do ICMBio/Sisbio é suficiente. Já no caso de cavernas em UCs estaduais ou municipais, autorizações adicionais devem ser obtidas dos respectivos órgãos ambientais gestores. Em se tratando de cavernas associadas a sítios arqueológicos, devem ser também obtidas autorizações de visitação e/ou pesquisa diretamente do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan e órgãos estaduais de proteção do patrimônio cultural, quando for o caso específico de sítios arqueológicos protegidos nessa esfera do Poder Executivo. Certamente, o processo de autorização irá demandar a elaboração de um projeto específico, com equipe responsável, e descrição da justificativa, objetivos e métodos da atividade pretendida.

Durante a visitação em cavernas não estruturadas, buscar sempre permanecer em trilhas delimitadas, quando houver. Quando não houver trilhas delimitadas, ter atenção onde pisa, e buscar sempre

caminhar sobre superfícies resistentes e que já estejam impactadas, andar sempre em fila indiana, evitando o alargamento do caminho e a dispersão de impactos decorrentes do pisoteamento no ambiente.



Exemplo de trilha discretamente delimitada com cordelete na cor branca, em área frágil, de interesse para visitação, na Toca da Boa Vista, APA Boqueirão da Onça, BA.

FOTO: Luciana Alt.

Fazer treinamento prévio e planejar antecipadamente a visita

Sendo as cavernas ambientes frágeis, com ausência de luz, com áreas onde o caminhar oferece riscos ao visitante, tais como desníveis abruptos, desmoronamentos, pisos escorregadios, entre outros riscos, **o treinamento prévio é fundamental**. Evitar acidentes também é importante para a conservação de cavernas! Ações complicadas de resgate podem gerar inúmeros impactos, sendo um deles o alargamento de trilhas para transporte da maca.

Portanto, é desejável que o visitante de cavernas sem infraestrutura turística tenha passado por um curso de introdução à espeleologia, no qual serão abordados aspectos de proteção das cavernas, segurança e técnicas de progressão em equipe no ambiente espeleológico, entre outras informações. Para espeleólogos e cientistas que desejam visitar ou realizar atividades específicas em cavernas, o ideal é planejar a visita com antecedência, fazendo uma pequena pesquisa sobre as informações relativas à caverna como: mapas, características particulares, como presença ou não de água, temperatura interna, dificuldade de caminhar, tempo médio de visita, acesso, equipamentos de progressão necessários (vertical), etc.

No caso de cavernas turísticas, para todos os públicos, devem ser seguidas as orientações da equipe de gestão da caverna e/ou Unidade de Conservação e dos condutores de visitantes, idealmente contidas no Plano de Manejo Espeleológico – PME.

Utilizar equipamentos adequados

Por meio do planejamento da visita, devem ser determinados os equipamentos adequados para cada atividade. O principal é utilizar uma fonte de iluminação elétrica adequada, com boa durabilidade de bateria, preferencialmente montada no capacete para que as mãos fiquem livres. Recomenda-se levar pelo menos uma fonte de luz reserva, por pessoa, também acoplável ao capacete, com boa eficiência e durabilidade de bateria. Sem uma boa iluminação fica difícil andar com segurança nas cavernas e a possibilidade de causar danos, como o pisoteio de áreas frágeis ou choques do capacete contra o teto, fica maior.

Uma lista básica de equipamentos pessoais obrigatórios deve conter:

- Capacete com jugular;
- Iluminação elétrica principal e de reserva, acopladas ao capacete;
- Bota ou calçado fechado com sola antiderrapante;
- Roupa fechada ou macacão, em tecido resistente, confortável e com manga comprida;
- Mochila, preferencialmente com poucas fitas e fivelas externas;
- Dispositivos para armazenar temporariamente fezes e urina.

Outros equipamentos que podemos listar seriam:

- Kit pessoal de primeiros socorros;
- Pilhas e baterias extras.

E se eu precisar “ir ao banheiro” na caverna?

Um ponto muito importante é o uso de métodos e equipamentos simples para evitar a poluição das cavernas com a deposição de urina e fezes humanas! Imagine como pode ser danoso para a fauna cavernícola o acúmulo de detritos humanos? Imagine como também pode ser desagradável visitar uma caverna turística, sem circulação de ar e com um forte odor de urina ou fezes?

Existem técnicas e equipamentos simples que podem evitar isso. A primeira medida é utilizar o banheiro antes de entrar na caverna. Mas num maior tempo de permanência, caso haja necessidade de urinar, o melhor é utilizar uma garrafa PET para esse fim e, obviamente, levá-la para fora da caverna. Com as fezes é um pouco mais complicado, mas nem tanto. Caso haja necessidade, existem contenedores apropriados, feitos de tubos de PVC e muito utilizados por escaladores e outros excursionistas, os populares “*shit tubes*”.

Veja formas simples de fazer seu próprio “*shit tube*” nos links:

- https://mantiex.com.br/shit_tube/ 🔗
- <https://www.instructables.com/Poop-Tube-a-Compact-Packpacking-Toilet/> 🔗

Outra solução, muito utilizada por espeleólogos, escaladores e caminhantes, no exterior, é o acondicionamento das fezes em camadas sucessivas de sacos plásticos e “*ziploc*” com sabão em pó, dentro de um pote plástico hermético, para evitar mau cheiro e rompimento dentro da mochila, em caso de contato com objeto perfurante. Nesse método, uma sacola plástica é colocada sobre o piso, aberta, para possibilitar a defecação em posição de cócoras. As fezes são fechadas dentro dessa sacola, sendo depois acondicionadas em múltiplas camadas de proteção, como mostra a figura abaixo. Esse método tem a vantagem de ser mais leve e simples que o “*shit tube*”.

MATERIAL NECESSÁRIO PARA CONTENEDOR DE FEZES E HIGIENE PESSOAL EM CAMPO



SEQUÊNCIA DE PASSOS PARA USO DO CONTENEDOR DE FEZES EM CAMPO



Contenedor de fezes para uso em campo.

ADAPTADO DE: <https://www.instructables.com/Poop-Tube-a-Compact-Packpacking-Toilet/> acesso em 25/11/2022

Outro ponto importante é que, se quisermos evitar a contaminação biológica de cavernas, idealmente devemos:

- visitar cavernas com roupas, calçados e equipamentos higienizados;
- evitar visitar duas cavernas diferentes sem higienizar roupas, calçados e equipamentos.

Nos EUA, existe um problema bastante sério, a chamada “White Nose Syndrome” (Síndrome do Nariz Branco), que é a contaminação de morcegos pelo fungo *Pseudogymnoascus destructans*, que foi original-

mente introduzido nas cavernas norte-americanas por espeleólogos. Milhões de morcegos já morreram nos EUA desde a primeira detecção da doença em 2006. Hoje a doença está espalhada por todo o território do país, sendo a visitação de cavernas, sem o devido cuidado de descontaminação, um dos principais meios de disseminação do fungo. Duas das formas mais práticas de descontaminação de roupas e calçados são com uso de álcool 70% e solução de peróxido de hidrogênio, de acordo com as instruções dos fabricantes. **Para saber mais:** <https://www.whiteno-sesyndrome.org/>



Desinfecção das botas dos participantes, com uso de uma solução de peróxido de hidrogênio a 5%, durante o Curso de Conservação realizado na Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

foto: Luciana Alt.



Limpeza e desinfecção de capacetes durante o Curso de Conservação realizado no PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

foto: Vitor Moura.



Condução de pessoa com mobilidade reduzida, no âmbito do Projeto “Uma trilha para acessibilidade”. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.

Realizar visitação sempre em grupos

Outro ponto importante é que **nunca se visita uma caverna sozinho**, por motivos de segurança, mas também por motivos de proteção do ambiente. Uma regra geral é que pessoas menos experientes devem estar sempre acompanhadas e orientadas por pessoas mais experientes. Devem ser evitados grupos com muitos visitantes. Quanto mais frágil e menos estruturada a caverna, menor deve ser o grupo. Não existe um número predeterminado de visitantes por grupo, variando segundo as condições particulares de cada caverna, e em função da sua capacidade de carga, determinada nos Planos de Manejo Espeleológicos – PME.

A visita de várias cavernas turísticas brasileiras é realizada com condutores de visitantes, que, com o conhecimento das normas de visitação, orientam os grupos através dos caminhos mais seguros até os principais atrativos e zelam pela conduta de mínimo impacto durante a visita. São verdadeiros guardiães desse ambiente tão particular e frágil, sendo disseminadores das boas práticas de conservação.

BOAS PRÁTICAS PARA PROTEÇÃO DO AMBIENTE CAVERNÍCOLA

Realização e implementação do Plano de Manejo Espeleológico – PME

O Plano de Manejo Espeleológico – PME é um instrumento de ordenamento da visitação em uma caverna turística, embasado pelo levantamento preliminar de informações sobre o meio físico, biótico e socioeconômico da caverna e de seu entorno imediato.

O PME sobrepõe essas camadas de informação, e a partir de uma análise multidisciplinar, estabelece o zoneamento ambiental da caverna, determina os roteiros e regras de uso, de forma a proporcionar segurança e conforto para o visitante, proteção de feições frágeis da caverna e minimização de impactos antrópicos. O PME deve ter suas ações implementadas e ser periodicamente atualizado com base no monitoramento dos impactos identificados e na qualidade da experiência do visitante.



Pequeno grupo em visita à Gruta do Janelão,
PARNA Cavernas do Peruáçu, MG.

Foto: Vitor Moura.

Plano de Manejo Espeleológico – PME

Este importante instrumento de planejamento e regramento, segundo a Resolução Conama N° 347, de 10 de setembro de 2004, constitui um: “*documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais da área, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da cavidade natural subterrânea*”.

Muitas cavernas turísticas brasileiras não contam ainda com esse importante documento, que é fundamental para o planejamento, implementação, operação e monitoramento das atividades de uso público. E entre as que possuem PME, existe muito ainda a ser feito, inclusive em termos de implementação efetiva das ações previstas e de monitoramento dos impactos de visitação.

Para saber mais:

- https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/orientacoes-e-procedimentos/plano-de-manejo-espeleologico-1/pme-diretrizes-cecav-ed_2022.pdf 

Demarcação de trilhas internas – Melhores práticas vigentes

Em diversas cavernas a delimitação de trilhas tem se mostrado uma das medidas mais efetivas para o controle dos impactos de visitação. **Uma trilha bem delimitada concentra as alterações numa faixa estreita, preferencialmente sobre superfícies mais resistentes, de forma a proteger e evitar danos dispersos sobre áreas frágeis.** Numa caverna sem trilha delimitada, é comum observarmos danos por pisoteamento dispersos por grandes áreas. Outros benefícios dessa delimitação são: permitir um maior controle do fluxo de visitantes e proporcionar maior segurança, evitando áreas de risco no caminhamento.

Planejando a demarcação de trilhas

A atividade de delimitação deve ser planejada cuidadosamente, seguindo as orientações e regras previstas no Plano de Manejo Espeleológico – PME de uma caverna turística, quando existente. Em cavernas que ainda não possuam esse PME, a delimitação de trilhas ou a sinalização de áreas frágeis, podem, emergencialmente, evitar a ocorrência de

danos irreversíveis sobre seus atributos. No entanto, essa atividade deve ser coordenada por pessoas que possuam experiência prévia e conhecimento do ambiente cavernícola. A escolha do melhor lugar para instalação de uma trilha exige uma análise complexa, sendo sobrepostas diferentes camadas de informação, geralmente obtidas através do mapeamento temático, parte do PME de uma caverna turística. Nesse mapeamento constam geralmente os temas: impactos existentes, fragilidade biótica (relativa à dinâmica da fauna cavernícola), fragilidade abiótica (relativa aos espeleotemas e depósitos sedimentares), risco ao visitante, atrativos, entre outras camadas de informação específicas de cada caso.

Ao planejar o traçado da trilha, é necessário reconhecer as superfícies mais resistentes e menos vulneráveis ao pisoteamento, e que apresentem menos risco ao visitante. No caso de cavernas com um maior fluxo de visitação, escolher a rota que já esteja mais impactada pelo pisoteamento para delimitação. Nesse planejamento, com a intenção de **minimizar os riscos para os visitantes e evitar danos em áreas frágeis**, devem ser observados os seguintes aspectos:

MINIMIZAR OS RISCOS PARA OS VISITANTES

- Buscar locais de baixo risco ao visitante, mantendo distância segura em relação à borda de desníveis abruptos;
- Evitar locais onde o visitante possa bater a cabeça ou partes do corpo contra as superfícies da caverna;
- Evitar pontos onde existam blocos de rocha ou espeleotemas, com risco de queda, e pontos com risco de deslizamentos de sedimentos ou blocos sobre a trilha;
- Evitar obstáculos, como blocos soltos ou buracos, no leito da trilha para facilitar o caminhamento.

EVITAR DANOS EM ÁREAS FRÁGEIS

- Evitar proximidade da trilha com poças de guano e colônias de morcegos;
- Evitar proximidade ou passagem da trilha por conjuntos de espeleotemas frágeis, procurando caminhos alternativos;
- Evitar proximidade ou passagem por sítios arqueológicos ou paleontológicos;
- Posicionar a trilha de forma que os visitantes não possam tocar feições frágeis, como espeleotemas, painéis de arte rupestre e outras. Quando possível, afastar o limite da trilha pelo menos um metro dessas feições.



A delimitação da trilha pode favorecer aspectos da recuperação natural de cavernas. Na parte esquerda da foto, em área protegida do pisoteamento, nota-se a recomposição de micro-habitats da fauna, enquanto à direita, onde estão os visitantes, nota-se área intensamente pisoteada. Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

FOTO: Luciana Alt.



Exemplos de trilhas delimitadas. Ao se delimitar e implementar uma trilha, é importante prever o mínimo de obstáculos no seu leito, facilitando o caminhar dos visitantes.

(A) e (B) Trilha delimitada com linhas de blocos abatidos na *Carmichael Entrance, Mammoth Cave, Mammoth Cave National Park, EUA*.

FOTOS: Vitor Moura.

(C) Trilha delimitada com fita na *Slaughter Canyon Cave, Carlsbad Caverns National Park, EUA*.

FOTO: Luciana Alt.

Ao planejar o traçado da trilha, é necessário avaliar como o visitante vai enxergar a caverna a partir do leito da trilha, escolhendo boas visadas em direção aos atrativos. Esse ponto é fundamental para proporcionar uma boa experiência ao visitante! É também importante prever alargamentos para parada ou cruzamento de grupos, descanso, pontos para tomadas de fotos e outras atividades presentes na dinâmica de visitação.

Escolha de materiais

Para delimitação de trilhas, devem ser utilizados materiais duráveis, como cordeletes, fitas e fitilhos não biodegradáveis ou materiais inertes ao ambiente cavernícola, como estacas e placas de aço inoxidável (AISI 304). Evitar materiais biodegradáveis, pois sua degradação normalmente gera milhares de fragmentos, que se dispersam na caverna e podem causar impactos estéticos e à fauna. Não utilizar madeira, pois seu uso no ambiente cavernícola é impactante para a fauna, como será explicado em item a seguir.

Escolhendo o tipo de cordelete

Para a delimitação de trilhas em cavernas, uma das técnicas mais práticas e eficientes é o uso de cordeletes de cores vivas. As cores mais visíveis variam de ambiente para ambiente, principalmente em função da cor do piso. Ao escolher a cor você deve buscar uma que crie um contraste com o piso, e seja mais visível. Por exemplo, em pisos escuros, um cordelete amarelo ou verde-limão fica mais visível, mas já em pisos claros um cordelete vermelho-escuro é mais adequado. O ideal é sempre testar antes de comprar uma grande quantidade de cordeletes. Lembre-se que numa mesma caverna podem haver muitas cores de pisos diferentes, em partes diferentes!

Os cordeletes podem ser fixados com blocos abatidos ou com hastes em inox AISI 304. Mas é importante verificar com qual tipo de plástico as fibras do cordelete foram confeccionadas. Alguns plásticos, como o PVC, podem ser danosos ao ambiente cavernícola, por liberar compostos orgânicos voláteis. Os tipos mais indicados de plásticos e os mais comuns no mercado são o polipropileno, poliéster e a poliamida (nylon), como se pode observar na tabela a seguir. Destes, o polipropileno apresenta uma excelente resistência química e o poliéster uma excelente resistência à abrasão, fadiga e tração.

Principais características das fibras utilizadas em cordoarias no Brasil

| CARACTERÍSTICAS | POLIAMIDA (NYLON) | POLIÉSTER | POLIPROPILENO | POLIETILENO | SISAL |
|-----------------------|-------------------|-----------|---------------|-------------|-----------|
| Absorção ao choque | Excelente | Bom | Muito Bom | Razoável | Fraca |
| Resistência à abrasão | Muito Bom | Excelente | Muito Bom | Bom | Excelente |
| Resistência à fadiga | Bom | Excelente | Excelente | Bom | Fraca |
| Resistência à tração | Excelente | Excelente | Muito Bom | Razoável | Fraca |
| Flutuabilidade | Negativa | Negativa | Positiva | Positiva | Negativa |
| Raios UV | Muito Bom | Excelente | Bom | Razoável | Bom |
| Alongamento | Médio | Baixo | Médio | Alto | Baixo |
| RESISTÊNCIA QUÍMICA | | | | | |
| Ácidos | Razoável | Bom | Excelente | Excelente | Fraca |
| Alcalinos | Muito Bom | Razoável | Excelente | Excelente | Fraca |
| Solventes Orgânicos | Muito Bom | Bom | Muito Bom | Muito Bom | Fraca |

ADAPTADO DE: https://www.afipol.org.br/manual_de_cordas.php



Exemplos de uso de materiais inertes para delimitação de trilhas no interior de cavernas:

(A) Hastes em aço inox AISI 304, com uma dobra em forma de argola, na ponta, para a passagem do cordelete.

(B) Placa de sinalização em chapa dobrada de aço inox AISI 314, com refletivo adesivo. Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

(C) Trilha delimitada com blocos de rocha e cordelete, na Gruta do Castelo, PARNA Chapada Diamantina, BA.

FOTOS: Luciana Alt.

É fundamental **realizar monitoramento contínuo da trilha delimitada**, observando se está ocorrendo a degradação dos materiais usados. Observe se, por exemplo, os materiais estão sendo fragmentados por animais (roedores, insetos e outros), se estão favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, soltando resíduos ou corantes, ou se estão aderidos a espeleotemas em processo de formação ativa, etc. Caso se observem problemas, substituir os materiais com agilidade.

Cuidados práticos a serem tomados na delimitação das trilhas em cavernas:

- Ambos os lados da trilha devem ser delimitados de forma a não gerar dúvida sobre o caminho a seguir;
- Prever o mínimo de obstáculos ao longo da trilha, retirando pequenos blocos, para que a trilha delimitada seja o caminho mais fácil e óbvio para o visitante;
- Evitar formas de marcação que possam, futuramente, ser confundidas com vestígios arqueológicos (alinhamentos de pedras). Nunca modificar o posicionamento original de blocos em sítios arqueológicos. Ao delimitar trilhas com blocos, use aqueles que estão fora de seu contexto original ou localizados no leito da futura trilha;
- Nunca usar fragmentos de espeleotemas para delimitação de trilha;
- Em áreas com espeleotema em formação, deve-se tomar muito cuidado para evitar que os elementos de delimitação sejam aderidos às superfícies que se pretende proteger;

- Dar preferência por amarrar fitas, fitilhos e cordeletes em blocos de rocha ou estacas de aço inox, espaçados entre si;
- Evitar que fitas, fitilhos e cordeletes toquem o chão, pois assim se sujam, assumindo a mesma cor do piso, o que dificulta sua visualização e pode reduzir sua durabilidade.

Infraestrutura de proteção e visitação

Este tipo de infraestrutura é constituído pelo conjunto de elementos construídos em uma caverna para facilitar a visitação turística, possibilitando o caminhamento com conforto e segurança para os visitantes. Ao mesmo tempo, essa infraestrutura deve ter como objetivo a proteção dos atributos, como espeleotemas e depósitos sedimentares, evitando impactos. As infraestruturas mais comuns são pontes, sistemas de passarelas, plataformas suspensas, calçamentos, bancos, sistema de iluminação artificial, entre outros. Em algumas cavernas, todo o roteiro de visitação ocorre sobre a infraestrutura construída, como na Gruta Rei do Mato, MG. Entretanto, na maioria das grutas turísticas brasileiras, existem infraestruturas em apenas trechos específicos, de forma que, na maior parte dos circuitos de visitação, caminha-se diretamente sobre o piso natural da caverna.

Como já foi ressaltado, **cavernas são ambientes muito frágeis, únicos, onde quase sempre os danos causados são irreversíveis**. Planejar e implementar infraestruturas em ambientes com essas características requer uma série de cuidados para que sejam evitados danos durante as etapas de implementação, operação e manutenção de tais estruturas.



(D) Hastes de aço AISI 314 com cordelete de poliéster e fita de marcação de ponto de monitoramento fotográfico, na Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

(E) Trilha delimitada com cordelete, na Gruta do Baú. Fazenda Gruta do Baú, APA Carste de Lagoa Santa, MG.

(F) Trilha delimitada com fitilho e placas de sinalização, na Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

FOTOS: Luciana Alt.

Conceitualmente, deve-se buscar a **preponderância visual dos elementos naturais, e não da infraestrutura, que deve causar o mínimo impacto visual e paisagístico possível**. Ao planejar a infraestrutura de uma caverna é necessário estar atento ao local de instalação, segurança do visitante, tipo de material a ser utilizado, técnicas construtivas, o planejamento do canteiro de obras, entre vários outros detalhes, conforme será exposto a seguir.

Planejar o melhor local para instalação de uma infraestrutura e definir a tipologia e materiais a serem adotados exige a análise multidisciplinar de atributos da caverna, bem como o levantamento topográfico preciso dos locais de instalação. Esse planejamento pode ocorrer durante ou após a realização de um PME, devendo, preferencialmente, ser guiado pelo zoneamento ambiental da caverna. É sempre necessária a busca em **gerar mínimo im-**

pacto sobre os atributos físicos e bióticos do ambiente cavernícola. Também é importante **buscar a menor alteração visual possível**, lembrando que o atrativo principal é o patrimônio natural e cultural, não a infraestrutura!

É na etapa de implementação da infraestrutura que a caverna fica vulnerável à ocorrência de maiores danos. O projeto arquitetônico da infraestrutura pode demandar a quebra intencional de feições (espeleotemas), a escavação de depósitos sedimentares, a desobstrução de condutos, entre outros, para viabilizar a instalação da infraestrutura. Entretanto, essas opções, que implicam em danos irreversíveis, deveriam ser as últimas a serem tomadas, apenas quando forem estritamente necessárias e embasadas em estudos técnicos de qualidade. Portanto, é ainda na etapa anterior, de planejamento, que muitos danos potenciais podem ser avaliados e evitados.



Rampas de acesso ocupam quase todo o piso da zona de entrada, na *Carlsbad Cavern*. *Carlsbad Caverns National Park*, EUA.

FOTO: Luciana Alt.

Temos que evitar danos ao planejar e implementar a infraestrutura, e promover ações de recuperação!

Na Gruta Rei do Mato, um belo conjunto de cortinas e estalactites, muito possivelmente, foi quebrado para instalação da passarela, em fins da década de 1980. Essa quebra poderia ter sido evitada, escolhendo-se um outro traçado para a passarela.



Diversos espeleotemas possivelmente quebrados (estalactites e colunas) para a instalação de passarela na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTO: Luciana Alt.

A desobstrução de condutos ou mesmo a abertura de entradas artificiais geralmente alteram todo o microclima e dinâmica de circulação de ar de uma caverna, afetando seu ecossistema. Um interessante exemplo de monitoramento e recuperação ambiental, com foco no fluxo de ar na caverna, tem sido realizado na *Mammoth Cave*, a mais extensa caverna do mundo. No passado foram abertas entradas artificiais para viabilizar diferentes circuitos de visitação nessa caverna. Hoje, com o aumento do conhecimento sobre seu ecossistema, e visando recuperar condições ambientais originais da caverna, foi instalado um portão com aberturas que buscam restabelecer o fluxo original de ar.

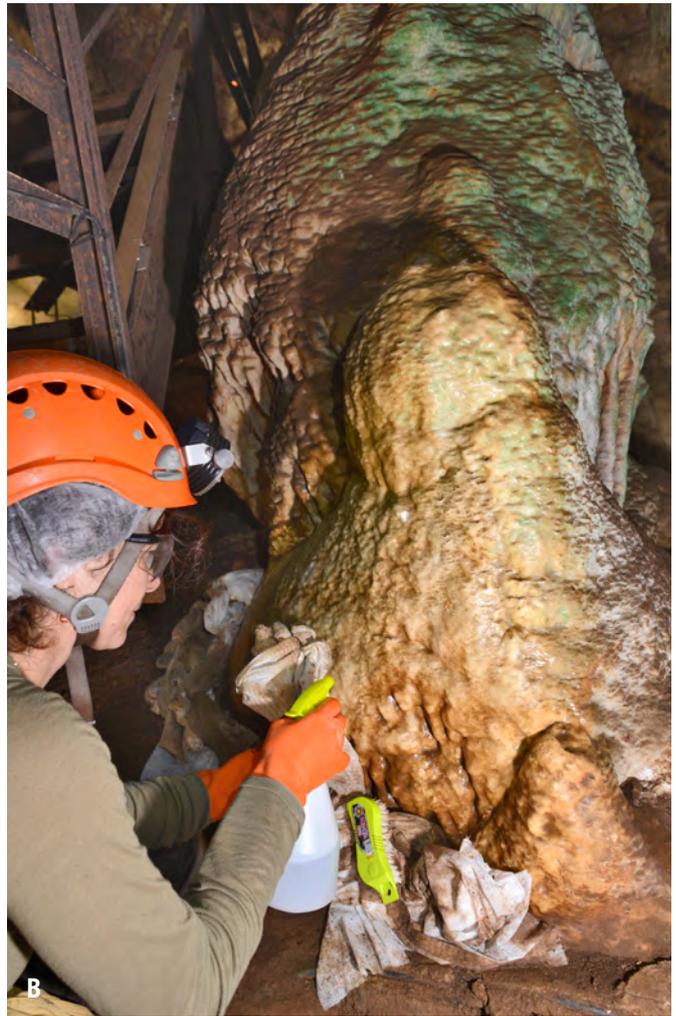
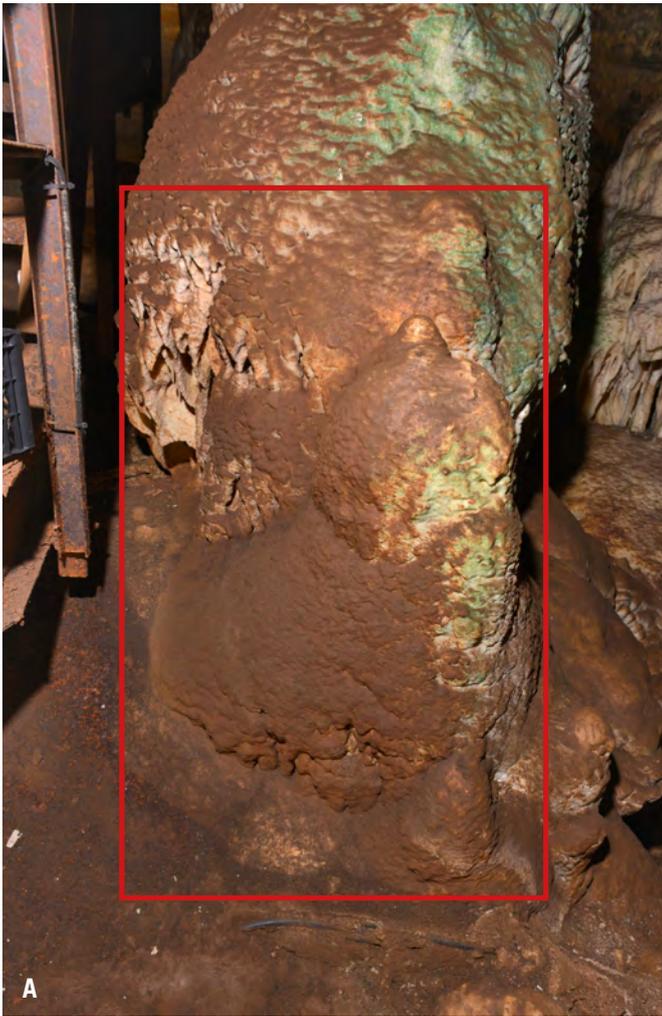


Portão principal de acesso à *Mammoth Cave*, com placas em policarbonato transparente, fechando parcialmente o vão do conduto, para restabelecimento do fluxo de ar próximo ao original. *Mammoth Cave National Park*, EUA.

FOTO: Vitor Moura.

Para saber mais:

- <https://www.nps.gov/macn/learn/nature/air-quality.htm> 

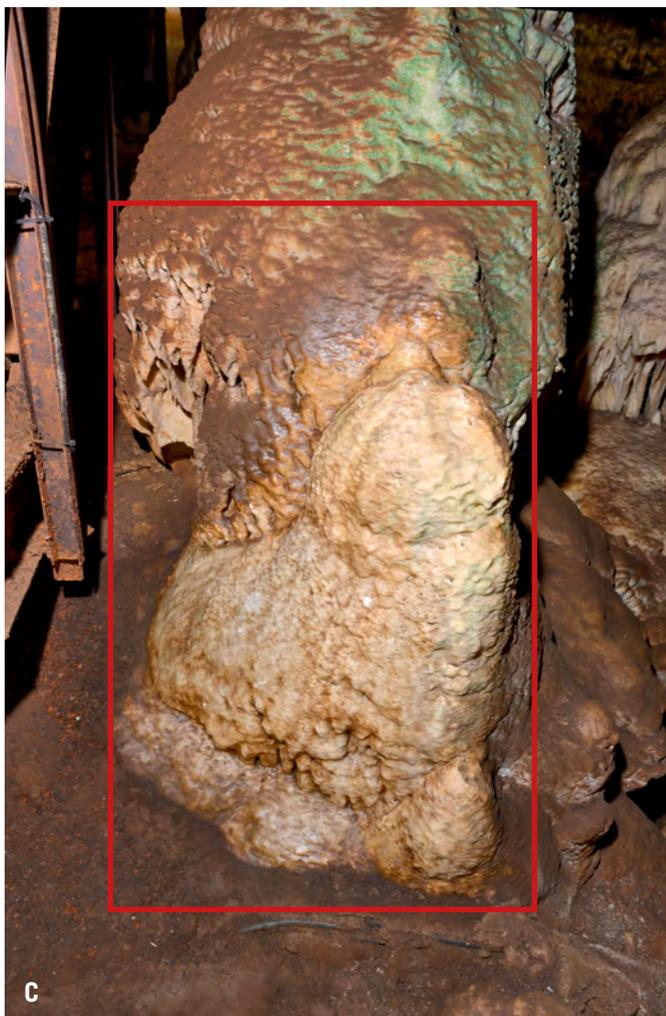


(A), (B) e (C) Restauração parcial de espeleotema na Gruta Rei do Mato para remoção de óxido de ferro proveniente da degradação da passarela. MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTOS: Luciana Alt e Vitor Moura.

A infraestrutura deve ser sempre planejada e implementada com uso de materiais inertes ao ambiente cavernícola, tais como aço inoxidável, AISI 304 ou superior, e elementos de concreto armado, cuidadosamente planejados e instalados de forma reversível. Um exemplo de forma reversível de instalação de um piso de concreto na caverna é isolar seu contato direto com sedimentos ou espeleotemas, com uso de um leito de areia ou camada de lona plástica.

Quando esse planejamento não ocorre, a degradação da infraestrutura gera danos acumulativos no ambiente, como pode ser observado na Gruta Rei do Mato, onde foi instalado um sistema de passarelas em aço comum. Atualmente, existem trechos desse sistema em processo de corrosão avançada, liberando placas e fragmentos menores de óxido de ferro, que se acumulam nas bases e entorno das passarelas. Esse óxido tem alto poder de tingimento, e quando entra



em contato com os espeleotemas, especialmente os ativos, é incorporado às camadas de calcita de forma irreversível, gerando a perda de sua beleza cênica e comprometendo a atratividade da caverna.

Nesse caso, uma escolha ruim, com uso de material que se degrada rapidamente, gerou um grave problema de manutenção dessas infraestruturas. No ambiente externo, numa estrutura de aço corroída, seria realizada a lixagem, para remoção de ferrugem, seguida da aplicação de fundos anticorrosivos e pintura. Entretanto, numa caverna, o uso dessas técnicas e materiais é inadequado, pois iria gerar impactos sobre o meio físico e biótico. A lixagem gera ruído elevado e pode espalhar material particulado para amplas áreas, ampliando o tingimento de espeleotemas pelo óxido de ferro. A aplicação de fundos anticorrosivos e pintura libera solventes voláteis, que podem potencialmente afetar a fauna cavernícola.

(D) Remoção de placas e fragmentos menores de óxido de ferro provenientes da degradação da estrutura de aço comum usada na passarela da Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

FOTO: Luciana Alt.



Remoção parcial de fragmentos de madeira, provenientes da degradação de passarela, na Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG. Ação realizada durante o Curso Internacional de Conservação e Restauração de Cavernas, 2014.

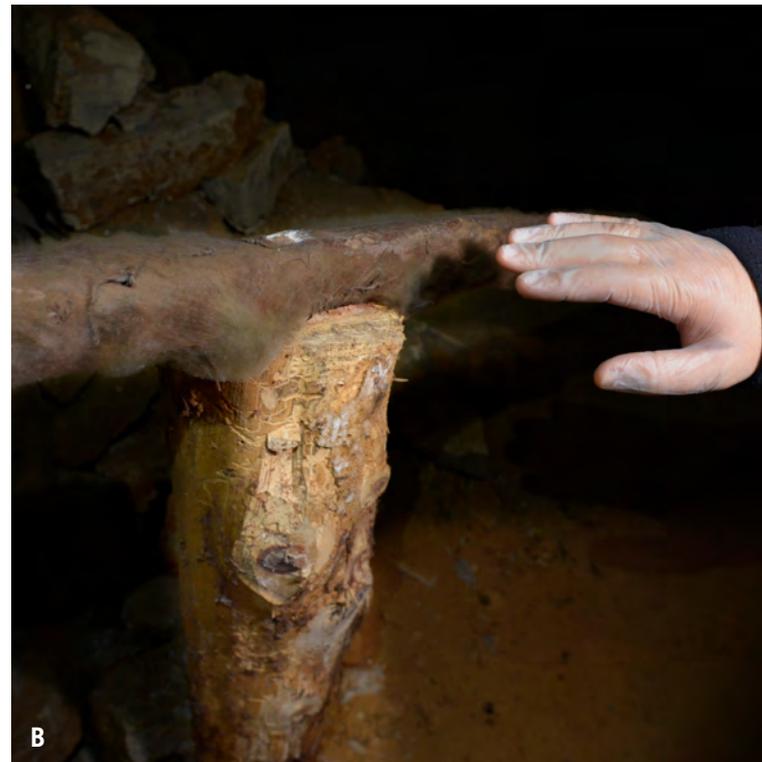
FOTOS: Luciana Alt.

Um material muito utilizado em infraestrutura de cavernas turísticas brasileiras é a madeira. Apesar das facilidades para sua obtenção, qualidades estéticas, trabalhabilidade e versatilidade, esse material não é inerte e pode trazer sérios problemas ao ambiente cavernícola. Como as cavernas geralmente são ambientes com umidade relativa do ar elevada, quase ao ponto de saturação, a madeira absorve água, torna-se um microambiente ideal para o desenvolvimento de fungos e bactérias, que a degradam, quebrando-a em milhares de fragmentos. Muitos desses microrganismos podem ter origem exógena (externa) podendo ter sido transportados junto da própria madeira ou pelos visitantes. Em um ambiente com poucos recursos tróficos (alimento para a fauna), a madeira artificialmente introduzida passa a ser um atrativo, interferindo na dinâmica e distribuição espacial da fauna. Em muitos casos, exemplares da fauna cavernícola podem ser atraídos para locais onde correm mais risco de pisoteamento, ou seja, para o local de maior fluxo de visitantes.

(A) Acúmulo de fragmentos de madeira degradada, em avançado processo de decomposição, provavelmente originada de antiga infraestrutura, na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

(B) Antigo corrimão em madeira, provavelmente instalado em meados do século XX, apresentando densa colonização por fungos e microrganismos. *Floyd Collins Cristal Cave, Mammoth Cave National Park, EUA.*

FOTOS: Luciana Alt.



É importante planejar e avaliar os impactos dos métodos de instalação!

Na etapa de planejamento da infraestrutura, é necessário avaliar previamente como será a execução em campo e quais serão os impactos decorrentes dessa instalação. Como exemplo fictício, temos duas opções para a implementação de um sistema de passarelas metálicas:

Opção 1 – sistema executado com peças cortadas e soldadas no local, ou seja, no interior da caverna;

Opção 2 – sistema planejado em módulos, que sejam soldados fora da caverna e apenas aparafusados em seu interior.

Qual dessas opções causaria menos impactos ao ambiente cavernícola?

A opção 2 é, certamente, menos impactante para o ambiente cavernícola. Nessa opção evita-se o corte e soldagem de peças metálicas no interior da caverna, o que geraria impactos como: ampliação do pisoteamento (devido à movimentação intensa e duradoura de equipamentos e trabalhadores), geração de ruídos, alterações no microclima (aumento de temperatura e diminuição de umidade relativa do ar) e emissão de gases potencialmente danosos à fauna, dispersão de resíduos, como aparas de metal, material particulado e resíduos de solda.

O planejamento da infraestrutura deve considerar adequadamente o canteiro de obras. Preferencialmente, esse local de trabalho deve ser instalado fora da caverna, evitando-se a todo custo contaminações da água e solo por efluentes sanitários e resíduos sólidos. Se o canteiro de obras se localizar no interior da caverna, por motivos técnicos, os cuidados têm que ser redobrados. Nesse caso, estruturas de apoio, como áreas de refeição e banheiros, devem se localizar em área externa, tomando-se os devidos cuidados.

Para o planejamento da obra, é fundamental uma avaliação prévia de impactos, baseada nas técnicas construtivas a serem adotadas, visando responder às questões a seguir:

- Quais serão as técnicas utilizadas para a instalação da infraestrutura?
- Que tipo de material construtivo e equipamentos serão necessários para instalação da infraestrutura?

- Como serão transportadas as peças e material para o interior da caverna?
- Se for necessário pisar sobre feições frágeis nesse processo, será possível protegê-las?
- Onde será armazenado o material construtivo? Se for armazenado dentro da caverna, quais serão as condições para evitar impactos?
- É possível montar proteções temporárias para evitar a dispersão de resíduos, decorrentes por exemplo da mistura de concreto, ou quando o uso de equipamentos como esmerilhadora ou lixadeira forem estritamente necessários?

Em alguns casos, como uma obra observada no interior da *Mammoth Cave*, foram tomados diversos cuidados para controle de impactos, com proteção de depósitos sedimentares e barreiras temporárias para evitar dispersão de material particulado.



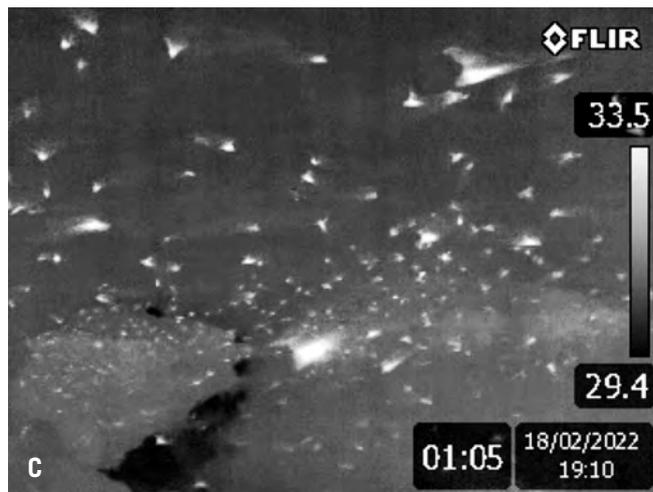
(A), (B) e (C) Aspectos de canteiro de obras de implementação de infraestrutura, no interior da *Mammoth Cave*, com estruturas temporárias em plástico transparente para proteção de feições da caverna ou para evitar a disseminação de contaminantes. *Mammoth Cave National Park*, EUA. FOTOS: Luciana Alt.



A



B



C

(A) Colônia de morcegos *Phyllostomus discolor*, na Furna Feia. PARNA da Furna Feia, RN.
fotos: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(B), (C) e (D) Imagens infravermelhas dos morcegos em voo (pontos brancos) no interior da Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN. Foram analisadas as rotas de fluxo de morcegos nos condutos para definir qual o melhor local para instalação da infraestrutura.

FOTOS OBTIDAS A PARTIR DE VÍDEO CAPTADO POR: Narjara Pimentel.



D

Algumas cavernas turísticas exigem cuidados específicos em relação ao planejamento e implementação da infraestrutura de proteção e apoio à visitação. Um exemplo dessa condição é a Furna Feia, no Parque Nacional da Furna Feia, estado do Rio Grande do Norte. Essa caverna abriga a maior colônia conhecida no mundo da espécie de morcego *Phyllostomus discolor*, sendo também classificada como uma *batcave*. Os morcegos habitam o nível inferior da caverna e saem todas as noites para se alimentar. As áreas de interesse para a atividade turística se localizam no nível superior da caverna e são usadas também pelos morcegos para acesso ao ambiente externo, onde se alimentam. Em 2022, foi planejada a infraestrutura para permitir a visitação em parte da caverna, constituída de um sistema de passarelas modular, em aço inoxidável, que será confeccionado no ambiente exterior e apenas aparafusado na caverna, gerando uma montagem relativamente rápida e de mínimo impacto.

Para realizar esse planejamento, foi fundamental analisar as rotas de fluxo de morcegos na caverna, por meio de filmagem com câmeras térmicas e análise da concentração de manchas de guano no piso. Foram selecionados locais para instalação da infraestrutura fora dos setores do conduto que abrigam maior fluxo de morcegos.

Com o objetivo de controlar os impactos sobre os morcegos, optou-se por não utilizar chapas metálicas no piso das passarelas, que causariam ruído com o caminhar dos visitantes. Também foi evitado o uso de elementos, como cabos de aço ou barras finas para a vedação dos guarda-corpos, pois são de difícil detecção pelos morcegos em voo, o que poderia ocasionar colisões com a infraestrutura. Outro ponto de preocupação, em relação ao planejamento da implementação, é que esta etapa precisará ser rápida e objetiva, realizada fora dos períodos de maternidade da colônia e, de preferência, quando os morcegos estiverem fora da caverna, ou seja, à noite.

Portanto, planejar e implementar uma infraestrutura de proteção e visitação, que seja adequada para uma caverna e minimamente impactante, requer o conhecimento aprofundado desse ambiente, o levantamento e análise de possíveis impactos por equipe multidisciplinar e o planejamento cuidadoso das etapas de execução e manutenção da infraestrutura. Nesse contexto, o monitoramento ambiental antes, durante e depois da instalação da infraestrutura é fundamental. Esse monitoramento permite a construção do conhecimento sobre o ambiente e sua relação com a infraestrutura, fundamentando escolhas na etapa de planejamento e possibilitando a definição de medidas de controle e mitigação de impactos durante a etapa de implementação. Um monitoramento contínuo permite ainda realizar ajustes e a definição de estratégias de manutenção durante toda a etapa de utilização da infraestrutura.



Remoção de sujidades sobre espeleotemas, Curso Módulo 1,
Lapa Doce/APA Marimbus Iraquara, Iraquara, BA.

foto: Luciana Alt.

CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS: CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Em termos gerais, conservar um bem é definir e implementar medidas que impeçam a sua deterioração. Esse conceito é aplicado, por exemplo, a bens do patrimônio cultural, como uma igreja ou casa antiga. Mas considerando os bens do patrimônio natural, a conservação ganha um significado mais amplo. Segundo a Lei N° 9.985, de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – Snuc, conservação da natureza é realizar o “[...] manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu po-

tencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras [...]”.

Para uma caverna, conservar inclui planejar e implementar um conjunto de ações visando a manutenção dos seus atributos e condições ambientais ou sua restauração para condições mais próximas ao original, ou seja, para minimização de alterações antrópicas (causadas pelo ser humano) observadas. **Mas o principal desafio das ações de conservação de cavernas é evitar novos danos, problemas ou impactos ao ambiente cavernícola.**

Uma publicação considerada referência para a conservação e restauração de cavernas, o livro “*Cave Conservation and Restoration*”, coloca os seguintes objetivos e conceitos:

O primeiro objetivo na conservação de cavernas é evitar a criação de novos problemas. Primeiro, não cause danos - *primum non nocere*. Avalie a situação de todos os ângulos e consulte espeleólogos treinados antes de se lançar em qualquer esforço de conservação das cavernas. Antes de decidir como mudar, consertar, limpar ou remediar o problema em uma caverna, certifique-se de explorar abordagens, pesquisar as práticas atuais de gestão e coletar informações sobre materiais que são razoavelmente seguros para uso a longo prazo em cavernas. Não existem dois sistemas de cavernas iguais e as demandas por proteção variam enormemente. Avalie cada caverna individualmente e evite tomar decisões padronizadas. Para qualquer ação em uma caverna, não crie novos danos. Isso, às vezes, significa não fazer nada [...]. A demanda por proteção imediata de recursos é muito importante para a conservação a longo prazo. Muitos sistemas de cavernas são extremamente sensíveis aos impactos humanos. [...] O corpo de conhecimento em espeleologia está se expandindo rapidamente com novas informações, obtidas com uso de novas tecnologias. [...] Como novos fatos científicos são integrados ao gerenciamento de cavernas, as melhores práticas de conservação evoluem continuamente. As melhores práticas atuais na conservação e gestão de cavernas não são um produto final, mas, sim, um processo consciente de definição e aprimoramento de padrões. [...] Boas práticas para proteção de cavernas e dos recursos cársticos não são prescrições aplicáveis para todas as situações. (HILDRETH-WERKER, 2006, p. 17-18)

Link para baixar o livro, em inglês, versão completa: <https://caves.org/wp-content/uploads/2022/06/CCR-Book.pdf> 

Pode ser entendida como ação de conservação a delimitação de uma trilha, uma vez que evita danos dispersos na caverna, como já foi explicado. A remoção de resíduos, de sujidades ou de pichações é outro exemplo de ação de conservação, aplicada diretamente sobre um ou mais atributos de uma caverna para remover determinado elemento exógeno adicionado, de forma não natural.

Para cada uma dessas ações de conservação existem cuidados específicos a serem tomados para se evitar a criação de novos danos à caverna, que serão abordados

mais adiante. **Ações de conservação executadas com técnicas inadequadas, ou que não levem em conta as especificidades locais, podem ser extremamente danosas.** Podem, mesmo repletas de boas intenções, amplificar o dano existente. Cada caverna ou mesmo diferentes locais em uma caverna podem demandar diferentes técnicas e metodologias de conservação.

Por isso, antes de iniciar qualquer ação de conservação, é fundamental avaliar o problema que se deseja resolver (remoção de pichações, por exemplo) sobre o prisma de diferentes especialidades do conhecimento.

Cuidados ao planejar e implementar ações de conservação em cavernas

- Buscar o conhecimento das melhores técnicas vigentes;
- Avaliar a aplicabilidade e viabilidade dessas técnicas em relação às condições específicas da caverna;
- Levantar previamente os possíveis impactos decorrentes das ações de conservação para outras disciplinas (por exemplo: como a remoção de pichações pode afetar elementos do patrimônio arqueológico ou do meio biótico);
- Planejar o uso de materiais seguros e inertes para a caverna;
- Em caso de incertezas, abortar a ação pode ser mais coerente do que a possibilidade de amplificar um dano.

Depois de avaliar todas essas questões e de dimensionar o tempo, equipe e organização logística necessárias, deve ser elaborado um projeto de conservação, a ser analisado pelos órgãos ambientais e patrimoniais competentes. Só aí, depois de muito planejamento e conhecimento adquirido, inicia-se uma ação de conservação.

Como elaborar um projeto de conservação de cavernas

Para estruturar um projeto de conservação de cavernas, é preciso conhecer, sob diferentes ângulos, os problemas que estão afetando a caverna e que serão alvo de ações de conservação. Ao mesmo tempo, é preciso compreender a dinâmica ambiental da caverna para que as ações de conservação sejam planejadas e realizadas sem provocar novos danos ao ambiente. Assim, **o primeiro passo do projeto é o diagnóstico e a caracterização interdisciplinar do meio físico, biótico e socioeconômico, acompanhados de uma avaliação preliminar de impactos.**

Com base nesse diagnóstico, parte-se para o **segundo passo, que é o planejamento do sistema de monitoramento ambiental da caverna.** Lembrando, sempre, que o monitoramento deve ser realizado antes, durante e após a ação de conservação da caverna. Para que o monitoramento seja efetivo, é necessário que se concentre em aspectos relevantes e relacionados às ações de conservação, por exemplo:

- Áreas com diferentes tipos de danos a serem recuperados;
- Atributos frágeis, que podem eventualmente ser impactados pelas ações de conservação;
- Áreas e atributos sensíveis à mobilização e desmobilização de infraestrutura de apoio – andaimes, plataformas e outros, necessários para as ações de conservação.

Por exemplo, se houve a abertura não autorizada de uma nova entrada na caverna, será importante monitorar o microclima, entre outros aspectos. Entretanto, se o dano a ser recuperado forem pichações, pode não ser relevante realizar o monitoramento microclimático. O monitoramento é a ferramenta mais eficiente para atestar a eficácia das ações de conservação, e também para assegurar que o próprio pro-

jeto não cause danos adicionais à cavidade. Esse monitoramento precisa ser robusto e consistente, mas, ao mesmo tempo, o mínimo necessário para evitar a geração de novos danos, como a coleta excessiva de fauna, a ampliação da área abrangida por pisoteamento, entre outros.

Vale destacar que uma ação de conservação não deve ser repetida infinitamente em uma mesma caverna, como, por exemplo, se estivéssemos limpando uma casa, uma cozinha ou um banheiro. Pois trata-se de um ambiente muito frágil e vulnerável a alterações ambientais. É fundamental minimizar e controlar o impacto na fonte, antes de começar projetos de recuperação ambiental, sendo o monitoramento uma ferramenta importante para dar suporte à decisão quanto ao momento ideal para se iniciar o projeto.

O terceiro passo é o planejamento das ações de conservação. Nesse passo, devem constar a metodologia, a descrição das técnicas e os materiais a serem utilizados para atingir os seguintes objetivos:

- Reparação/mitigação dos danos. As técnicas devem ser definidas em função das características ambientais locais e dos tipos de superfícies a serem reparados (friável, resistente, porosa, frágil, etc.). Vale lembrar que um mesmo tipo de dano (ex.: sujidades) pode requerer técnicas de conservação diferentes, a depender das características da superfície de suporte (friável ou resistente). Devem ser sempre utilizadas técnicas de mínimo impacto, internacionalmente reconhecidas (melhores práticas vigentes);
- Proteção da fauna cavernícola, definindo medidas que evitem alterações em sua dinâmica antes, durante e após a intervenção;
- Proteção do local a ser restaurado, do seu entorno e dos acessos, evitando impactos à caverna e riscos à equipe.

Precisa ser previamente avaliada a possibilidade de danos relacionados a todas as etapas do projeto de conservação, incluindo a mobilização e desmobilização de infraestrutura de apoio (andaimes, plataformas ou outros). Essa avaliação pode definir se a ação de recuperação pretendida deve ou não ser realizada.

Passos metodológicos de um Projeto de Conservação de cavernas

Na descrição metodológica das ações de conservação, devem ser definidos os seguintes aspectos:

- Tempo estimado para a realização do projeto;
- Técnicas e materiais a serem utilizados para atingir os objetivos do projeto e não causar novos danos à caverna;
- Treinamento preliminar da equipe, de acordo com as melhores práticas vigentes em conservação;
- Escolha da estação do ano em que serão realizadas as atividades, em função de sazonalidade de fauna, umidade relativa, acúmulo de água, etc., visando evitar a geração de novos danos pelo próprio projeto;
- Local e métodos de armazenamento de equipamentos e produtos necessários à ação de conservação, evitando impactos à caverna;
- Seleção de fontes de água para uso nas ações de conservação, de forma a evitar a contaminação química e microbiológica das superfícies-alvo do projeto e evitar contaminação cruzada entre superfícies. Poças de água isoladas na caverna (microtravertinos e outros) são muito vulneráveis a esses tipos de alterações (BOSTON *et al.*, 2006);
- Local e métodos de descarte de resíduos sólidos e da água utilizada no projeto.

O quarto passo seria a elaboração e encaminhamento do projeto para análise pelos órgãos ambientais e patrimoniais competentes para que, por fim, chegue-se ao quinto passo que seria a implementação efetiva do projeto de conservação na caverna.

Vale lembrar que ações de recuperação inadequadas ou mal planejadas podem facilmente agravar os danos na caverna. Cada caverna é diferente. Soluções padronizadas podem não funcionar.

PRINCIPAIS ETAPAS DE UM PROJETO DE CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS





Curso Módulo 1 - Atividade prática de remoção de pichações, realizada na entrada principal da Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.
foto: Luciana Alt.



Curso Módulo 1 - Atividade prática de remoção de pichações, realizada na entrada principal da Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.
foto: Luciana Alt.

NOÇÕES SOBRE O USO DE TÉCNICAS DE MÍNIMO IMPACTO EM AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS

Partindo do ponto fundamental: NÃO CAUSAR DANOS, todas as ações de conservação e recuperação devem ser previamente planejadas e desenvolvidas com uso de técnicas de mínimo impacto internacionalmente reconhecidas. No que diz respeito à caverna, são importantes aspectos como o prévio conhecimento das fragilidades (físicas, bióticas e do patrimônio cultural) e de condições específicas, tais como presença de água, riscos e dificuldades de percurso. Em relação às equipes, é fundamental o treinamento prévio, uso correto de iluminação e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), planejamento de atividades e deslocamentos em pequenos grupos. Ao desempenhar os trabalhos de conservação, é importante o uso de técnicas não destrutivas, produtos inertes e não tóxicos, que causem mínimo impacto para a biota cavernícola, espeleotemas, depósitos sedimentares e corpos de água no interior ou proximidade das cavernas e sistemas associados.

As principais ações de conservação realizadas nos

cursos e que serão abordadas a seguir são: remoção de sujidades de espeleotemas, remoção de pichações e remoção de resíduos sólidos.

Remoção de sujidades de espeleotemas

Em cavernas, são consideradas sujidades os elementos adicionados de forma não natural à superfície de espeleotemas ou a superfícies rochosas. Em cavernas turísticas, as fontes e tipos de sujidades são bastante variados.

São consideradas sujidades, por exemplo, os sedimentos provenientes de outras cavernas, do ambiente exterior ou de outros locais da mesma caverna, adicionados por meio de toque, pisoteio, contato com equipamentos sujos, pelo fluxo induzido de água ou por outros meios à superfície de espeleotemas. Outros exemplos de sujidades são:

- Material particulado exógeno, proveniente de fontes poluidoras, no entorno da caverna,

que pode ser transportado pelo ar e depositado em várias superfícies;

- Organismos fotossintetizantes, que crescem em função da introdução de iluminação artificial;
- Materiais particulados da própria caverna, por exemplo sedimentos finos, que entram em suspensão no ar, em função do pisoteamento, e se depositam sobre espeleotemas;
- Resíduos de material de construção (natas de cimento que escorrem durante a obra e

se aderem a espeleotemas), resíduos de materiais metálicos e madeira.

Cada tipo de sujeidade pode apresentar grau distinto de aderência à superfície de espeleotemas em função da sua composição físico-química e/ou da própria dinâmica de formação do espeleotema. Será aqui abordada apenas a remoção de sujidades de baixa aderência aos espeleotemas, como sedimentos e material particulado composto basicamente por sedimento remobilizado ou por contaminantes exógenos.

Exemplos de diferentes tipos de sujidades, de baixa aderência a superfícies, na linha superior, e de alta aderência, na linha inferior:



(A) Sedimentos, adicionados por meio de pisoteamento, sobre represa de travertino na Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.

(B) Material particulado exógeno, depositado sobre microtravertinos, na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

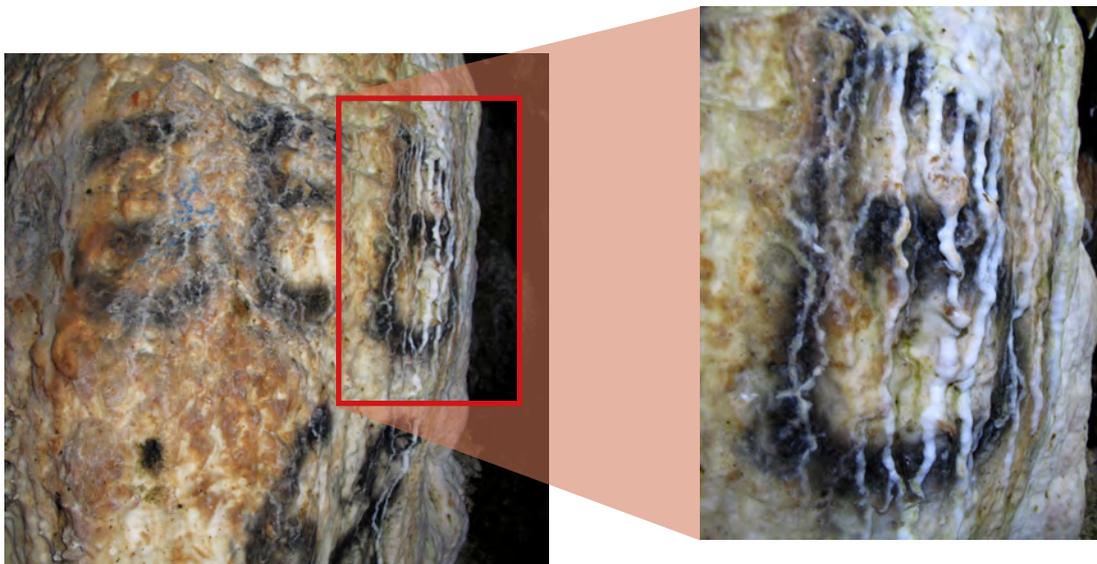
(C) Placas de óxido de ferro, provenientes da degradação da estrutura em aço comum, preenchendo represas de travertino, na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

(D) Mancha de óxido de ferro oriunda da degradação do sistema de passarelas sobre espeleotema na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

(E) Organismos fotossintetizantes sobre estalactites e cortinas na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

(F) Cimento branco misturado com sedimento (manchas de coloração marrom), aplicado aparentemente visando ocultar pichações e ampliando danos ao espeleotema, na Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG.

FOTOS: Luciana Alt.



Pichação, provavelmente feita em 1968, sobre espeleotema ativo, na Lapa da Deuza, Vazante, MG. Nota-se que a tinta *spray*, de cor preta, está sendo gradativamente encoberta e encapsulada, por novas camadas de calcita.

FOTOS: Luciana Alt e Vitor Moura.

Vale lembrar que a remoção de sujidades é uma atividade muito lenta, meticulosa, financeiramente dispendiosa, e que, se não realizada de forma correta, por uma equipe treinada e sob supervisão de responsáveis experientes, pode causar danos às superfícies que se pretende recuperar, tais como abrasão, decapamento e fragmentação da superfície. **Lembre-se de que é fundamental evitar a geração de novos danos à caverna!**

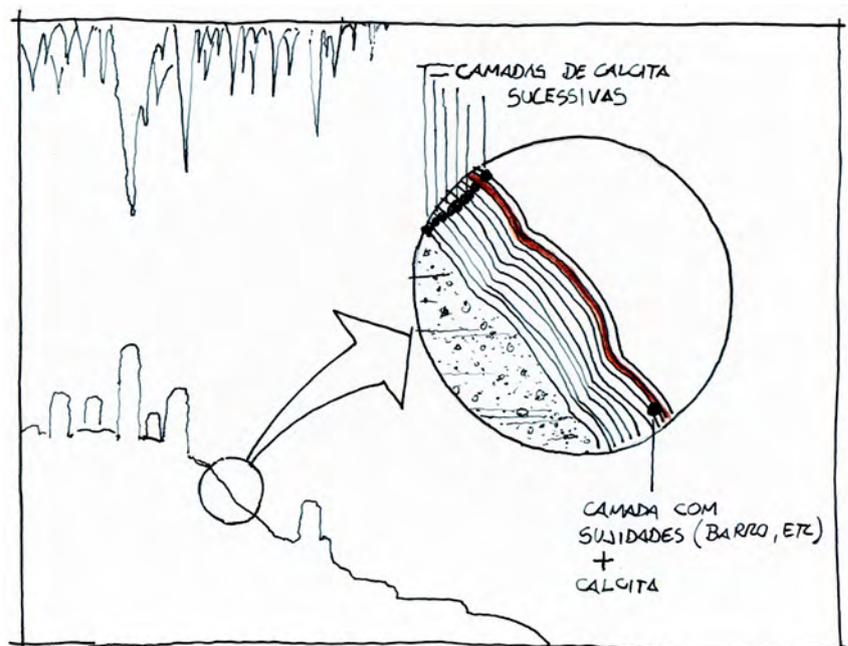
Uma vez que as cavernas são frágeis e as ações de conservação são intervenções antrópicas que podem potencialmente causar danos, é importante ter

como premissa o controle de impactos na fonte (ex.: poluição atmosférica), antes do início das ações de conservação. Não se deve, por exemplo, remover frequentemente material particulado (poeira) sobre espeleotemas, se a fonte de poluição não foi controlada.

Outra importante questão é que, quando essas sujidades são adicionadas a espeleotemas em processo de formação ativa, muitas vezes adquirem aderência físico-química à formação rochosa, ou são encapsuladas pela deposição de novas camadas de calcita, levando a um impacto irreversível. Nesse caso, não deve ser realizada tentativa de remoção das sujidades.

Desenho esquemático mostrando um conjunto de espeleotemas ativos e um corte ampliado de uma porção do escoamento, no piso. Nessa ampliação, vemos a deposição sucessiva de camadas de calcita. Entre essas camadas, nota-se uma de cor marrom contendo sujidades, como barro transportado nos calçados de visitantes. Observe que uma nova camada de calcita foi depositada acima dessa camada com sujidades. Isso “aprisiona” as sujidades no espeleotema, tornando o dano irreversível e podendo alterar de forma permanente a sua coloração.

ILUSTRAÇÃO: Vitor Moura.



Planejamento da atividade

Antes de iniciar a atividade de remoção de sujidades, é necessário realizar um planejamento metódico, baseado no levantamento em campo das características locais e do tipo de sujidade a ser removido. O local de intervenção deve ser analisado, observando se existe a presença de aspectos como:

- Elementos de relevância patrimonial, como vestígios arqueológicos ou paleontológicos, e fauna endêmica;
- Riscos potenciais à equipe, tais como desníveis abruptos, possibilidade de queda ou deslizamento de blocos, presença de animais peçonhentos, entre outros;
- Riscos de danos a outros atributos da caverna, como a um espeleotema frágil, decorrentes da movimentação da equipe.

Deve ser avaliado o grau de fragilidade e características da superfície a ser trabalhada, sendo levantadas as técnicas de conservação a serem utilizadas em cada situação ou contexto diferente levantado. Leve sempre em conta que uma ação de conservação mal executada pode agravar o dano, ampliando a área de alteração superficial ou degradando de forma irreversível a superfície que se pretende restaurar. Quando se tratar de superfícies porosas e friáveis, ou de extrema fragilidade, o melhor para sua proteção geralmente é **não realizar a ação de conservação**.

Uma ação de conservação mal planejada pode causar alterações significativas em áreas relevantes para a fauna cavernícola, ou pode vir a destruir um bem patrimonial que não tenha sido identificado previamente por uma equipe qualificada, como uma pintura rupestre, por exemplo. Vale lembrar que apenas conservadores e restauradores profissionais, acompanhados de arqueólogos, podem atuar em sítios arqueológicos. Em cavernas, o ideal é que o local a ser recuperado passe por avaliação criteriosa por equipe multidisciplinar, e que sejam definidas as metodologias de monitoramento da atividade e de controle de impactos a outros elementos, como à fauna cavernícola, elaborando um projeto a ser apresentado e aprovado pelos órgãos ambientais competentes.

Caso exista fauna específica no local a ser recuperado, é necessário saber se ela poderá ser afugentada temporariamente ou realocada, sem que sejam causados danos permanentes aos animais. Caso exista uma colônia de morcegos nas proximidades, a restauração deve ser evitada, ou, quando muito necessária, realizada por pequeno grupo, já que os morcegos geralmente são pouco tolerantes à presença humana. Não realizar atividades de conservação de caverna próximo a colônias de morcegos em período reprodutivo ou maternidade. **Uma avaliação prévia criteriosa, baseada no conhecimento aprofundado do local a ser recuperado, é fundamental. Quais são os prós e os contras do projeto? Vale a pena sua realização?**

No planejamento prévio à atividade de remoção de sujidades, deve ser definida a fonte de água a ser utilizada no projeto, de forma a não causar a contaminação da superfície com produtos químicos (por exemplo água clorada), com microfauna (proveniente de outras áreas da própria caverna ou do exterior) ou mesmo com a adição de sedimentos (coleta de água barrenta, em um córrego). Caso se opte por usar água proveniente da própria caverna, deve-se ter atenção para não causar danos à fonte de água. O ideal nesses projetos de conservação é utilizar água deionizada. O descarte da água utilizada no projeto e dos resíduos deve ocorrer, preferencialmente, fora da caverna, em local previamente estabelecido e que não cause impacto a outros elementos.

Todos os equipamentos necessários à atividade de remoção de sujidades, à proteção da caverna (para evitar danos por pisoteamento ou outros, no entorno do local de trabalho) e à proteção da equipe devem ser previamente planejados e adquiridos. Assim como devem ser levantadas quantas pessoas serão necessárias para realização da atividade, qual será a duração estimada do projeto e qual o custo estimado da atividade.

Caso não tenha conhecimento suficiente, tiver qualquer dúvida, não tiver acompanhado de profissionais experientes com competência para atuar em conservação de cavernas e não tiver autorização para realizar a atividade, **NÃO INICIE O TRABALHO. Ações de conservação, mesmo guiadas pelas melhores intenções, sem conhecimento específico, podem agravar muito os danos à caverna.**



A

(A) Exemplos de equipamentos para uso na atividade de remoção de sujidades.

(B) Exemplos de EPIs usados em atividades de conservação de cavernas.

FOTOS: Luciana Alt.



Principais materiais e equipamentos utilizados

Os materiais mais utilizados para a atividade de remoção de sujidades são:

- Vassoura de mão (tipo varre mesa);
- Pá para coleta dos resíduos;
- Escovas de *nylon* de cerdas macias (de tipos variados);
- Água (de preferência deionizada), lembrando-se que **não deve ser utilizado nenhum produto químico ou de limpeza nesta atividade**;
- Borrifadores manuais;
- Esponjas/buchas;
- Toalhas absorventes descartáveis;
- Panos de chão novos;
- Balde;
- Pinças;
- Sacos de lixo.

Para proteção da equipe, normalmente são utilizados os seguintes Equipamentos de Proteção Individual – EPIs, além dos equipamentos já citados para visitas em cavernas:

- Luvas de vinil **sem talco**;
- Máscara PFF-2;
- Óculos de proteção;
- Propé de plástico resistente;
- Touca de cabelo.



Uso de placas de EVA para evitar danos por pisoteio em depósito químico. Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.
Foto: Luciana Alt.

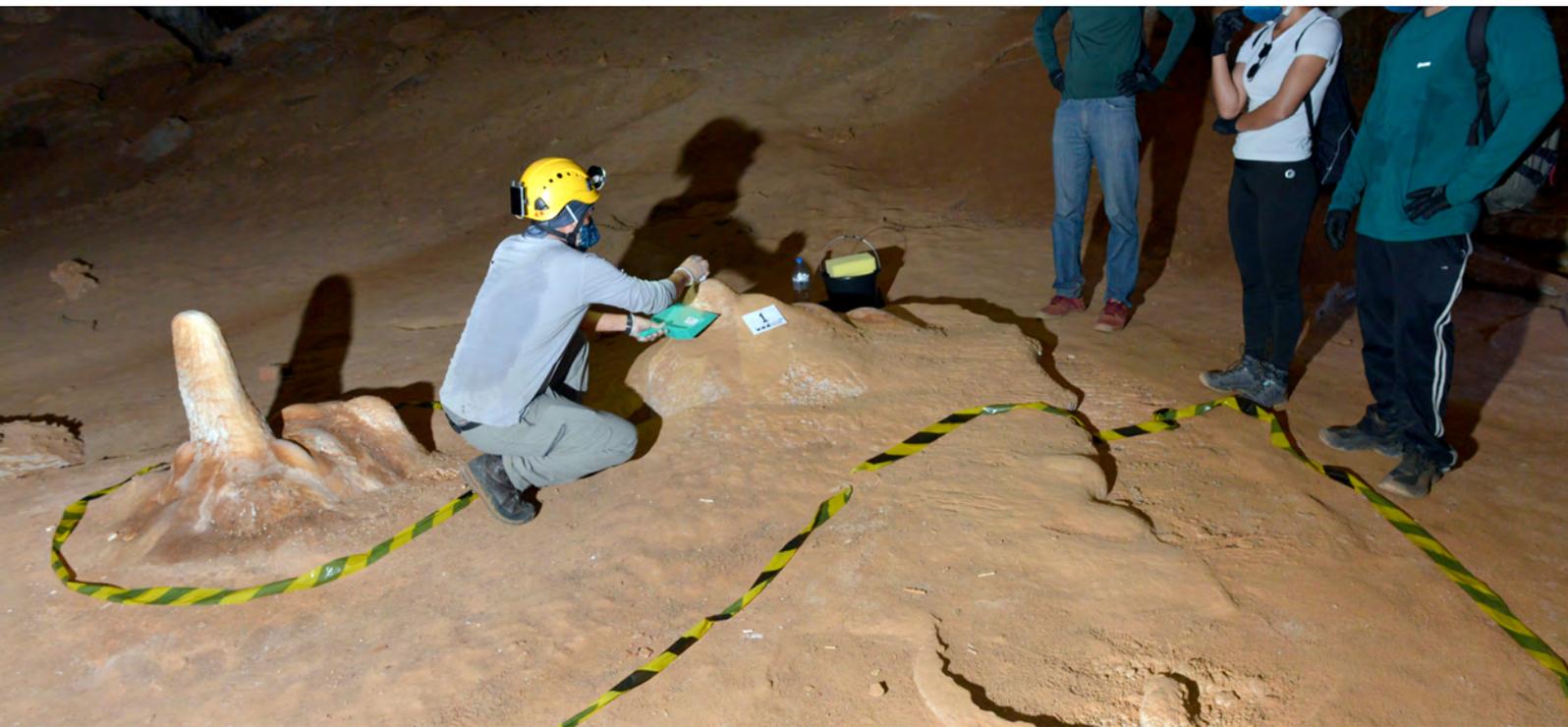
Durante a ação de conservação, normalmente são utilizados equipamentos para proteção da caverna ou para minimização do risco à equipe. Para sinalização de áreas frágeis ou locais de risco, são utilizadas fitas zebreadas de sinalização, bastante visíveis. Para proteção de feições frágeis, podem ser usadas placas de EVA e lonas plásticas, de preferência transparentes. **Lembre-se de que todos esses materiais devem ser retirados da caverna ao final da ação de conservação.**

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE

Em campo, o primeiro passo é o estabelecimento de pontos de monitoramento definidos na etapa de projeto. **É fundamental o registro fotográfico de cada superfície a ser recuperada antes, durante e após a atividade de conservação.** O ideal é que esse registro seja feito sempre do mesmo ângulo, com uso de tripé.

O segundo passo é proteger o entorno do local a ser recuperado para evitar danos adicionais por pisoteamento. Sinalizar feições frágeis, por exemplo, com fita zebreada, para que fiquem bastante visíveis, pois durante a atividade, por exemplo, a pessoa pode estar focada no ponto a ser recuperado e danificar um espeleotema no entorno pelo choque causado por um movimento desatento. É importante delimitar áreas de risco, próximas ao local de trabalho, também com fita zebreada. Em áreas de risco, pode ser prevista a instalação de corrimãos de corda ou outras técnicas para evitar acidentes causados por desatenção.

É importante manter organizado todo o material a ser utilizado para que seja facilmente acessado pela



Delimitação de áreas frágeis, no entorno do local a ser recuperado, com fita zebraada para evitar pisoteamento. Lapa Doce, APA Marimbus/Iraquara, BA.
foto: Luciana Alt.



Uso de propés para proteção da caverna. Organização dos equipamentos sobre lonas plásticas e uso de saco de lixo para recolher resíduos. Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.
foto: Luciana Alt.

equipe durante o trabalho. De preferência, o material deve ser acondicionado sobre uma lona plástica limpa de modo que não entre em contato direto com outras superfícies da caverna. Isso, ao mesmo tempo, protege a caverna e ajuda a manter organizados e limpos os equipamentos.

Caso seja necessário o deslocamento temporário ou afugentamento de fauna potencialmente nociva (aranhas marrons, por exemplo), deve ser realizado por profissional competente.

Etapa 1 – Limpeza a seco

Finalmente, o início da atividade de remoção de sujidades deve começar pela limpeza a seco da superfície, com escovas de cerdas macias e pá para coleta de resíduos. Começar a atividade com trinchas ou escova de cerda macia (escova de dentes, e, na sequência, escova de unha), e, caso necessário, passar gradativamente para escovas de cerdas mais resistentes (esfregona). Esteja sempre atento se a escova está arranhando a superfície. **Se isso ocorrer, a atividade deve ser interrompida.**



(A) Limpeza a seco com escova de dentes sobre superfície delicada.

FOTO: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(B) Limpeza a seco com trincha sobre superfície delicada.

FOTO: Luciana Alt.

(C) Limpeza a seco com escova de unha sobre superfície relativamente resistente.

FOTO: Luciana Alt.

(D) Limpeza a seco com escova esfregona sobre superfície resistente.

FOTO: Luciana Alt.



Etapa 2 – Limpeza úmida

Concluída a limpeza a seco, caso a sujeira não tenha sido removida, a etapa seguinte é a limpeza úmida. Sempre realize um teste em uma pequena área para avaliar previamente o comportamento da superfície em relação à técnica aplicada (algumas superfícies podem absorver água e manchar). A aplicação de água, com borrifadores, deve ser sempre acompanhada da instalação de barreiras físicas de contenção da água por materiais absorventes (panos, esponjas, buchas ou outros) para que a água não escorra e manche outras superfícies. Simultaneamente à aplicação da água, esfregue a superfície com escovas de cerdas macias, fazendo movimentos circulares suaves. O ideal é que duas pessoas trabalhem em conjunto, fornecendo água e cuidando da barreira de contenção, e a outra trabalhando a superfície com escovas. O balde é muito útil durante a limpeza úmida, para descarte do excesso de água dos panos e lavagem das escovas (que devem estar com as cerdas sempre limpas para não espalhar a sujeira), e deve ficar próximo ao local de trabalho.



(E) Limpeza úmida e barreira de contenção abaixo do ponto de trabalho.

FOTO: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

(F) Limpeza úmida, trabalho em equipe: um aplicando água e esfregando com escova de unha; outro absorvendo a água com esponja; outro com barreira de contenção abaixo do ponto de trabalho.

FOTO: Luciana Alt.

Limpeza úmida: aplicação de pouca água (sem escoamento, ou runoff), seguida de esfregação com escova macia, em **(G)** movimentos circulares e **(H)** absorção de água e sujidades com pano absorvente.

FOTO: Luciana Alt.



Exemplo do efeito da remoção de sujidades (material particulado exógeno),
na Gruta Rei do Mato, MNE Gruta Rei do Mato, MG.

foto: Luciana Alt.



Remoção de pichações

Planejamento da atividade

O planejamento da atividade de remoção de pichações é bastante similar ao já descrito para a remoção de sujidades. Busque avaliar o problema sob vários ângulos e planeje suas ações de forma a causar mínimo impacto às cavernas. As perguntas a seguir podem ajudar nesse planejamento:

- Qual é o objetivo da restauração?
- Qual o tipo e limite de corte temporal para remoção de pichações?
- Existem pichações de interesse histórico mescladas a pichações a serem removidas? É possível remover um tipo sem impactar ou outro?
- O projeto de restauração pode causar dano a algum elemento da caverna (biologia, arqueologia, superfícies rochosas, espeleotemas, outros)?
- Como podem ser evitados novos danos à caverna? Quais os materiais, técnicas e metodologias serão adotados para proteção da caverna?
- É necessário proteger a superfície onde você irá pisar para realizar a ação de conservação? Como fazer isso?
- Existe algum risco à equipe associado à execução do projeto? Como esses riscos podem ser evitados?
- Qual metodologia e ferramentas serão necessárias à realização do projeto?
- De onde virá a água a ser usada no projeto? Você pode estar trazendo algum tipo de contaminante para a caverna? A aplicação de água pode causar manchas ou induzir a ocorrência de exsudação na superfície?
- Quais ações de manejo e proteção podem ser realizadas para evitar o surgimento de novas pichações?

Para o planejamento da atividade, é importante levantar previamente os tipos de pichação existentes e materiais utilizados para sua realização (carvão, argila, tinta de tipos variados, baton, incisão). Além disso, as características do material de suporte (rocha, espeleotema), se é compacto, friável, poroso, se possui poeira ou microrganismos na área das pichações e qual provável comportamento da superfície com a aplicação de água.

Com o conhecimento aprofundado dessas características, é possível planejar as técnicas adequadas para remoção de pichações, sendo recomendável a realização de testes de solubilidade, em pequenas áreas pichadas e em diferentes tipos de substratos (rocha, espeleotemas). Um mesmo tipo de pichação pode exigir técnicas diferentes de remoção, a depender do material de suporte. Faça testes em locais pouco visíveis a partir da área de visitação. Esses testes são fundamentais para o estabelecimento de técnicas de mínimo impacto para a remoção de diferentes tipos de pichação.

Outro passo fundamental para o planejamento das atividades é levantar as datas em que foram realizadas as pichações. Em muitos projetos é importante definir um critério de corte, em função da relevância histórica, entre as pichações que irão permanecer e as que serão removidas. **O projeto precisa descrever os critérios adotados para definição da relevância histórica ou social de uma pichação, e se esta deverá ser removida ou permanecer na cavidade.**

Alguns locais possuem tantas pichações sobrepostas que podem ocultar elementos de interesse histórico ou mesmo pinturas rupestres. **A avaliação prévia e acompanhamento, por arqueólogos, da superfície a ser trabalhada é fundamental.** Vale lembrar que apenas restauradores profissionais podem atuar em sítios arqueológicos. **Projetos de remoção de pichações demandam autorização dos órgãos ambientais e patrimoniais competentes.**



Exemplos de testes de solubilidade, mantendo coloração original da superfície de suporte, sem remoção significativa de pátina, exsudação, sedimento aerotransportado ou microrganismo. Os testes foram realizados em diferentes locais na área da entrada principal da Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA:

(A), (B) Testes de solubilidade para remoção de partes de pichações feitas a carvão.

(C), (D) Testes de solubilidade para remoção de partes de pichações feitas a carvão e argila.

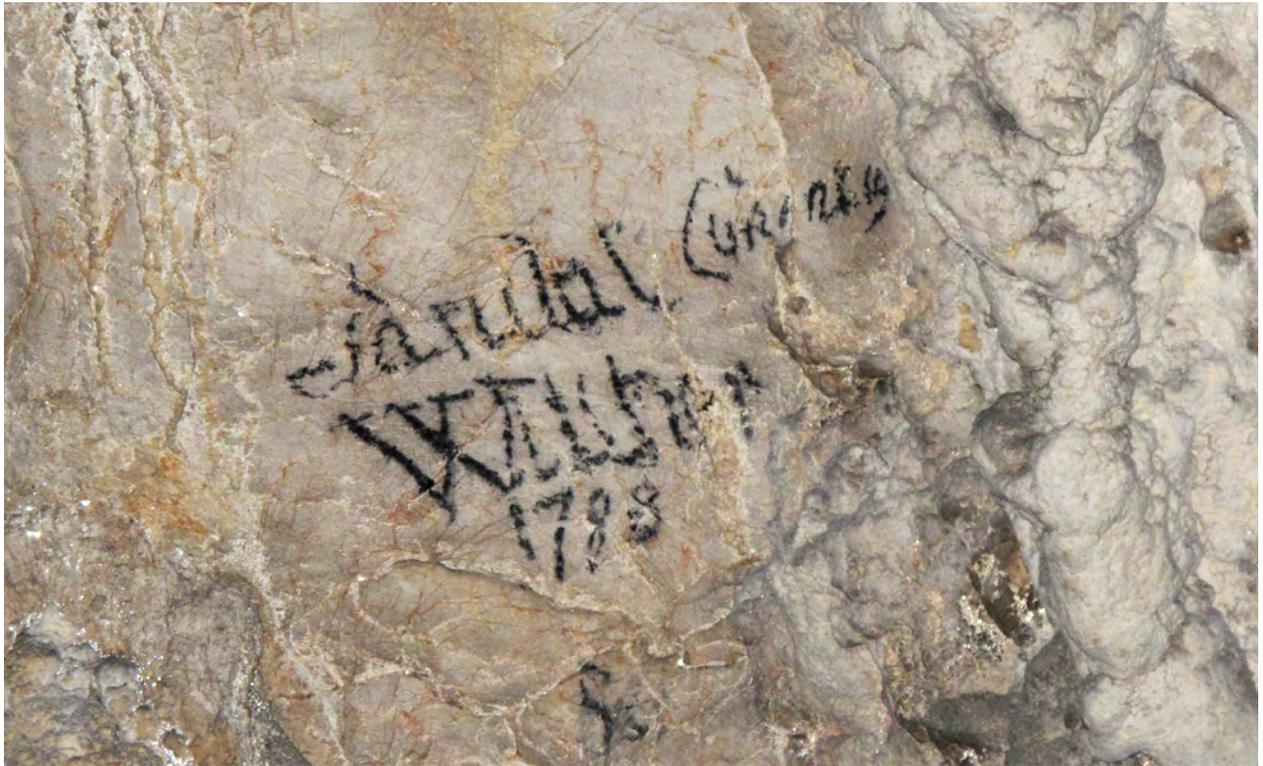
(E), (F) Teste de solubilidade para remoção de pichação feita com uso de carvão e giz branco sobre inscrição de relevância histórica "CESAR R.S. 27/11/59".

FOTOS: Luciana Alt.



Conjunto de inscrições históricas, com diversas inscrições do século XIX, na Mammoth Cave na *Mammoth Cave, Mammoth Cave National Park, EUA.*

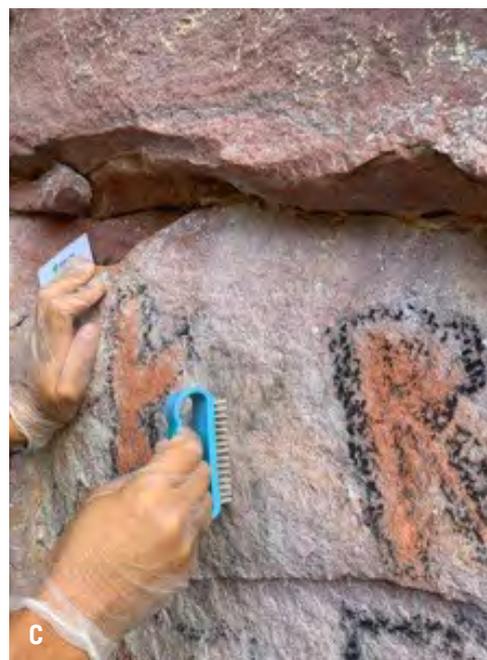
Foto: Luciana Alt.



Inscrição histórica datada de 1783, na caverna Postojna, Eslovênia.
foto: Vitor Moura.



Inscrição histórica datada de 1807, na caverna Predjama, Eslovênia.
foto: Vitor Moura.



Principais equipamentos utilizados

Seguindo o exemplo da remoção de sujidades, não deve ser utilizado nenhum produto químico ou produto de limpeza na atividade de remoção de pichações. Os equipamentos de uso mais comum são:

- Água, de preferência deionizada;
- Pequenas escovas (principalmente escovas de dente e escova de nylon macia);
- Esponjas e panos (para evitar que a água escorra: barreiras de contenção);
- Pincel fino para trabalhar a camuflagem de incisões;
- E muito trabalho!!!

EXECUÇÃO DA ATIVIDADE

Antes de começar a remoção de pichações é importante realizar a documentação fotográfica, em detalhe, de toda a superfície que se pretende trabalhar. Essa documentação também deve ocorrer durante e após ações de conservação, sendo instalados os pontos de monitoramento definidos na etapa de projeto, permitindo a repetição exata das fotos.

O segundo passo é proteger o entorno do local a ser recuperado para evitar danos adicionais por pisoteamento. Assim como descrito para a atividade de

remoção de sujidades, é importante sinalizar feições frágeis e áreas de risco para que fiquem bastante visíveis e evitem a ocorrência de danos ou acidentes.

O material a ser utilizado na ação deve estar sempre limpo e organizado para que seja facilmente acessado pela equipe durante o trabalho, assim como descrito para a atividade de remoção de sujidades.

Vale lembrar que o material a ser utilizado em projetos de conservação de cavernas (como escovas, buchas, panos e materiais absorventes) **precisa ser novo, não pode ter sido utilizado na limpeza doméstica ou outra, não pode ter tido contato com produtos químicos, e de preferência não deve ter sido utilizado em ações de conservação em outras cavernas.** Esses equipamentos usados são fonte potencial de contaminantes químicos e microbiológicos. Por isso devem ser sempre novos, ou, caso tenham sido utilizados em outra caverna, devem passar por rigoroso processo de esterilização com peróxido de hidrogênio, que não deixa resíduos.

Caso seja necessário o deslocamento temporário ou afugentamento de fauna potencialmente nociva (aranhas marrons, por exemplo), deve ser realizado por profissional competente.

Cada tipo de pichação demandará uma técnica específica de remoção. Geralmente inicia-se a atividade



pela limpeza a seco, com escovas de cerdas macias ou esponja mágica, e uso de pá ou panos para coleta de resíduos. Trabalhe com suavidade e procure não focar apenas o contorno das letras, pois, assim como apagar com borracha um escrito em um papel muito sujo, a forma da letra apagada poderá ficar evidente, mesmo que todo o material aplicado para realização da pichação tenha sido removido por você. Por isso, trabalhe com calma e delicadeza, afaste-se para observar o resultado parcial a uma certa distância, busque preservar a textura e características originais observadas na superfície de suporte. Se existem exsudações, microrganismos, material particulado sobre essas superfícies, busque preservar essas características o máximo possível ao remover as pichações, evitando manchas “fantasmas” das letras apagadas e outras marcas que evidenciam o local de remoção.

Em alguns casos, quando a pichação é persistente, após concluída a limpeza a seco pode ser iniciada a limpeza úmida. Sempre realize um teste em uma pequena área para avaliar previamente o comportamento da superfície com a aplicação de água. **A quantidade de água a ser aplicada deve ser mínima.** A aplicação pode ser feita com borrifadores e deve ser sempre acompanhada da instalação de barreiras físicas de contenção (panos, esponjas, buchas

Passo a passo de atividade de remoção de pichação realizada durante o Curso de Conservação, na Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina:

- (A) Antes.
- (B) Limpeza a seco com esponja mágica.
- (C) Limpeza seca com escova de unha e remoção de resíduos de esponja mágica.
- (D) Limpeza úmida.
- (E) Limpeza úmida com escova de unha.
- (F) Resultado final.

FOTOS: Luciana Alt.

ou outros) para que a água não escorra e manche outras superfícies. Após a aplicação de água, pode-se “bater” suavemente sobre a área com pichação, com um bolinho de pano, conhecido no meio da restauração como “boneca”, visando absorver os resíduos e a umidade. O balde é muito útil durante a limpeza úmida, para descarte do excesso de água dos panos e lavagem das escovas (que devem estar com as cerdas sempre limpas para não espalhar a sujeira), e deve ficar próximo ao local de trabalho.



Exemplos da atividade de remoção de resíduos sólidos na Gruta do Maquiné, MNE Peter Lund, MG, durante o I Curso Internacional de Conservação e Restauração de Cavernas, realizado em 2014.

FOTOS: Luciana Alt.

Remoção de resíduos sólidos

Como já ressaltado anteriormente, resíduos sólidos causam diversos impactos ao ambiente cavernícola. A remoção desse tipo de resíduo em cavernas é uma prática comum em outros países, sendo geralmente realizada por meio de voluntariados, coordenados por grupos de espeleologia. Mas essa prática, que num primeiro momento parece simples, pode ser bastante complexa e danosa à fauna cavernícola, se realizada sem os devidos cuidados.

Resíduos orgânicos, como restos de madeira, roupas ou fragmentos de algodão, restos de alimentos, balas, carcaças de animais, restos de cordas ou outros, quando ARTIFICIALMENTE introduzidos na caverna, além de poderem introduzir microrganismos exógenos, representam uma entrada significativa de nutrientes/alimento. Em um ambiente onde a fauna está adaptada a sobreviver geralmente com baixos níveis de recursos alimentares, essa alteração pode causar impactos negativos à dinâmica da fauna. Outro aspecto é que esses resíduos, especialmente resíduos de madeira, absorvem umidade, propiciando o desenvolvimento de fungos e outros microrganismos, que dão início a um lento processo de decomposição. Madeiras sólidas vão sendo transformadas em milhares de fragmentos porosos, acumulando-se em pilhas na caverna. Com o passar do tempo, a fauna tende a se adaptar a essa nova situação alimentar, sofrendo impactos, caso os resíduos sejam removidos de forma brusca (de uma só vez).

A remoção de matéria orgânica ARTIFICIALMENTE introduzida na caverna deve ser avaliada com cuidado por bioespeleólogo, sendo idealmente realizada de forma gradativa e acompanhada de monitoramento de fauna. Se o resíduo estiver em estado avançado de decomposição e em locais permanentemente escuros e com umidade elevada, a remoção é desaconselhada.

Deve ser feita inspeção criteriosa de cada resíduo a ser retirado da caverna para que não sejam retirados também exemplares da fauna cavernícola. ISSO SERVE TAMBÉM PARA RESÍDUOS INORGÂNICOS!

Os materiais e equipamentos mais utilizados durante ações de remoção de resíduos sólidos são:

- Sacos de lixo resistentes e baldes para transporte dos resíduos;
- Pás e escovas tipo varre mesa para coleta;
- Trinchas e lupas para inspeção de presença de fauna.

Lembre-se sempre de planejar a ação de acordo com o resíduo observado. Por exemplo, resíduos inorgânicos pesados (restos de material de construção ou outros) exigem recipientes resistentes para o transporte, de forma a evitar que o recipiente se

rompa e haja dispersão dos resíduos na caverna. Já resíduos leves e pequenos, como papéis de bala, podem ser transportados em sacos plásticos comuns.

É importante que a equipe utilize EPIs adequados, como luvas resistentes ou luvas que permitam melhor tato dos objetos (dependendo do tipo de resíduo), máscara PFF-2, além de todos aqueles já especificados para adentrar no ambiente cavernícola com segurança. Durante a atividade, deve-se ter muito cuidado para evitar acidentes com animais peçonhentos, principalmente aranhas e escorpiões, estando sempre atento ao manusear os resíduos.

Em cavernas que abrigam sítios arqueológicos históricos ou pré-históricos, a remoção de resíduos deve ser acompanhada por arqueólogo, em projeto de conservação aprovado nos órgãos patrimoniais competentes. Um espeleólogo que não tenha essa habilitação específica pode vir a remover ou descontextualizar objetos relevantes, por desconhecimento, com a intenção de remover resíduos. Especialmente em sítios de interesse histórico, como a Gruta do Lapão, no Parque Nacional da Chapada Diamantina, mesmo objetos mais recentes, do início do século XXI, como um jirau, restos de roupa e embalagens, podem possuir interesse histórico ou interpretativo, relacionado ao uso pretérito da caverna para garimpo de diamantes. Esse uso se estendeu do começo ao final do século XX, na referida caverna.



Jirau em madeira e diversos resíduos recentes, como roupas, garrafas e um papelão datado do início do século XXI, constituindo provável acampamento de garimpo na Gruta do Lapão, PARNA da Chapada Diamantina.

Foto: Luciana Alt.

(A) Exemplo de estaca em aço inox AISI 304, material inerte, e bandeira de marcação da base de monitoramento.

(B) Base de monitoramento fotográfico padrão, com uso de tripé e registro de altura deste e ângulos para repetição das imagens.

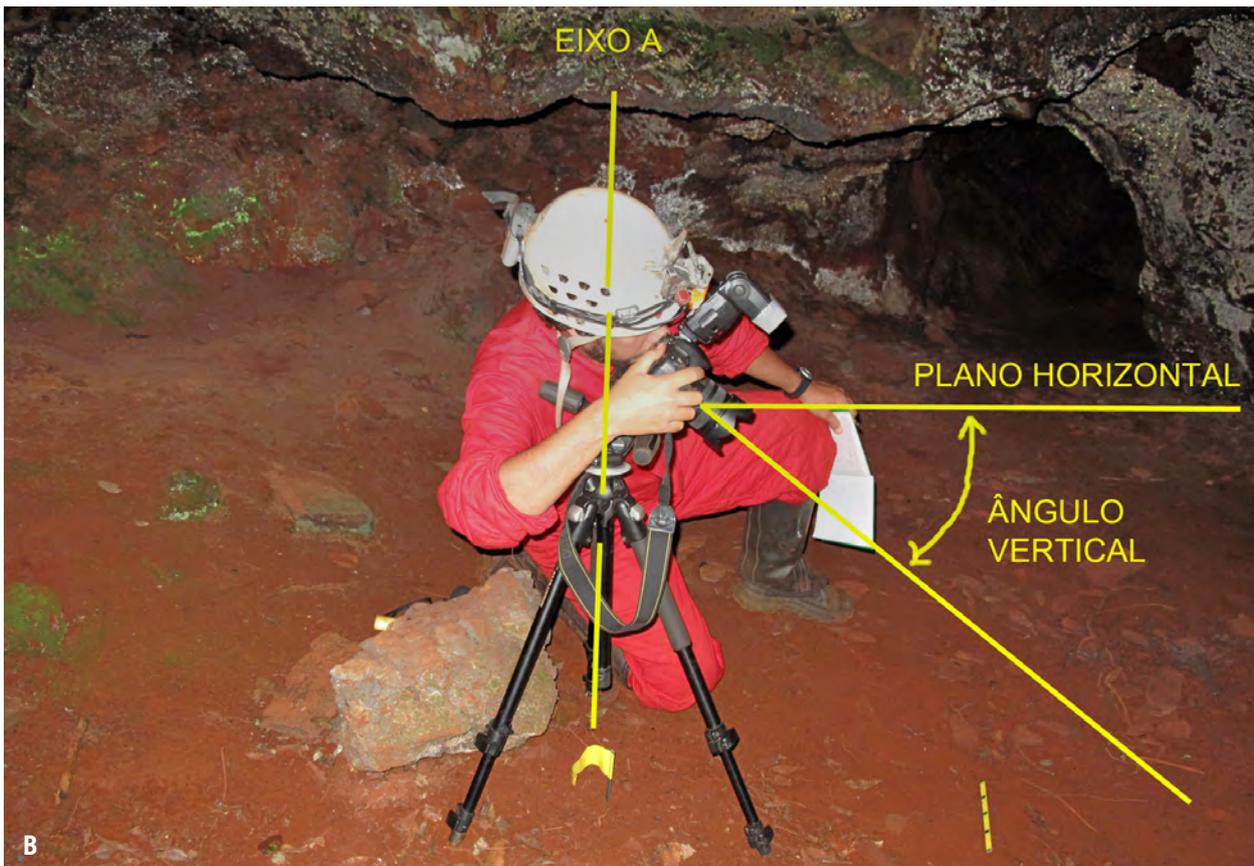
FOTOS: Vitor Moura.



Monitoramento fotográfico como instrumento de conservação de cavernas

O monitoramento fotográfico é uma ferramenta bastante utilizada para a documentação de alterações visuais em uma determinada área da caverna. Essa técnica permite o registro temporal das alterações ocorridas nesse ponto, tais como o surgimento de novos impactos (ex.: pichações) e mesmo o registro dos resultados de ações de conservação (ex.: limpeza de espeleotemas).

A atividade de monitoramento pressupõe a instalação de uma base fixa ou o uso de um ponto referencial, a partir do qual as fotografias podem ser repetidas (com enquadramento similar), com a regularidade desejada, em função da dinâmica do objeto monitorado. Em cavernas normalmente se estabelecem bases com estacas em material inerte, como o aço inoxidável AISI 304, inseridas no piso.





Atividade prática de monitoramento fotográfico durante Curso de Conservação, realizado em 2021, na Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.

FOTO: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

Em projetos mais complexos, muitas vezes associados a licenciamentos ambientais, sobre essas bases se instala um tripé para posicionamento da câmera fotográfica, a uma altura conhecida e ângulo de visada pré-registrado, e se realiza uma sequência de várias fotos, a partir de um mesmo ponto.

Para os três módulos de curso deste Projeto, buscou-se simplificar a metodologia de realização do monitoramento fotográfico. Antes do monitoramento foi realizado o mapeamento de impactos, e debateu-se sobre quais eram os atributos a serem monitorados naqueles trechos onde haviam sido identificados impactos relevantes. Com base nessa discussão, os alunos seguiram o seguinte roteiro:

- Escolha do local de instalação da base de monitoramento (estaca e bandeira), em grupo, permitindo a realização de fotografia que mostrasse, de forma ampla, o aspecto que se desejava monitorar.

- Feita a escolha do ponto exato para instalação da base de monitoramento, foi realizado um exercício prático em que cada aluno precisava repetir, da maneira mais fiel possível, o enquadramento da foto feita pelo aluno anterior, sem uso de tripé e sem medição de altura ou ângulo do ponto. A repetição do enquadramento entre fotos é o ponto crucial para se realizar um bom monitoramento fotográfico. Esse exercício de repetição de enquadramento foi primeiramente realizado em sala de aula e depois na caverna.

Buscou-se a simplificação máxima da metodologia de monitoramento fotográfico, com uso de equipamentos mais acessíveis, como a câmera do telefone celular, para que a foto seja repetida de forma rápida e ágil. Isso permite que, por exemplo, um condutor de visitantes, em sua atividade rotineira de visita à caverna, possa incorporar o monitoramento sem prejudicar sua atividade original.



Exercício de repetição de enquadramento fotográfico na Gruta do Janelão, realizado durante o Curso de Conservação, realizado em 2021 no PARNA Cavernas do Peruaçu. FOTO: Vitor Moura.



ICMBio
INSTITUTO CHICO MENDES
MMA

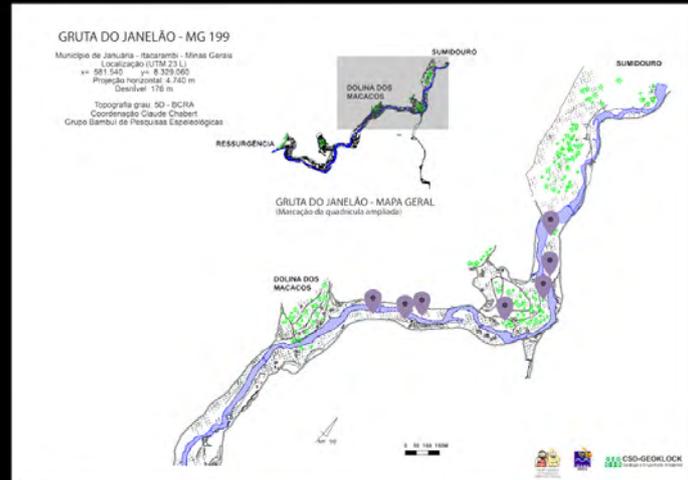
MAKING
CATER
DOLLER



MONITORAMENTO

GRUTA DO JANELÃO

PARQUE NACIONAL CAVERNAS DO PERUAÇU - MG



PONTOS DE MONITORAMENTO



PONTO 1A



PONTO 2A



PONTO 3A



PONTO 4A



PONTO 5A



PONTO 6A



PONTO 7A

Exemplo de página com mapa de pontos de monitoramento e suas respectivas fotos, na trilha turística da Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

FONTE:

<https://conservacaodecavernas.com/caverna/gruta-do-janelao/>



No âmbito desse Projeto, foi também criado um *website* (<https://conservacaodecavernas.com>), que constitui uma plataforma dinâmica e participativa de monitoramento das cavernas objeto do curso, baseada no monitoramento fotográfico. Nesse *website*, existe uma aba de monitoramento onde se tem acesso ao mapa das cavernas monitoradas e aos pontos de monitoramento propriamente ditos. Em cada ponto são sequencialmente inseridas as imagens realizadas a partir do ponto de monitoramento (estaca com bandeira), configurando uma série temporal de imagens.

As fotografias são acompanhadas de análises feitas a partir da comparação com as fotografias anteriores, mostrando, por exemplo, se foi registrada redução ou intensificação de uma determinada alteração, ou se o ponto permanece em situação estável. Fotografias e comentários têm sido enviados via *website* e outras plataformas, pelos participantes do curso, consolidando sua atuação como agentes na continuidade das campanhas de monitoramento fotográfico nas cavernas-alvo.

A atividade de monitoramento deverá ter continuidade mesmo após a finalização do Projeto, podendo ser alimentada por pessoas que tenham interesse em enviar novas fotografias dos pontos de monitoramento. Com isso, criou-se uma ferramenta simples e dinâmica de observação, que permite a identificação e análise de alterações, possibilitando por parte dos

gestores o planejamento/ordenamento da visitação, a proteção de locais frágeis e a definição de estratégias de conservação e recuperação de cavernas (<https://conservacaodecavernas.com/monitoramento/>).

O funcionamento desse *website* demonstra grande potencial de envolvimento dos agentes locais na proteção e gestão efetiva das cavernas, por meio de uma plataforma dinâmica, que estimula a formação de um banco de dados e a efetivação do monitoramento de uma forma simples e contínua.

Até o momento, a iniciativa se mostra pioneira em nível mundial, pois usa como base a adição progressiva de imagens de monitoramento fotográfico capturadas pelos próprios agentes locais, associados aos pontos de monitoramento/mapas. Outros *websites* referenciais de monitoramento de cavernas não usam o monitoramento fotográfico como ferramenta primordial, como o *website* criado durante o *2nd International Workshop of Cave Monitoring in Innsbruck*, Áustria, ocorrido em 2012 (<https://cavemonitoringgroup.wordpress.com/interactive-map>). Existe grande potencial de aplicação desse tipo de monitoramento fotográfico em outras cavernas turísticas brasileiras, inclusive como parte da implementação de ações propostas em PMEs já realizados e por realizar.



Atividade de remoção de sujidades sobre espeleotemas, durante o Curso de Conservação – Lapa Doce/APA Marimbus Iraquara, Iraquara, BA.

Foto: Luciana Alt.

CURSOS DE CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS

COMO FERRAMENTAS PARA MUDANÇAS DE ATITUDE EM PROL DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

Com as experiências já realizadas, é possível dizer que os Cursos de Conservação constituem ferramentas efetivas para aumentar a conscientização, especialmente de condutores de visitantes e equipes gestoras de cavernas turísticas, quanto às fragilidades e importância desses ambientes. Nos cursos, os participantes são convidados a perceber, por meio de aulas teóricas e práticas, como, por exemplo, uma pegada fora da trilha, pode danificar um espeleotema. Colocando “as mãos na massa” para remoção de marcas de pegadas sobre espeleotemas, os participantes percebem a dificuldade, tempo e trabalho necessários para a reparação de um dano, às vezes causado por um segundo de desatenção ou por simples vandalismo. Percebem, também, que muitos desses danos são impossíveis de serem revertidos. Partindo da premissa de que as cavernas são frágeis e que os danos são muitas vezes irre-

versíveis, os cursos difundem importantes atitudes pessoais, como condutas de mínimo impacto, que podem evitar novos danos, ressaltam a importância da delimitação de trilhas e valorizam os condutores de visitantes enquanto guardiões de um patrimônio de grande importância. Assim, os cursos ajudam a criar ou fortalecer as bases locais que auxiliam ativamente na proteção das cavernas.

Esse modelo de curso de introdução às práticas de conservação e recuperação de cavernas foi introduzido no Brasil em 2014, com um curso pioneiro, realizado pelos autores em parceria com Val Hildreth-Werker e Jim Werker, referências, em nível mundial, no tema conservação e restauração de cavernas. O curso teve suas atividades práticas nas Grutas Rei do Mato, inserida no Monumento Natural Estadual – MNE Gruta Rei do Mato, em Sete Lagoas – MG e na Gruta do Maquiné, no MNE Peter Lund, em

Cordisburgo – MG. Nessa iniciativa pioneira, foram realizadas ações práticas de mapeamento de impactos, limpeza de sujidades sobre espeleotemas e remoção de resíduos sólidos (HILDRETH-WERKER et al., 2016). Em 2018, o mesmo modelo de curso teórico/prático foi aplicado na Gruta do Janelão (ALT; MOURA, 2018). Já em 2018 e 2019, foram elaboradas ações condensadas de conservação de cavernas, baseadas em voluntariado, incluindo difusão de conteúdo teórico e realização de atividades práticas de limpeza de sujidades sobre espeleotemas na Gruta Rei do Mato (ALT; MOURA, 2020). Essas experiências demonstraram a efetividade dessa metodologia didática, baseada no conceito de vivência e envolvimento prático dos participantes, em que é combinado um sólido arcabouço teórico sobre as melhores práticas vigentes em conservação de cavernas, com atividades práticas reais de recuperação, controle e monitoramento de impactos nas cavernas.

No segundo semestre de 2021, foram organizados três módulos do Curso de Introdução às Práticas de Conservação e Recuperação de cavernas turísticas, no âmbito do Termo de Compensação Espeleológica – TCCE ICMBio/Vale 2/2020. Os cursos contaram com a participação de 83 alunos e foram realizados em três Parques Nacionais (PARNA da Chapada Diamantina, PARNA Cavernas do Peruaçu e PARNA da Furna Feia – RN), com atividades práticas em cinco cavernas turísticas: Gruta do Lapão (PARNA Chapada Diamantina), Gruta Lapa Doce (entorno do PARNA Chapada Diamantina e inserida na APA Estadual Marimbus/Iraquara), Lapa do Rezar, Gruta do Janelão (PARNA Cavernas do Peruaçu) e Furna Feia (PARNA Furna Feia).

Para cada módulo de curso foi realizada etapa de preparação, divulgação local e seleção de participantes, em conjunto com a equipe de gestão de cada parque nacional. A divulgação foi realizada por meio de *banners* impressos e principalmente por

meio digital, via listas de WhatsApp e e-mail ligadas à gestão dos parques e condução de visitantes. A seleção de participantes foi realizada por meio da avaliação de formulário de preenchimento *on-line*, avaliado conjuntamente pelos instrutores, por membros do Cecav/ICMBio e por gestores dos parques nacionais. Os principais critérios para seleção dos participantes foram o envolvimento direto com o uso público e/ou gestão das cavernas turísticas em questão e o potencial de aplicação e divulgação dos conhecimentos adquiridos.

A maior parte das turmas foi composta por condutores ou futuros condutores de visitantes, combinada com a participação de brigadistas e servidores públicos federais e estaduais, envolvidos na gestão local das cavernas turísticas em questão e na proteção do patrimônio espeleológico regional. Também participaram alunos ou professores universitários com pesquisas relacionadas a cavernas, espeleólogos, membros do *trade* turístico que operam passeios nas cavernas foco do curso, entre outros.

Os cursos contaram com atividades teóricas e práticas, com carga horária de cerca de 40 horas/aula. Os principais tópicos abordados na parte teórica foram:

- Importância e fragilidades das cavernas e do ambiente cárstico;
- Impactos no carste e em cavernas;
- Turismo em cavernas;
- Ações para minimização de impactos relacionados ao uso público de cavernas;
- Ética na conservação de cavernas;
- Introdução às melhores práticas vigentes de recuperação ambiental de cavernas;
- Noções sobre monitoramento ambiental.

Nas práticas foram realizadas ações de conservação ambiental pontuais, pautadas pelas melhores

práticas vigentes, nacional e internacionalmente. Sob a orientação e supervisão dos instrutores, foram realizadas atividades de demarcação de trilhas, remoção de sujidades acumuladas sobre espeleotemas, remoção de pichações e coleta de resíduos sólidos, além de atividades práticas de mapeamento de impactos e de monitoramento fotográfico. A participação em ações de recuperação ambiental, além de contribuir para minimização de impactos nas cavernas-foco, cria um senso de pertencimento em relação à caverna, sendo efetiva na sensibilização do público-alvo quanto à fragilidade e vulnerabilidade desses ambientes a ações humanas. Ao proporcionar mudanças de percepção e atitude em prol da conservação de cavernas, o Projeto tem o potencial de contribuir para a proteção e recuperação ambiental, em longo prazo, de nosso patrimônio espeleológico.

Como elemento de apoio e de divulgação dos resultados dos cursos, foi criado o *website* do Projeto (<https://www.conservacaodecavernas.com>), tendo como principais objetivos disseminar conceitos básicos sobre conduta de mínimo impacto e conservação de cavernas e constituir uma plataforma dinâmica de monitoramento das cavernas em questão, baseada no monitoramento fotográfico. Durante os cursos, foi implantado um sistema de monitoramento ambiental nas cavernas, com realização de atividades práticas, que tiveram continuidade e têm alimentado continuamente o *website*.

Principais ações de conservação realizadas nos Cursos

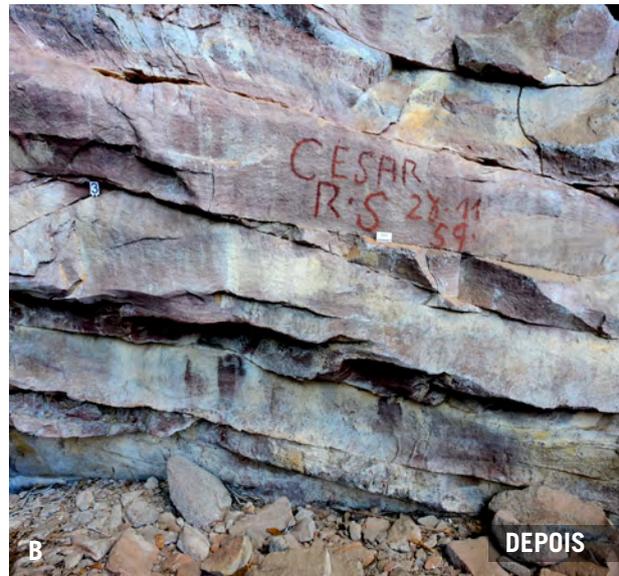
A seguir são apresentados exemplos das principais ações de conservação implementadas durante os cursos. É importante destacar que cada uma dessas ações foi precedida de apresentação e discussão, em sala de aula, sobre conceitos, cuidados e melho-

res práticas vigentes. Em campo, foram precedidas do mapeamento de impactos e de discussões sobre ações possíveis de manejo, caso a caso e, obviamente, da apresentação prévia das técnicas pelos instrutores. Para cada intervenção, por menor que fosse, foi realizada a documentação fotográfica, antes, durante e após as atividades. Além disso, as práticas de conservação de cavernas foram realizadas sob orientação, supervisão e participação constante dos instrutores.

Remoção de pichações – Gruta do Lapão/PARNA Chapada Diamantina, BA

Durante o primeiro módulo de curso do Projeto, realizado em setembro de 2021, uma das atividades marcantes foi a remoção de pichações sobre rocha, que cobriam uma área de cerca de 60m², na entrada principal da Gruta do Lapão. Nessa prática, os 23 participantes, divididos em grupos, removeram pichações executadas, em sua maioria, com carvão vegetal e argila. Previamente, foi decidido junto à gestão da unidade de conservação e servidores do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan a manutenção de uma inscrição histórica, datada de 28-11-59, provavelmente 1959, com possível valor histórico ligado à atividade de garimpo de diamantes na caverna.

Na prática de remoção de pichações, foi instruído o uso prioritário de limpeza a seco, com instrumentos não abrasivos, e de limpeza úmida, usando água como solvente na limpeza úmida (GOODBAR; HILDRETH-WERKER, 2006), excluindo-se totalmente o uso de outros solventes químicos, que seriam potencialmente danosos à fauna cavernícola (BOSTON *et al.*, 2006; ELLIOTT, 2006). A atividade teve forte envolvimento dos participantes, contribuindo de forma efetiva para a redução dos impactos visuais na área de entrada da caverna, principal atrativo de visitação.



(A) Pichações na Gruta do Lapão (antes da atividade de remoção).

(B) Pichações na Gruta do Lapão (após a atividade de remoção). Optou-se pela manutenção da inscrição “Cesar R.S. 28-11-59”, devido ao valor histórico, possivelmente associado ao garimpo na Gruta do Lapão.

FOTOS: Luciana Alt.

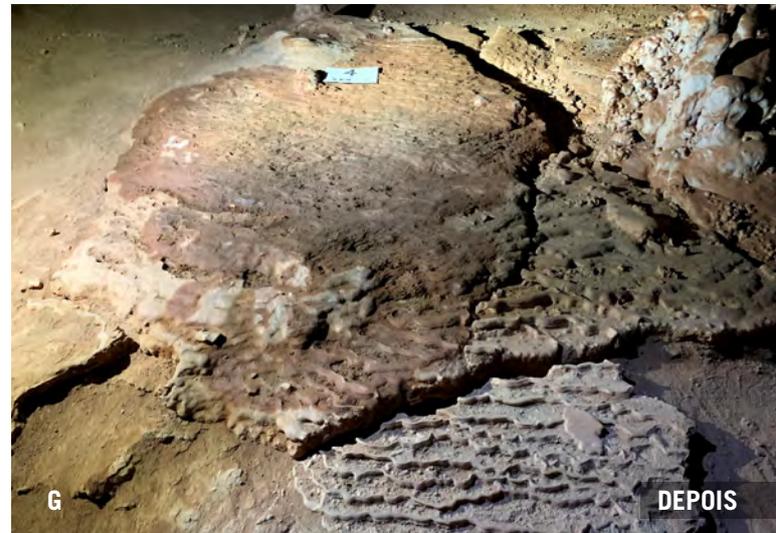
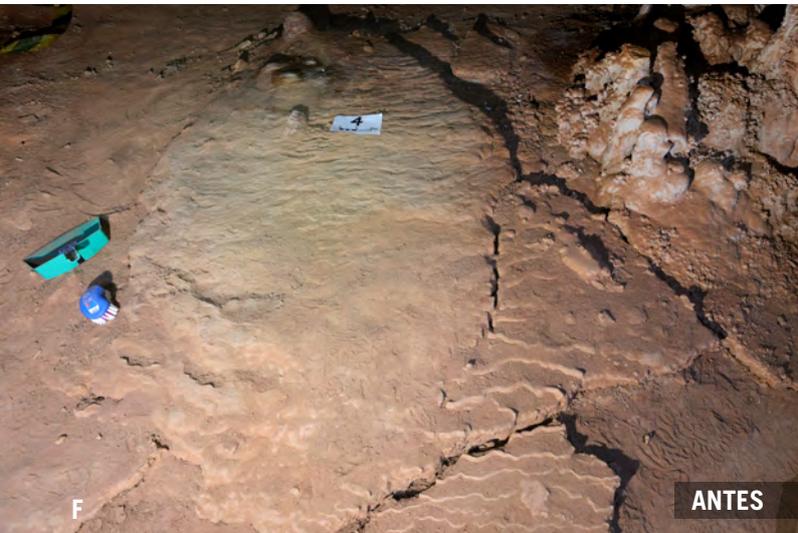
(C) Demonstração de técnicas de remoção de pichações pelos instrutores.

FOTO: Amauri Jesus dos Anjos.

Remoção de sujidades sobre espeleotemas – Lapa Doce/APA Marimbus Iraquara, Iraquara, BA

Uma das atividades mais populares em conservação de cavernas é a remoção de sujidades sobre espeleotemas, dada a importância estética dessas feições como atrativo de visitantes. Essas atividades práticas foram realizadas na Lapa Doce, no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, como parte do Curso de Conservação, realizado em setembro de 2021.

Nas atividades práticas, foram removidos sedimentos que haviam sido adicionados aos espeleotemas, por meio de pisoteamento, e também material particulado aerotransportado, remobilizado pelo pisoteamento do pacote sedimentar e depositado sobre espeleotemas.



Para remoção dessas sujidades, foram utilizadas técnicas de limpeza a seco, seguidas de técnicas de limpeza úmida, usando água como solvente e escovas de cerdas macias. Essas ações são meticulosas e demoradas, tendo sido realizadas para fins didáticos, de forma pontual. A ação abrangeu cerca de 12 m² de área superficial, em seis conjuntos de espeleotemas. No entanto, o potencial educativo dessas ações é grande, pois os participantes vivenciaram a dificuldade de reverter os danos causados por simples pegadas fora do lugar. Outro benefício direto da ação é a redução de impacto visual em áreas relevantes, ao longo do percurso de visitação da caverna. Esses pontos recuperados podem ser interpretados didaticamente para mostrar aos visitantes a importância de permanecer na trilha delimitada.

Atividade prática de remoção de sujidades sobre espeleotemas realizada no circuito turístico da Lapa Doce, APA Marimbus Iraquara, entorno PARNA Chapada Diamantina, BA.

(D) 1º Passo: Grupo de participantes trabalhando em atividade de **limpeza a seco**, com uso de trinchas, escovas de *nylon* de cerdas macias e pá para recolher sedimento depositado sobre espeleotemas.

(E) 2º Passo: Grupo de participantes trabalhando em atividade de **limpeza úmida**, com uso de escovas de *nylon* de cerdas macias, borrifador, água como solvente e barreiras de contenção (panos de chão e descartáveis).

Vista do espeleotema (escorrimento), antes **(F)** e depois **(G)** da prática de remoção de sujidades. Após a remoção das sujidades, que preenchiam as bacias de travertinos, o relevo e coloração originais do espeleotema ficaram mais visíveis.

FOTOS: Luciana Alt.

Atividade prática de demarcação de trilha, realizada na Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.

(A) Início da trilha delimitada na Gruta do Lapão/ Entrada do Barro Branco. Foi instalada placa em inox com refletivo e placa informativa sobre normas de visitação da caverna.

(B) Atividade prática de delimitação da trilha com uso de fitilhos.

(C) Trilha delimitada de ambos os lados para evitar a dispersão de visitantes em áreas frágeis ou de alto risco.

(D) Placa em inox com refletivo, sem fixação permanente na caverna.

FOTOS: Luciana Alt.

Delimitação da trilha, na Gruta do Lapão PARNA Chapada Diamantina, BA

Também durante o Curso de Conservação, realizado em setembro de 2021, foi delimitada toda a trilha turística de travessia da Gruta do Lapão, ao longo do conduto principal. Adicionalmente foram demarcados espeleotemas frágeis isolados, na Zona da Entrada Barro Branco e Salão dos Perdidos. Para delimitação da trilha, foram usadas placas de inox (AISI 304) com adesivos refletivos, sem fixação na caverna, visando mínimo impacto. Em trechos críticos, foram delimitados ambos os lados da trilha com fitas plásticas, de cor vermelha, visando evitar a dispersão de visitantes para áreas de alto risco ou de alta fragilidade. Foi instalada placa informativa no início da trilha pela gestão do Parque.



Atividade prática de limpeza e reconstituição do leito da trilha, realizada na Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG:

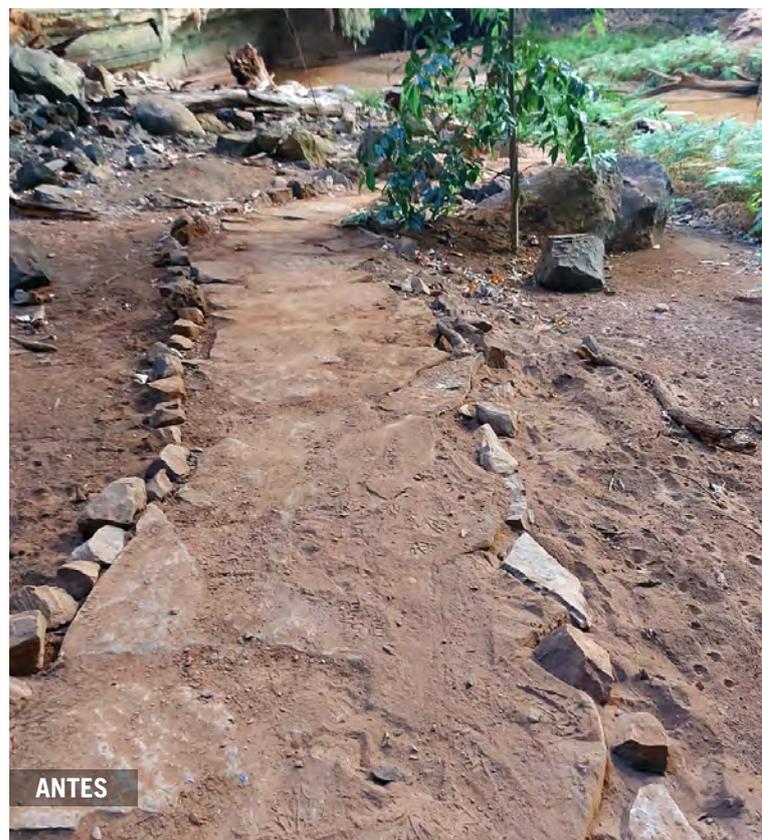
- (A) Estado de trecho calçado da trilha turística **antes** da atividade.
- (B) Imagem de trecho calçado da trilha turística **durante** a atividade.

FOTOS: Adaiton Oliveira (Joe Cavernas).

Mapeamento de impactos, instalação de rede de monitoramento, delimitação de trilha, limpeza de leito calçado e remoção de pegadas fora da trilha – Gruta do Janelão/PARNA Cavernas do Peruaçu, MG

Na Gruta do Janelão, durante o segundo módulo de Curso do Projeto, realizado em outubro de 2021, foram realizadas algumas atividades que contribuíram para o manejo do trecho aberto à visitação.

Como primeiro passo, os participantes realizaram o mapeamento de impactos na trilha, identificando pontos críticos que demandavam ações específicas de manejo. Em seguida, foi instalada uma rede de monitoramento fotográfico, em sete pontos estratégicos, onde historicamente tem ocorrido impactos decorrentes do pisoteamento fora da trilha delimitada. O passo seguinte foi reforçar a delimitação da trilha com uso de cordelete, estacas de aço inoxidável (AISI 304) e rochas, em alguns trechos do caminho. Foram também removidas pegadas localizadas fora da trilha delimitada, já que estas, inevitavelmente, atraem novas pegadas. Foi realizada a limpeza de rochas, que compõem o calçamento do leito da trilha, de forma a reforçar visualmente a trilha, evitando que os visitantes saíssem e pisassem em áreas sensíveis.





Atividade prática de mapeamento de impactos e levantamento de trechos da trilha com problemas.

foto: Luciana Alt.



Organização de equipamentos e formação de grupos para início da atividade de delimitação de trilha na Gruta do Janelão.

foto: Vitor Moura.



ANTES

Exemplo de ponto de monitoramento fotográfico (1A), **antes** da delimitação da trilha, na Gruta do Janelão.
Foto: Nida Seixas.



DEPOIS

Exemplo de ponto de monitoramento fotográfico (1A), **após** delimitação da trilha com uso de cordeletes e blocos de rocha, na Gruta do Janelão.
Foto: Nida Seixas.



- (A) Participantes do curso atuando na recuperação das superfícies e remoção de detritos que cobriam travertinos.
- (B) Atividade prática de limpeza a seco de espeleotemas, com uso de trinchas.

FOTOS: Luciana Alt.

Revisão da delimitação de trilha e ações de recuperação – Lapa do Rezar/PARNA Cavernas do Peruaçu, MG

Na Lapa do Rezar, durante as atividades preparatórias do curso, notou-se que trechos da trilha interna passavam por áreas extremamente frágeis, impactando represas de travertinos e ninhos de pérolas. Esses trechos frágeis não faziam parte da trilha originalmente prevista no diagnóstico de espeleologia, do Plano de Manejo do Parque (IBAMA, 2005).

Em acordo com a gestão da unidade de conservação, optou-se por modificar o traçado da trilha, retornando ao traçado previsto no Plano de Manejo, evitando a passagem por áreas frágeis ou arriscadas e visando evitar mais danos às áreas já impactadas. Nesse contexto, foram interditados cerca de 80 metros de trilha, sendo esses locais parcialmente recuperados. Também foi reforçada a delimitação de toda a trilha aberta à visitação, de forma a não gerar dúvidas sobre qual caminho seguir. Além disso, foi trabalhada a remoção de material particulado, aerotransportado, de alguns espeleotemas icônicos, como o “coração”, localizados ao lado da passarela suspensa, na zona de entrada da caverna.



- (C) Aspecto da trilha, **antes** da ação de conservação, passando por local de alta fragilidade (travertinos e ninhos de pérolas), na Gruta do Rezar, provocando o esmagamento e pulverização de camada superficial e o soterramento de travertinos.
- (D) Vista da trilha fechada, **após** ação de conservação realizada pelos participantes do curso, com recuperação das superfícies, desconfiguração da demarcação lateral (linha de blocos abatidos) e remoção de parte dos detritos que cobriam travertinos.

FOTOS: Luciana Alt.

Participantes do curso realizando práticas de remoção de sujidades, a seco e úmida, sobre espeleotemas, na Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN. Observa-se o uso de **(E)** trinchas e pás na limpeza a seco, **(F)** e **(G)** borrifadores e barreiras de contenção na limpeza úmida, para impedir o escoamento (runoff) de água sobre outras partes do espeleotema, e o **(H)** uso de EPIs, como propés, para evitar danos durante a ação de conservação.

FOTOS: Luciana Alt.



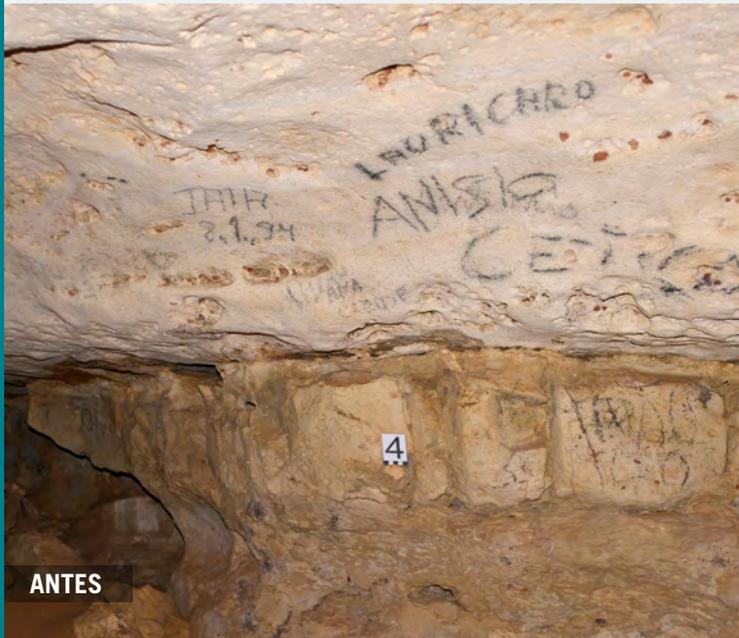
Remoção de pichações, delimitação de trilha e limpeza de espeleotemas – PARNA da Furna Feia, RN

O terceiro módulo de curso do Projeto foi realizado em dezembro de 2021, no Parque Nacional da Furna Feia, RN. Esse parque está em fase de implementação do uso público e não estava aberto à visitação, na ocasião do curso.

Como atividade prática do curso, foi delimitada, de ambos os lados, toda a trilha nas áreas onde está prevista a visitação turística na Furna Feia. Na entrada principal da caverna, foram removidas cerca de 250 pichações, feitas com uso de materiais como carvão, argila e giz. Foram também realizadas práticas de camuflagem de incisões. Essas ações contribuíram para a minimização de impactos visuais existentes. Foram realizadas ainda ações pontuais de remoção de sujidades de espeleotemas, no final do circuito turístico, em quatro pontos somando um total de cerca de 6 m². Foram removidos resíduos sólidos inorgânicos, como cacos de vidro, embalagens plásticas e outros, na zona de entrada da caverna, após avaliação criteriosa de presença de fauna cavernícola.



A



B

(A) Aspectos de espeleotema em que foi realizada prática de remoção de sujidades, conformando uma “janela de restauração”, que pode ser utilizada pelos condutores de visitantes em práticas de educação ambiental e patrimonial, Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.

(B) Exemplo de local com pichações **antes** da ação de conservação (esquerda), e **após** (direita). No exemplo foram removidas, a seco, pichações feitas com carvão.

FOTOS: Luciana Alt.



ANTES



DEPOIS

C



ANTES



DEPOIS

D

Exemplo de locais com pichações **antes** da ação de conservação (coluna da esquerda), e **após** (coluna da direita). Nos exemplos **(C)** e **(D)**, foram camufladas incisões, somente com uso de material local. Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN

FOTOS: Luciana Alt.



Atividade prática de remoção de pegadas fora da trilha turística, na Gruta do Janelão, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

Foto: Luciana Alt.

RESULTADOS DOS CURSOS DE CONSERVAÇÃO E EFEITO MULTIPLICADOR DO PROJETO

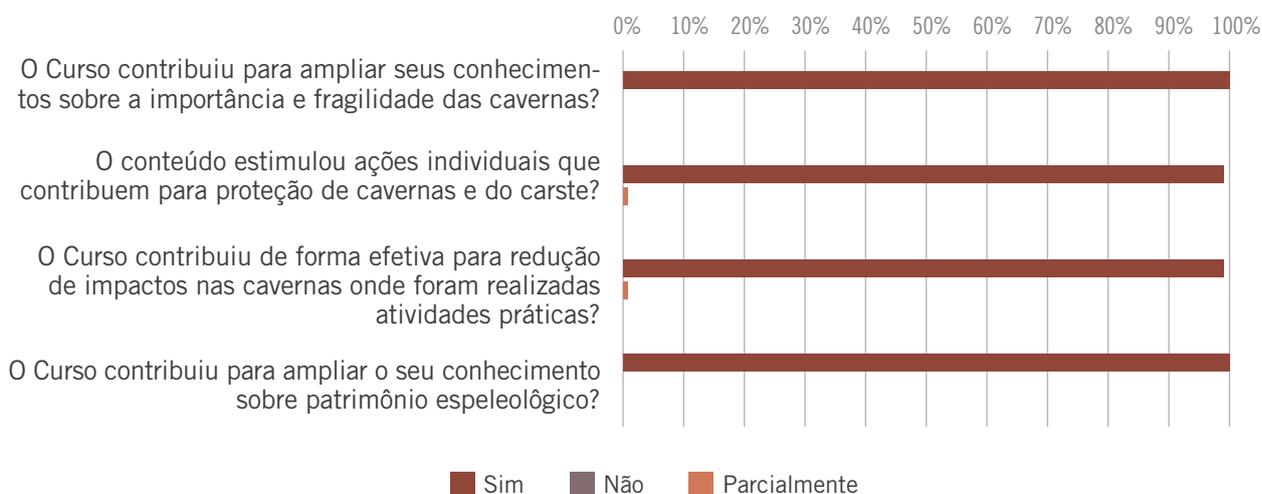
Pesquisa de avaliação dos cursos

Ao final de cada um dos três módulos de curso deste Projeto foi aplicado um questionário de preenchimento *on-line*. O questionário, semiestruturado, foi composto por quatro questões de múltipla escolha, visando avaliar os seguintes tópicos: 1 - Instrutores (com 6 itens de avaliação), 2 - Conteúdo do curso (7 itens de avaliação), 3 - Atendimento aos objetivos propostos (4 itens de avaliação), 4 - Equipamentos

utilizados durante o curso (5 itens de avaliação), além de cinco questões abertas, que serão apresentadas mais adiante.

A figura, a seguir, apresenta os resultados da questão de múltipla escolha relacionada ao atendimento dos objetivos propostos, sintetizando a resposta de 83 participantes. Ela demonstra que os três módulos de curso atingiram os objetivos propostos, tendo uma avaliação positiva mínima de 99% nas questões.

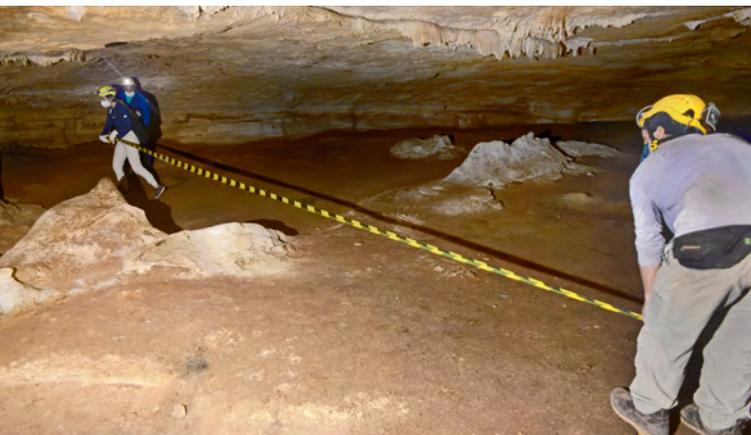
ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS PROPOSTOS (% DO TOTAL DE RESPOSTAS)



Os participantes responderam também a cinco perguntas abertas, por meio das quais puderam expressar livremente os pensamentos sobre o curso. A análise das respostas a essas perguntas ampliou a compreen-

são sobre o cumprimento dos objetivos do Projeto e auxiliou o planejamento dos módulos de cursos futuros. A seguir, reproduzimos as perguntas e algumas das respostas abertas elaboradas pelos participantes:

O curso contribuiu de alguma forma para você pensar sobre as cavernas de uma forma diferente?



Prática de delimitação da trilha, com delimitação inicial temporária, do eixo da trilha, com fita zebra de demarcação, realizada pelos participantes do Curso de Conservação, PARNA da Furna Feia, RN.

Foto: Luciana Alt.

Respostas de alguns participantes:

“Com certeza, saber da fragilidade das cavernas e que os danos muitas vezes podem ser irreversíveis, me fez ter um outro olhar diante das cavernas. Este Curso de Introdução às Práticas de Conservação e Recuperação, sem sombra de dúvidas, irá me auxiliar em meus trabalhos de condução de turistas de forma segura, tanto para as cavernas quanto para os visitantes.” Vinícius Soares Antunes, condutor de visitantes, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“O curso contribuiu especialmente para entender as cavernas como ecossistemas interligados entre si e com o ambiente externo, além da real importância da participação dos usuários na sua conservação.” Juliano Rodrigues Oliveira, ICMBio/Chefe do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“Antes de realizar o curso, eu tinha uma visão muito leiga sobre as cavernas. Depois de concluí-lo, pude perceber que é um ambiente bem frágil e interessante e o quão importante é a sua preservação.” Danilo Carvalho, condutor de visitantes, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“Percebi, no curso, o quanto os espeleotemas são sensíveis e, se não houver cuidado, acabamos causando um impacto gigantesco nas cavernas, e alguns desses impactos são irreversíveis.” Anislei Mota, condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Com esse curso pude ver os impactos causados pela ação humana, e percebi que, quando estávamos conduzindo visitantes, esse foco era perdido. Depois do curso temos visões amplas, podendo conciliar condução e preservação.” Jane Cosmira, condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Com o aprendizado do curso, tive o prazer de saber o quanto é frágil uma caverna, algo que eu não sabia. E com esse conhecimento, me sinto mais confiante e responsável para guiar um grupo de visitantes em cavernas.” Ricardo Brito, condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“O curso me possibilitou enxergar de maneira mais clara a forma correta de como fazer o manejo e monitoramento das cavernas, mantendo vivo todo o patrimônio cavernícola. Devo aos ensinamentos do curso a forma como passei a perceber os mínimos detalhes desse tipo de ambiente e sua devida importância.” Joenny Maria da Silveira de Lima, pesquisadora em microbiota cavernícola/Doutoranda/UFPE, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“[...] minha visão sobre as cavernas já era, sim, de preservação, porém não sabia a forma correta, não imaginava o quão delicadas elas são. Hoje, ao entrar em uma caverna, sei exatamente o que devo fazer e como devo me locomover para não danificar o patrimônio.” Gessiele Martins de Oliveira, professora, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Há 26 anos cheguei a entrar na caverna, que foi objeto de atuação prática (no curso), sem autorização e segurança, e pichá-la. Hoje, após o curso, meu objetivo será passar para meus alunos e familiares um pouco do que aprendi, a fim de contribuir com o objetivo do curso: preservar e cuidar do nosso patrimônio.” Funcionária Pública, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.



Atividade em grupo, remoção de pichações a seco, com uso de esponja mágica, pá para coleta de material particulado e barreira temporária contra dispersão por corrente de ar (pano de chão), Gruta do Lapão, PARNA Chapada Diamantina, BA.
foto: Luciana Alt.



Participantes realizando práticas de remoção de pichações, Furna Feia, PARNA da Furna Feia, RN.
Foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

Qual a importância desse curso para sua experiência pessoal e profissional?

A maior parte dos participantes destacou a importância do curso para sua experiência pessoal e/ou profissional. Entre os que atuam na condução de visitantes, muitos citaram que o curso contribuiu para ampliar seus conhecimentos sobre as cavernas e/ou que se sentem mais seguros/confiantes/preparados para

conduzir visitantes em cavernas, ao mesmo tempo contribuindo para a proteção desses ambientes. Muitos entendem que, após o curso, terão maior capacidade de proteger ou estimular a proteção das cavernas onde atuam. Alguns se sentiram estimulados a aprofundar seus conhecimentos sobre cavernas, após o curso.

Respostas de alguns participantes:

“Muita importância, em ambas as partes (pessoal e profissional), pois tudo que aprendi foi inédito. Hoje tenho outra visão quando se fala em cavernas e posso estar passando todo esse conhecimento para meus visitantes”. Cristiano Belo, brigadista do ICMBio/conductor de visitantes, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“Como estou na coordenação da implementação dos planos de manejo espeleológicos das grutas do Castelo e Lapão, o curso contribuiu para uma melhor compreensão das atividades que precisam ser realizadas para a redução de danos decorrentes da visitação e para integração dessas cavernas com os municípios do entorno.” Marcela Marins, analista ambiental/ICMBio, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“No âmbito pessoal, participar do curso foi uma excelente experiência, mudou o meu comportamento diante da riqueza que a caverna possui. Hoje consigo identificar os espeleotemas, e sei qual conduta devo seguir ao visitar uma caverna. Acredito que, no lado profissional, aprendi a importância de uma infraestrutura adequada à visitação, de placas de orientação, de estu-

dos periódicos, da comunicação com a população, visitantes, guias e condutores, da educação ambiental”. Esther Moura, coordenadora de áreas protegidas, Secretaria Municipal de Meio Ambiente – Lençóis, BA, Curso Módulo I – PARNA Chapada Diamantina.

“Esse curso abriu meus olhos para uma nova forma de conduzir, aliando conhecimento técnico e sustentabilidade ambiental.” Fabrício Souza, condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Possibilitou um melhor entendimento sobre os impactos da visita às cavernas, bem como prevenir e evitar esses impactos.” Sueli Pereira (Eterna), condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Os conhecimentos adquiridos no curso me fizeram refletir sobre a importância da preservação das cavernas de forma mais intensa, pois para danificar uma caverna é muito fácil, mas para reparar o erro é muito difícil.” Gilsara Ferreira, condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“De muita importância, pois pretendo trabalhar como condutora em caverna. Esse conhecimento foi necessário, tanto para mim como para os visitantes, para quem eu passarei como se deve agir ao entrar em uma caverna, sem destruir.” Gessiele Martins de Oliveira, professora, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Foi importante aprender como devemos entrar nas cavernas, saber caminhar sem causar tanto impacto, respeitar as demarcações por onde andar.” Saionária Maria de Lima Santos, artesã, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Pessoalmente foi inestimável a oportunidade de adentrar pela primeira vez em uma caverna. Profissionalmente foi enriquecedor poder aprender mais sobre esse ambiente e contribuir para sua preservação.” Moacyr Januário de Souza Júnior, técnico da Emater, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

Prática de delimitação da trilha com fitilho, hastes de inox e placas inox (AISI 304) com refletivos, realizada pelos participantes do Curso de Conservação, PARNA da Furna Feia, RN.

Foto: Luciana Alt.



Como você se sentiu em contribuir para a conservação das cavernas trabalhadas durante o curso?



Prática de delimitação de trilhas, com revisão no traçado da trilha, eliminando a travessia por áreas frágeis. A delimitação foi realizada em ambos os lados da trilha, utilizando blocos de rocha e cordelete vermelho. A fita zebra de demarcação foi utilizada, temporariamente, como referência do eixo da trilha.

Gruta do Rezar, PARNA Cavernas do Peruaçu, MG.

foto: Luciana Alt.

Grande parte dos participantes mencionou que se sentiram felizes, realizados, orgulhosos, satisfeitos, gratificados, recompensados ou empolgados em terem participado de ações de conservação de cavernas. Algumas pessoas relataram que se sentiram empoderadas, valorizadas, orgulhosas de si mesmas, honradas, por terem participado das ações de conservação. Essas ações contribuíram para ampliar a sensação de pertencimento, de envolvimento dos participantes com as cavernas e com as respectivas unidades de conservação (PARNA Chapada Diamantina, PARNA Cavernas do Peruaçu, PARNA da Furna Feia), como pode ser observado nas respostas a seguir:

“Me senti muito feliz por fazer parte da conservação da caverna. Com certeza, cada vez que eu voltar lá, terei uma sensação diferente, de orgulho por ter feito parte dessa iniciativa.” Danilo Carvalho, condutor de visitantes, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“Me senti parte do processo de gestão e conservação das cavernas.” Fabrício Souza, condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Realizar as atividades do curso despertou um sentimento de pertencimento, uma consciência de que somos guardiões do patrimônio espeleológico do PARNA Peruaçu.” Sueli Pereira (Eterna), condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“A sensação foi de estar devolvendo de alguma forma tudo o que a natureza me deu no decorrer da minha vida. Senti algo como prazer, por poder estar ali, deixando minha ‘marca’, um pedacinho de mim, em um lugar tão gigantesco e importante.” Vitória Ferreira, professora e voluntária no PARNA Cavernas do Peruaçu, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Me senti parte do processo de abertura do Parque.” Vicente Holanda, condutor de visitantes, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Orgulhosa em ter participado da remoção de pichações e da delimitação da trilha para futura visitação.” Luciara Maria de Andrade, funcionária pública, Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Mossoró, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“É com satisfação que afirmo o prazer em participar desse curso e poder contribuir de forma positiva para melhoria e manutenção da Furna Feia, é bom demais ver um ambiente lindo como aquele sendo restaurado e mantido para as próximas gerações”. Joenny Maria da Silveira de Lima, pesquisadora em microbiota cavernícola/Doutoranda/UFPE, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.



“Me senti empoderada. Superei alguns medos, realizei o sonho de voltar à caverna e desta vez para o bem. Desta vez sim: deixei a minha marca e não minha pichação.” Funcionária pública, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Me senti muito honrada em saber que eu de alguma forma contribuí para a preservação do ambiente, que muito incrível é.” Gessiele Martins de Oliveira, professora, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.



“Muito orgulhosa de mim mesma. O amor pelo meio ambiente só aumenta a cada dia.” Renata Duarte de Oliveira, membro do Conselho Consultivo do PARNA da Furna Feia, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Muito feliz em saber que eu pude contribuir com a limpeza de um patrimônio histórico e cultural da minha região.” Jandy Carlos de Souza, morador do entorno do PARNA da Furna Feia, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.



Como você pretende aplicar os conhecimentos adquiridos em atividades futuras?

As respostas evidenciaram como os Cursos de Conservação de cavernas contribuem para o envolvimento dos participantes, enquanto agentes decisivos para a conservação do patrimônio espeleológico. Seja na atuação pessoal de condutores, que pretendem aplicar e compartilhar os conhecimentos adquiridos com os visitantes, com colegas de trabalho e família. Seja nas pessoas que se sentiram mais estimuladas a participar

de ações futuras de conservação e/ou monitoramento de cavernas, e de outras atividades voluntárias nos Parques em questão. Além disso, os cursos contaram com a participação de alguns professores, que manifestaram intenção de disseminar os conhecimentos adquiridos nas atividades futuras, em sala de aula. Algumas pessoas se sentiram estimuladas a reativarem ou entrarem para grupos de espeleologia.

Respostas de alguns participantes:



“Desenvolvendo trabalhos nas cavernas da minha cidade, educando outros e formando uma corrente em prol do turismo consciente nas cavernas.” Jonilson da Silva Lima, técnico ambiental, espeleólogo, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“Primeiramente, visitando as cavernas de Andaraí e de suas proximidades, para desta forma sugerir e demandar projetos que ajudem na conservação do patrimônio espeleológico do município.” Enedina Louise da Silva, gerente de Meio Ambiente na Prefeitura Municipal de Andaraí-BA, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.



“O curso me ajudou a ter clareza sobre o que é necessário para que as capacitações realizadas no âmbito do Parque Nacional sejam efetivas. Também me deu subsídios para o projeto de implementação dos PMEs, das Grutas do Lapão e do Castelo, bem como para planejar e conduzir atividades de voluntariado nas cavernas.” Marcela Marins, analista ambiental/ICMBio, PARNA Chapada Diamantina, Curso Módulo 1 – PARNA Chapada Diamantina.

“[...] repassar esse conhecimento para os colegas, como forma de conscientização sobre os impactos que podemos deixar nas cavernas e sobre o patrimônio que estamos perdendo [...]” Leonardo Quaresma, condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“O curso deu uma reação de ânimo para ativar o grupo de espeleologia local e poder contribuir mais ainda para a preservação e manutenção dos ambientes naturais.” Alekciana Dias da Mota, condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Sensibilizando amigos de trabalho e visitantes sobre os pequenos atos que fazem uma grande diferença na preservação das cavernas.” Elenilda da Costa Seixas, pedagoga e condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Repassar a meus colegas condutores e quem sabe aplicar o conhecimento em trabalhos técnicos em prol da preservação do patrimônio espeleológico.” Adailton José de Santana Oliveira (Joe Cavernas), condutor de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Participando do site de conservação, realizando o monitoramento das trilhas e dando continuidade à manutenção periódica das trilhas.” Sueli Aparecida Pereira (Eterna), condutora de visitantes, Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu.

“Aplicar de forma consciente e coerente nas minhas aulas, de forma a incentivar mais e mais pessoas a compreenderem o valor de preservar as cavernas, pois é uma fonte linda de turismo e aprendizado.” Gessiele Martins de Oliveira, professora, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Pretendo aplicar em atividades de educação ambiental nas comunidades rurais no entorno do parque e em outras [...]” Moacyr Januário de Souza Júnior, técnico da Emater, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Pretendo repassar os conceitos trabalhados no curso para os grupos locais de espeleologia e para os alunos dos cursos de Turismo da UERN.” Ricardo Sávio Trigueiro de Moraes, espeleólogo, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

“Daqui pra frente poderei discutir melhor os planos de manejo para esse tipo de ambiente. E os projetos micrológicos em cavernas, a partir de agora, serão montados e executados visando sempre a conservação e monitoramento das cavidades”. Joenny Maria da Silveira de Lima, pesquisadora em microbiota cavernícola/Doutoranda/UFPE, Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia.

Você gostaria de registrar sugestões, comentários, críticas ou elogios sobre o curso?

Analisando a maioria das respostas dos participantes, conclui-se que a dinâmica de alternância entre teoria e prática foi efetiva para transmissão e assimilação dos conhecimentos, pois a turma demonstrou ter se sentido satisfeita com os cursos, registrando elogios a estes e aos instrutores.

Alguns sugeriram que cursos desse tipo deveriam ocorrer também em outras regiões, envolvendo grupos locais de espeleologia, o que ressalta a importância da realização de cursos futuros e o potencial de aplicabilidade em outras áreas cársticas e cavernas específicas.



Transporte de bloco para ampliação de degraus de ponte, visando evitar pisoteamento e transporte de barro umedecido no solado de calçados.

FOTO: Luciana Alt.

Síntese dos principais resultados dos cursos

Os cursos cumpriram o objetivo principal, que era introduzir, aos participantes, noções de proteção e manejo, técnicas de conservação e recuperação ambiental de cavernas, de acordo com as melhores práticas vigentes. Além disso, durante os cursos, foram implementadas nas cavernas selecionadas, nos três parques nacionais, ações de recuperação ambiental efetivas, contribuindo para o controle e mitigação de impactos antrópicos nessas cavidades.

Os cursos contribuíram para ampliar o conhecimento de agentes locais, a respeito do patrimônio espeleológico, e para ampliar o seu envolvimento com a proteção e gestão desse patrimônio. Esses agentes podem tornar-se multiplicadores desses conhecimentos e da **atitude de conservação**, podendo contribuir para proteção e uso responsável, no longo prazo, do patrimônio espeleológico nacional. Em termos coletivos, os cursos demonstraram potencial na formação de redes locais de voluntariado, importantes para a continuidade das ações de conservação, monitoramento e recuperação. As ações dessas redes de voluntariado devem

estar vinculadas aos objetivos de proteção e gestão das cavernas turísticas em questão, devendo ser acompanhadas pelas equipes gestoras das unidades de conservação envolvidas e por especialistas competentes.

Foram estabelecidas, nas cavernas objeto dos cursos, Gruta do Lapão/PARNA Chapada Diamantina, BA, Grutas do Janelão e do Rezar/PARNA Cavernas do Peruaçu, MG e na Furna Feia/PARNA da Furna Feia, RN, redes de monitoramento ambiental dinâmicas, acessíveis e participativas, baseadas em técnicas simples de monitoramento fotográfico. Para reunião, inclusão de novos dados, suporte e divulgação do monitoramento, foi criada uma base de dados dinâmica, baseada no *website*: www.conservacaodecavernas.com. Essas redes de monitoramento possuem grande potencial de identificação de alterações, subsidiando ações direcionadas de proteção e manejo das cavernas turísticas em questão, sendo potencialmente aplicáveis em outras cavernas turísticas do território nacional.

Efeito Multiplicador do Processo

Constatou-se que os cursos, nos moldes adotados, possuem alto potencial de replicação, podendo ser realizados em outras cavernas turísticas com problemas de conservação semelhantes, localizadas dentro ou fora de unidades de conservação federais, difundindo a importância da proteção do patrimônio espeleológico e os cuidados necessários para a sua conservação e recuperação ambiental.

Entretanto, ressalta-se que cavernas são ambientes frágeis e complexos, onde facilmente podem ser causados danos irreversíveis, mesmo por ações com a intenção de conservação desses ambientes. Portanto, para evitar danos a esses frágeis ambientes, deve ser adotado o princípio da precaução (KRIEBEL, *et al.*, 2001). Ações de conservação e restauração devem ser meticulosamente planejadas (DUCHENE, 2006) e monitoradas, devendo ser precedidas de avaliação prévia por especialistas e devidamente aprovadas pelos órgãos específicos de gestão do patrimônio espeleológico. Quando necessário, essas ações devem ser acompanhadas por bioespeleólogos, arqueólogos (LAGE; BORGES, 2003) ou outros especialistas, buscando salvaguardar os atributos espeleológicos e patrimoniais específicos.

Para saber mais!



Cecav/ICMBio

<https://www.gov.br/ICMBio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/CECAV> 



Site do Projeto

<https://www.conservacaodecavernas.com> 



Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE

<https://www.cavernas.org.br> 



National Speleological Society – NSS (EUA), Conservação de cavernas

<https://caves.org/conservation> 



The Cave Preservation Network (NSS e National Caves Association – EUA)

<https://learnmore.caves.org> 



Union Internationale de Spéléologie – UIS

<http://uis-speleo.org> 

REFERÊNCIAS

ALT, L.; MOURA, V. . Cave Conservation in Janelão Cave, Peruaçu Caves National Park – Brazil, 2017. **NSS News**, v. 76, n. 4, p. 5-9, 2018.

ALT, L.; MOURA, V. Volunteering as a Tool for Cave Protection and Conservation in Brazil — Case Study: Gruta Rei do Mato, Minas Gerais. **NSS News**, v. 78, n. 4, p. 12-15, 2020. DUCHENE H., 2006.

BOSTON, P.; NORTHUP, D.; LAVOIE, K. Protecting Microbial Habitats: preserving the Unseen. *In*: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.). 2006. **Cave Conservation and Restoration**. Huntsville, Alabama: National Speleological Society, p., 61-82. ISBN 1-879961-15-6

CIGNA, A. Environmental management of tourist caves – The examples of Grotta di Castellana and Grotta Grande del Vento, Italy. **Environmental Geology**, v. 21, p. 173–180, 1993.

CHRISTMAN, A. **Cave Dwelling Bunnies**: lint accumulation and microplastics in Lewis and Clark Caverns State Park. Senior Honors Thesis, Carroll College, Helena, Montana, 2019. 54p., il. Disponível em: https://scholars.carroll.edu/bitstream/handle/20.500.12647/3355/ChristmanA_2019_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y/. Acesso em: 11 nov. 2021.

DUCHENE, H. Resource Inventory: a tool for cave science, management and restoration. *In*: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.). 2006. **Cave Conservation and Restoration**. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 19-32. ISBN 1-879961-15-6.

ELLIOTT, W. Biological dos and don'ts for Cave Conservation and Restoration. *In*: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.), 2006. **Cave Conservation and Restoration**. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 33-42. ISBN 1-879961-15-6.

GOODBAR, J.; HILDRETH-WERKER, V. Cave Graffiti: the writing is on the wall. *In: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.), 2006. Cave Conservation and Restoration*. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 333-342. ISBN 1-879961-15-6.

Disponível em: <https://cavemonitoringgroup.wordpress.com/interactive-map/>. Acesso em: 19 dez. 2021.

HILDRETH-WERKER, V. *et al.* First International Cave Conservation and Restoration Course in Brazil. *NSS News*, v. 74, n. 4, p. 8-10, 2016.

HILDRETH-WERKER, V.; GOODBAR, J.; WERKER, J. Trail Delineation and Signage in Caves: reduce visitor impact. *In: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.), 2006. Cave Conservation and Restoration*. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 175-185, 2006. ISBN 1-879961-15-6.

HUPPERT, G. *et al.* Effect of tourist development on caves and karst. *Catena Special Supplement*, v. 25, p. 251-268, 1993.

IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu**. Vol. II: Encarte 4, 2005, 433p.

KRIEBEL, D. *et al.* **The precautionary principle in environmental science**. *Environ Health Perspect* [Internet], v. 109, n. 9, p. 871-876, 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240435/pdf/ehp0109-000871.pdf>

LAGE, M.; BORGES, J. **A conservação de sítios de arte rupestre e a necessidade de profissionais especializados**: um exemplo de formação de especialistas. SBPC/Labjor, Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/arqueologia/arq17.shtml>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MEDVILLE, D. M. Managing Cave Conservation Projects. *In: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.). 2006. Cave Conservation and Restoration*. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 305-308. ISBN 1-879961-15-6.

VENI, G. Guidelines for Trash and Rubble Cleanup Projects. *In: HILDRETH-WERKER, V.; WERKER, J. C. (Ed.). 2006. Cave Conservation and Restoration*. Huntsville, Alabama: National Speleological Society. p. 363-366. ISBN 1-879961-15-6.



FICHA TÉCNICA DOS CURSOS

Instrutores dos cursos

Luciana Alt
Vitor Moura

Parceiros institucionais para realização dos cursos

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – Cecav/ICMBio

Jocy Brandão Cruz
Diego de Medeiros Bento

Parque Nacional Cavernas do Peruaçu/ICMBio

Dayanne Ferreira dos Santos Sirqueira

Parque Nacional da Chapada Diamantina/ICMBio

Marcela Marins
Juliano Rodrigues de Oliveira

Parque Nacional da Furna Feia/ICMBio

Leonardo Brasil de Matos Nunes
Lúcia Guaraldo

Termo de Compromisso



Coordenação Executiva



Gestão Operacional



Parceiro Executor



O projeto Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas foi contemplado por meio do TCCE ICMBio/Vale nº. 2/2020. O termo de compromisso de compensação espeleológica foi firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).



Foto dos participantes do Curso Módulo 1 – PARNA da Chapada Diamantina/BA. Gruta do Lapão.

foto: Vitor Moura.

Participantes dos cursos

PARNA da Chapada Diamantina – setembro de 2021

Admir Brunelli
Amauri Jesus dos Anjos
Camila Evangelista Fonseca de Souza
Cilene Santos Silva
Cristiano Belo Oliveira
Danilo Oliveira de Carvalho
Eduardo Guimarães Araújo
Enedina Louise da Silva Souza
Esther Moura Jorge Oliveira
Jonilson da Silva Lima
Josué Profeta Lopes
Juliano Rodrigues Oliveira

Leandro Oliveira da Paixão
Mael Carlos Silva de Oliveira
Marcela Marins
Mariana Magalhães Berlinck
Naiane Lima dos Santos
Paulo Roberto Sales dos Santos Júnior
Robson Alves dos Santos
Rodrigo Marques Queiroz
Tiago Oliveira da Paixão
Valdeniton Tertuliano Damasceno
Vinícius Soares Antunes



Foto dos participantes do Curso Módulo 2 – PARNA Cavernas do Peruaçu/MG. Gruta do Janelão.
foto: Vitor Moura.

PARNA Cavernas do Peruaçu – outubro de 2021

Adailton José de Santana Oliveira
Alekciana Dias da Mota
Alessandro Dias Fernandes
Anislei Nunes da Mota
Antônio Carlos Ribeiro Rodrigues
Débora Guimarães Takaki
Elenilda da Costa Seixas
Fabrício Araújo de Souza
Gilsara Ferreira Alves Ângelo
Giovane Ariel Pereira de Jesus
Indiana Pereira Nascimento
Jane Cosmira de Souza Farias
João Fredson Alkimim Campos
Laura Neves Macedo de Sá

Leonardo Pereira Quaresma
Lidiane Rodrigues Pereira
Márcio Gabriel Macedo de Sá
Marcos Cardoso de Souza Oliveira
Maurício Cardoso de Souza Oliveira
Paulo Henrique Sales de Souza
Ricardo Fernandes de Brito
Sérgio Oliveira do Amaral
Sueli Aparecida Pereira
Tamires da Silva Santana
Vandey Batista de Jesus
Vitória Campos Ferreira
Warlisson Barbosa dos Santos



Foto dos participantes do Curso Módulo 3 – PARNA da Furna Feia/RN. Furna Feia.
 foto: Diego Bento (ICMBio/Cecav).

PARNA da Furna Feia – dezembro de 2021

Ademir Nonato dos Santos
 Alexandra Samira Câmara Ferreira
 Celso Ferreira da Silva
 Emagleyde da Silva Dantas
 Francicélio Mendonça da Silva
 Francisca Teixeira da Rocha
 Francisco Genilson dos Santos Rocha
 Geilson de Góis Fernandes
 Gessiele Martins de Oliveira
 Graciélia da Silva Mendonça
 Jandy Carlos de Souza
 Jaqueline Batista da Silva
 Jefferson Yuri Borges da Costa
 João Thiago Nunes Gomes
 Joenny Maria da Silveira de Lima
 José Cavalcante de Souza Neto
 Josemberg Lima Ribeiro

Luciara Maria de Andrade
 Luilton Ribeiro Severiano
 Luisa Juliana Silveira Lopes
 Maria Alcilene Moraes
 Maria Daniele da Silva
 Maria Lúcia Ferreira da Silva
 Moacyr Januário de Souza Júnior
 Pedro Dayon Felix do Vale
 Raimundo Eliedilson Alves Caiano
 Raimundo Nonato Damasceno Freitas (André)
 Renata Duarte de Oliveira
 Ricardo Sávio Trigueiro de Moraes
 Saionária Maria de Lima Santos
 Sebastião Gomes Soares
 Suianny Mirelly Rocha Santos
 Vicente Holanda

Esta publicação tem como objetivos introduzir os conceitos básicos da conservação e recuperação de cavernas, de acordo com as melhores práticas vigentes, e relatar os resultados do Projeto “Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas”. Dessa forma, pretende-se criar uma referência para futuras ações e estimular o aumento do conhecimento acerca de um assunto fundamental para a proteção efetiva do patrimônio espeleológico brasileiro.