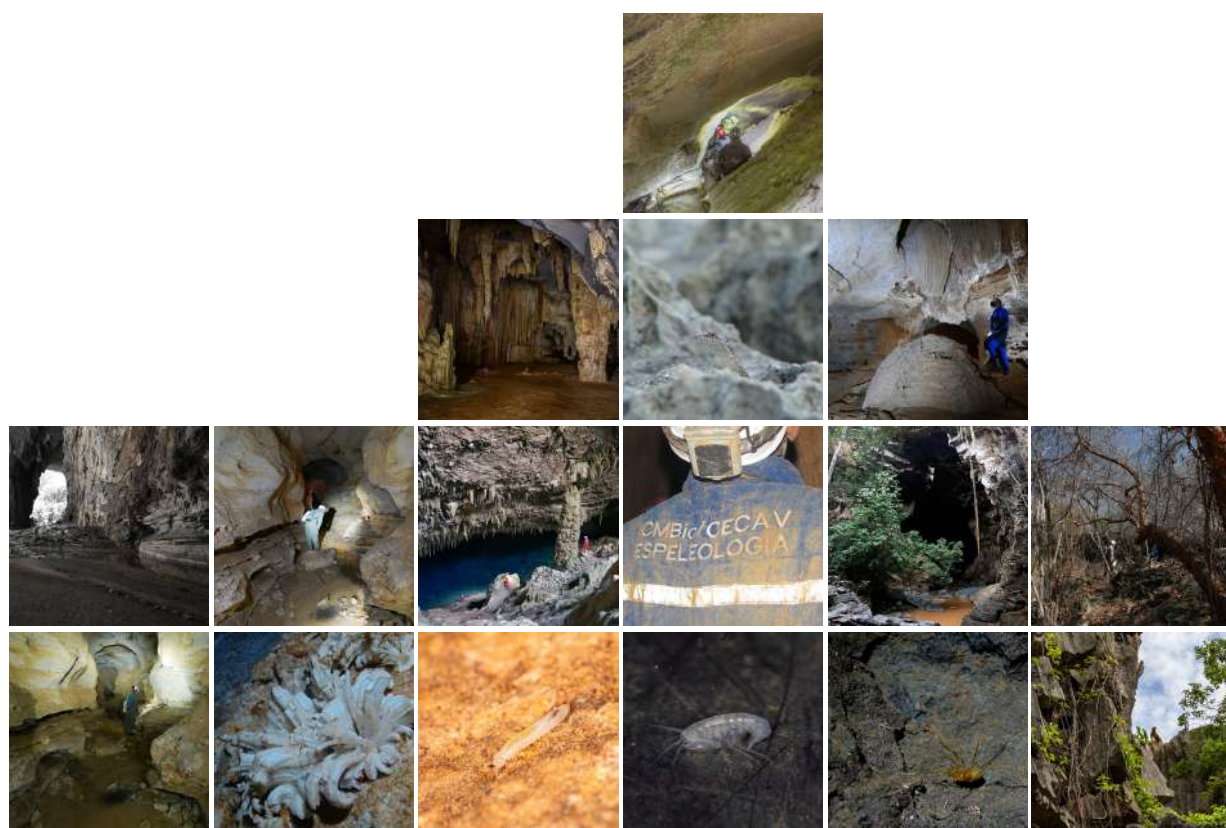


CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E
CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS

CECAV 2021



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

RELATÓRIO ANUAL 2021

ICMBIO

BRASÍLIA
MARÇO DE 2022

Ministério do Meio Ambiente
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

AUTORES

Alessandro Fabiano de Oliveira
Carla Michelle Lessa
Claudia Simone da Luz
Cristiano Fernandes Ferreira
Daniel Reis Maiolino de Mendonça
Darcy José dos Santos
Diego de Medeiros Bento
Drielle dos Santos Martins
Frederico Moreira Osório
Jocy Brandão Cruz
José Carlos Ribeiro Reino
José Iatagan Mendes de Freitas
Júlio César Rocha Costa
Júlio Ferreira da Costa Neto
Maurício Carlos Martins de Andrade
Mauro Gomes
Thais Xavier Nunes
Tiago Castro Silva

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Thais Xavier Nunes
Fonte Canva Pro

REVISÃO TÉCNICA

Diego de Medeiros Bento
Jocy Brandão Cruz
Lorene Lima Cunha
Thais Xavier Nunes

FOTOS - Capa

Cristiano Ferreira
Caverna Carrapateira (RN)

Jocy Cruz
Gruta Lago Azul Bonito (MS)
Laje dos Angicos (RN)

Diego Bento
Glomeridesmidae na gruta de Ubajara
(CE)
PARNA Ubajara (CE)
Opilião, Troglomórfico na Gruta do
Éden (MG)
Nova espécie de *Seborgia* (Amphipoda)
da Caverna da Pedra Lisa (RN)
Flor de gipsita na Caverna do Trapiá
(RN)
Exploração da Caverna do Trapiá(RN)

Mauricio de Andrade
Januaria (MG)
Gruta do Peruaçu (MG)

Mauro Gomes
Toca da Onça(Mâncio Lima/AC)
Gruta do Janelão (Januária/MG)

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
<http://www.icmbio.gov.br/CECAV>

SUMÁRIO

1	Mensagem do coordenador do ICMBio/Cecav	07
2	Visão Geral	09
2.1	Finalidades e Competências	10
2.2	Estrutura Organizacional	11
2.3	Contatos	11
2.3.1	Sede	11
2.3.2	Base Avançada do Rio Grande do Norte	11
2.3.3	Base Avançada de Minas Gerais	12
2.4	Equipe	13
2.4.1	Sede	14
2.4.2	Base Avançada do Rio Grande do Norte	14
2.4.3	Base Avançada de Minas Gerais	14
3	Núcleo de Gestão do Conhecimento	15
3.1	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (Sisbio)	15
3.2	Projetos Contínuos	16
3.2.1	Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Brasileiro	19
3.2.2	Projeto Monitoramento do Patrimônio Espeleológico	20
3.3	Projetos de Pesquisa	20
3.3.1	Filogeografia de Invertebrados Cavernícolas em Formações Ferríferas e Carbonáticas: Evolução e Conectividade Biológica em Ambientes Subterrâneos como Definidores de Ações de Conservação	22
3.3.2	Monitoramento Microclimático de Grutas Turísticas de Minas Gerais	23
3.3.3	Uso de cavidades naturais e entorno por vertebrados e interações ecológicas associadas	26
3.3.4	Caracterização da paisagem no entorno de cavidades naturais subterrâneas	29
3.3.5	Valores e usos da geodiversidade em parques nacionais considerando sua contribuição na conservação e valorização do patrimônio espeleológico	31

3.3.6	Ampliação da pesquisa e conservação do patrimônio espeleológico no Nordeste brasileiro	32
3.3.7	Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas do Espinhaço Meridional	33
3.3.8	Revelando a biodiversidade subterrânea em um oásis na Caatinga	35
4	Núcleo de Estratégias para Conservação	37
4.1	Avaliação do risco de extinção da fauna brasileira	39
4.2	Plano de Ação Nacional - PAN	41
4.3	Plano de redução de impactos da mineração sobre a biodiversidade e o patrimônio espeleológico - Prim Mineração	43
5	Núcleo de Assessoramento Técnico	45
5.1	Manifestações Técnicas	47
5.2	Compensação Espeleológica	48
5.2.1	Conservação in loco do patrimônio espeleológico	49
5.2.2	Implementação do PNCPE	51
5.3	Gestão do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - Canie	52
5.4	Apoio às unidades de conservação	55
6	Núcleo de Comunicação e Educação Ambiental	57
6.1	EspeleoInfo	57
6.2	Revista Brasileira de Espeleologia- RBesp	58
6.3	Biblioteca Digital de Informações Espeleológicas	58
6.4	Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro e Painel Dinâmico de Informações	60
6.5	Plano de comunicação do ICMBIO/Cecav	61
6.6	Cursos e eventos	65
7	Referências bibliográficas	

MENSAGEM DO COORDENADOR DO ICMBIO/CECAV



Caminhamos pelo ano de 2021, mais uma vez, buscando contornar os obstáculos impostos pela pandemia da Covid-19. A nova realidade exigiu adaptação e união, mesmo que a distância, sempre com o objetivo de continuar trabalhando pela missão de conservar o patrimônio espeleológico brasileiro. Enfrentamos momentos difíceis e nos solidarizamos, assim como toda a comunidade espeleológica, com os familiares, amigos, Corpo de Bombeiros e com todas as vítimas envolvidas no desabamento da Gruta Duas Bocas (SP), ocorrido em novembro.

Apesar de todos os percalços, seguimos em frente, avançamos em várias frentes de trabalho e hoje, em nosso Relatório Anual, temos orgulho em detalhar alguns desses processos que contaram com a participação, determinação e expertise de todos os servidores e colaboradores do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/Cecav).

Em 2021, fizemos uma parceria com a Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) e abrimos inscrições para o I Prêmio Nacional de Espeleologia Michel Le Bret. A premiação, que ocorrerá em abril de 2022, no 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia, tem como objetivo incentivar o desenvolvimento e publicação de pesquisas científicas, inventários e soluções técnicas direcionadas à conservação dos ecossistemas cavernícolas e espécies associadas, assim como auxiliar no manejo das unidades de conservação federais com este tipo de ambiente.

Além dos projetos contínuos desenvolvidos pelo ICMBio/Cecav, como o Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Brasileiro, destacamos três novos projetos de pesquisa e conservação coordenados pelo centro, que se somam aos 63 projetos que continuam em execução no âmbito dos Termos de Compromisso de Compensação Espeleológica.

Iniciamos a execução do projeto "Ampliação da Pesquisa e Conservação do Patrimônio Espeleológico no Nordeste Brasileiro", que busca realizar inventários (atividades de prospecção espeleológica e validação) em áreas de reconhecido potencial espeleológico no Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Bahia, diagnosticando a situação do patrimônio espeleológico nestas regiões e orientando o uso turístico em cavernas no Parque Nacional da Furna Feia (RN) e Felipe Guerra (RN).

Iniciamos também a execução do projeto "Revelando a biodiversidade subterrânea em um oásis na Caatinga", que tem como objetivos principais descrever novas espécies troglóbias de isópodes, anfípodes, colêmbolos e planárias (número estimado de até 25 novas espécies) e realizar o primeiro levantamento amplo de microcrustáceos em cavernas na formação Jandaíra (RN e CE), gerando conhecimento aplicável à conservação e ao uso sustentável do patrimônio espeleológico.

E, por fim, firmamos parcerias com unidades de conservação e universidades para desenvolver o projeto "Ecologia de vertebrados associados a cavernas do Espinhaço meridional" com o objetivo de conhecer a diversidade e abundância de vertebrados que utilizam cavernas em diferentes áreas da Serra do Espinhaço meridional, bem como suas relações ecológicas com os demais organismos que habitam esses ambientes.

Neste ano, esperamos continuar vencendo desafios, desenvolvendo e apoiando novas iniciativas, projetos e estratégias em prol da pesquisa, ampliação do conhecimento, troca de aprendizados e conservação do patrimônio espeleológico brasileiro.



Jocy Brandão Cruz
Coordenador do ICMBio/Cecav

2. VISÃO GERAL

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/Cecav) foi criado em 1997, como Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas. Na época, além de estudos específicos desenvolvidos sobre o patrimônio espeleológico brasileiro, as atividades de fiscalização e licenciamento ambiental se destacavam como agendas prioritárias, uma vez que se encontrava ligado ao Ibama.

Em 2007, com a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o ICMBio/Cecav passou a compor a estrutura da nova instituição, ampliando suas atividades e se consolidando como a principal referência na conservação do patrimônio espeleológico nacional, bem como estabelecendo diversas parcerias com entidades da sociedade civil organizada, demais órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), universidades e instituições de pesquisa e setor empresarial.

Em consequência, hoje o ICMBio/Cecav é reconhecido como principal responsável pela conservação do patrimônio espeleológico nacional, destacando-se como interlocutor governamental no campo da espeleologia.

As atividades do centro têm priorizado o alcance das metas estabelecidas no Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, instituído pela Portaria nº 358/2009 do Ministério do Meio Ambiente.

O Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico conta com seis componentes:

1. CONHECIMENTO

do Patrimônio Espeleológico

2. CONSERVAÇÃO

do Patrimônio Espeleológico

3. UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

dos componentes do Patrimônio Espeleológico

4. MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO, PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO

de impactos sobre o Patrimônio Espeleológico

6. FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL

para a gestão do Patrimônio Espeleológico

5. DIVULGAÇÃO

sobre o Patrimônio Espeleológico



Figura 1:
Componentes do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico

2.1.FINALIDADES E COMPETÊNCIAS

As finalidades e competências do ICMBio/Cecav estão especificadas no Regimento Interno do ICMBio, aprovado pela Portaria ICMBio nº 1.162, de 27 de dezembro de 2018 que compete:

- 1 Realizar e coordenar a pesquisa científica voltada para a conservação e uso sustentável do patrimônio espeleológico e espécies associadas;
- 2 Realizar o Programa de Monitoramento da Biodiversidade - Programa Monitora, com foco no patrimônio espeleológico e espécies associadas e o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico;
- 3 Executar a avaliação do estado de conservação dos quirópteros e da biodiversidade associada aos ambientes cavernícolas;
- 4 Executar a elaboração e implementação dos Planos de Ação Nacionais (PANs) para conservação do patrimônio espeleológico e espécies associadas;
- 5 Apoiar o instituto na sua atuação como autoridade científica da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna Selvagem em Perigo de Extinção (Cites), para quirópteros;
- 6 Coordenar as atividades de gestão do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas e apoiar as ações para organização e disseminação de dados, informações e conhecimentos para contribuir com a gestão de unidades de conservação federais e a conservação do patrimônio espeleológico e espécies associadas;
- 7 Apoiar à definição das formas de compensação a impactos negativos irreversíveis em cavidades naturais subterrâneas;
- 8 Apoiar técnica e cientificamente a elaboração do plano de manejo de unidades de conservação federais com ocorrência de cavidades naturais subterrâneas;
- 9 Apoiar técnica e cientificamente a prevenção, o controle de degradação e a recuperação do patrimônio espeleológico e das espécies associadas, no âmbito das unidades de conservação federais;
- 10 Apoiar técnica e cientificamente a definição de prioridades institucionais para criação e gestão das unidades de conservação federais e para ações de conservação da biodiversidade, em especial nas unidades de conservação federais;
- 11 Elaborar e homologar pareceres referentes a solicitações de autorizações por meio do Sisbio para atividades realizadas em cavidades naturais subterrâneas com suas espécies associadas ou que envolvam invertebrados terrestres;
- 12 Apoiar a análise de impacto ambiental de empreendimentos e atividades antrópicas sobre o patrimônio espeleológico e espécies associadas nas unidades de conservação federais.

2.2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

O ICMBio/Cecav é uma unidade descentralizada do ICMBio, sua estrutura organizacional compõe 5 núcleos setoriais, conforme Figura 2. Possui duas bases avançadas estrategicamente posicionadas, são elas: Base Avançada em Nova Lima/MG e Base Avançada em Natal/RN (Figura 3).

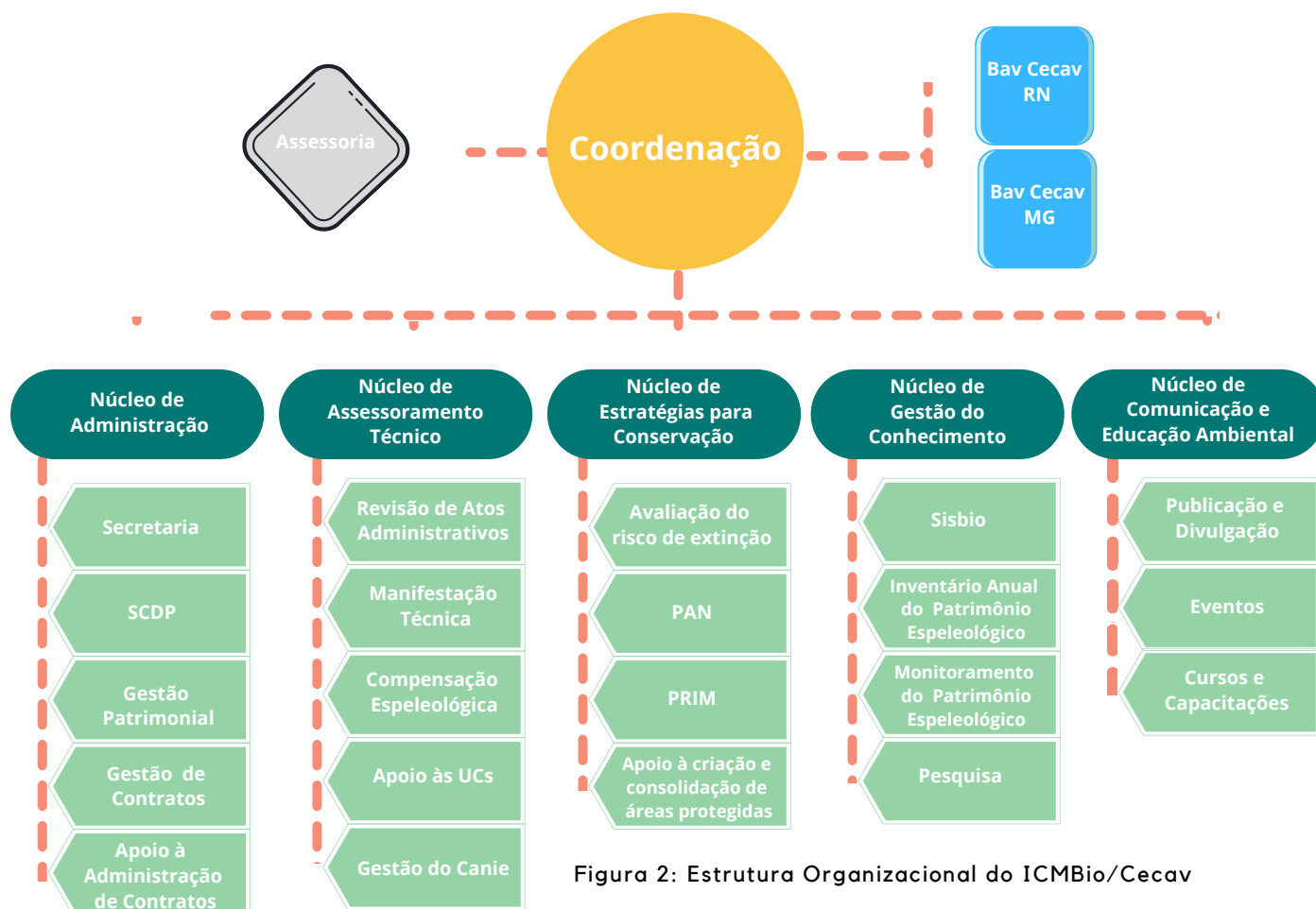


Figura 2: Estrutura Organizacional do ICMBio/Cecav

2.3. CONTATOS

2.3.1. SEDE

A sede administrativa do ICMBio/Cecav está localizada no Parque Nacional de Brasília, de onde irradia as ações para atender as demandas relacionadas à conservação do patrimônio espeleológico em todo Brasil (Figura 3).



Figura 3: Localização da sede e das bases avançadas.

2.3.2. BASE AVANÇADA DO RIO GRANDE DO NORTE

A Base Avançada do ICMBio/Cecav no Rio Grande do Norte (Bav ICMBio/Cecav-RN), criada em 1999, está localizada na sede do ICMBio em Natal. A unidade tem atuação regional voltada principalmente aos estados do Nordeste.

A Bav ICMBio/Cecav-RN executa projetos com apoio de diversas instituições científicas (tais como UFRN, UFERSA, UERN, UFLA, UFPE, UFC, USP, UNISINOS e ITV-DS, entre outras) e apoia pesquisas desenvolvidas por parceiros nas áreas de atuação da base; participa da emissão de pareceres e homologação de autorizações de pesquisa e atividades didáticas solicitadas via Sisbio; auxilia nos processos de licenciamento ambiental que, envolvendo cavernas, demandam atuação do ICMBio ou envolvem a necessidade de compensação espeleológica ou reclassificação do grau de relevância de cavernas; apoia a gestão do Parque Nacional da Furna Feia, particularmente em atividades de pesquisa e educação ambiental envolvendo cavernas, bem como desenvolve rotineiramente atividades em outras unidades de conservação federais como o Parque Nacional do Catimbau (PE), Parque Nacional Ubajara (CE), Parque Nacional da Serra das Confusões (PI) e Parque Nacional Serra da Capivara (PI).

Além disso, participa da avaliação do estado de conservação dos invertebrados troglóbios (coordenando o processo) e morcegos.

SEDE

Telefone:
(61) 2028-9792

Endereço:
Rodovia BR-450, km 8,5 – Via EPIA,
Parque Nacional de Brasília. Brasília -
DF. CEP: 70635-800

BAV ICMBIO/CECAV - RN

Telefone:
(84) 3342-0443

Endereço:
Superintendência do IBAMA.
Av. Alexandrino de
Alencar 1399, Tirol, Natal -RN.
CEP 59.015-350

BAV ICMBIO/CECAV - MG

Telefone:
(61) 2028-9808

Endereço:
Parque Estadual Serra do Rola Moça.
Av. Montreal, s/nº - Jardim Canada,
Nova Lima - MG.
CEP: 34000-000

email: cecav.sede@icmbio.gov.br

2.3.3. BASE AVANÇADA DE MINAS GERAIS

A Base Avançada do ICMBio/Cecav em Minas Gerais (Bav ICMBio/Cecav/MG), criada em 2008, está localizada na sede do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, no município de Nova Lima. O estado de Minas Gerais possui uma grande diversidade geológica, com grandes áreas em formações carbonáticas, ferríferas e quartzíticas, sendo o estado com maior número de cavidades naturais cadastradas (41%) no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie).

Devido a essas características, o ICMBio/Cecav possui diversas demandas em Minas Gerais, principalmente relacionadas ao Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (PNCPE), ao licenciamento ambiental e inerentes às atribuições do ICMBio e do próprio centro de pesquisa. Assim, a Bav ICMBio/Cecav-MG coordena e executa cinco projetos de pesquisa em parceria com diversas instituições científicas e participa de outros projetos.

A Bav ICMBio/Cecav/MG executa atividades, como auxílio aos processos de licenciamento ambiental que envolvem cavidades naturais, atende às demandas do Ministério Público de Minas Gerais e dá apoio às unidades de conservação federais com ambientes cavernícolas, além de possuir pareceristas no Sisbio, ponto focal para Avaliação do Risco de Extinção da Fauna Brasileira e coordenador do Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro (PAN Cavernas do Brasil).

No ano de 2021, a Bav ICMBio/Cecav/MG prestou apoio às seguintes unidades de conservação: Parque Nacional da Serra do Gandarela, Parque Nacional da Serra do Cipó, Parque Nacional das Sempre Vivas, Floresta Nacional de Carajás, Parque Nacional da Furna Feia, Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa e Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira.

Figura 4: Sede do ICMBio/Cecav no Parque Nacional de Brasília. Foto: Renata de Souza.



2.4.EQUIPE

JOCY BRANDÃO CRUZ

Coordenador do ICMBio/Cecav

Geografia
jocy.cruz@icmbio.gov.br

DIEGO DE MEDEIROS BENTO

Coordenador- Substituto

Biologia
diego.bento@icmbio.gov.br

2.4.1.SEDE

CARLA MICHELLE LESSA

Formação: Engenharia Civil
Cargo: Analista Ambiental
Email: carla.lessa@icmbio.gov.br

CLAUDIA SIMONE ALVES

Formação: Geologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: claudia.alves@icmbio.gov.br

CRISTIANO FERNANDES FERREIRA

Formação: Geografia
Cargo: Analista Ambiental
Email: cristiano.ferreira@icmbio.gov.br

DRIELLE DOS SANTOS MARTINS

Formação: Biologia
Cargo: Técnica Ambiental
Email: drielle.martins@icmbio.gov.br

JAQUELINE BERNARDES DO CARMO

Cargo: Secretária
Contratada Terceirizada
Email: jaqueline.carmo@icmbio.gov.br

JOCY BRANDÃO CRUZ

Formação: Geologia
Cargo: Técnico Ambiental
Email: jocy.cruz@icmbio.gov.br

JOSÉ CARLOS RIBEIRO REINO

Formação: Geologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: jose.reino@icmbio.gov.br

JÚLIO F. DA COSTA NETO

Formação: Geografia
Cargo: Analista Ambiental
Email: julio.costa-neto@icmbio.gov.br

LORENE LIMA

Cargo: Assessoria de comunicação
Contratada Terceirizada
Email: lorene.lima.terceirizada@icmbio.gov

RENATA DUARTE R. DE SOUZA

Cargo: Secretária
Contratada Terceirizada
Email: renata.rodrigues@icmbio.gov.br

THAIS XAVIER NUNES

Formação: Geografia
Cargo: Analista Ambiental
Email: thais.xavier@icmbio.gov.br



2.4.2.BAV ICMBIO/CECAV - MG

DARCY JOSÉ DOS SANTOS

Formação: Psicologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: darcy.santos@icmbio.gov.br

JULIO CÉSAR ROCHA COSTA

Formação: Biologia
Cargo : Analista Ambiental
Email: julio.costa@icmbio.gov.br

MAURÍCIO CARLOS M. ANDRADE

Formação: Medicina Veterinária
Cargo : Analista Ambiental
Email: mauricio.andrade@icmbio.gov.br

MAURO GOMES

Formação: Tecnologia em Normalização e
Qualidade Industrial
Cargo : Analista Ambiental
Email: mauro.gomes@icmbio.gov.br

TIAGO CASTRO SILVA

Formação: Biologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: tiago-castro.silva@icmbio.gov.br

2.4.3.BAV ICMBIO/ CECAV - RN

ALESSANDRO F.DE OLIVEIRA

Formação: Engenharia Florestal
Cargo: Analista Ambiental
Email: alessandro.oliveira@icmbio.gov.br

DANIEL REIS M. DE MENDONÇA

Formação: Biologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: daniel.mendonca@icmbio.gov.br

DIEGO DE MEDEIROS BENTO

Formação: Biologia
Cargo: Analista Ambiental
Email: diego.bento@icmbio.gov.br

FREDERICO MOREIRA OSÓRIO

Formação: Biologia
Cargo : Analista Ambiental
Email: julio.costa@icmbio.gov.br

JOSÉ IATAGAN M. DE FREITAS

Formação: Espeleólogo
Cargo: Técnico Ambiental
Email: jose-iatagan.freitas@icmbio.gov.br

Figura 5: Servidor do
ICMBio/Cecav em campo.
Foto: Darcy Santos.





3. NÚCLEO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO



Abrigo do Letreiro (RN), Diego Bento



3.1.SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (SISBIO)

O Sisbio é um sistema de atendimento a distância que permite a pesquisadores solicitarem autorizações para coleta de material biológico e para a realização de pesquisa em unidades de conservação federais e cavernas. O Sisbio opera de maneira descentralizada, de forma que todas as instâncias consultadas durante a tramitação e análise de uma solicitação manifestam-se concomitantemente. O prazo máximo para concessão ou recusa de uma autorização é 45 dias úteis após o envio da solicitação. Os tipos de solicitações disponíveis são:

- 01** Autorizações para atividades com finalidade científica;
- 02** Autorizações para atividades com finalidade didática (no âmbito do ensino superior);
- 03** Licença Permanente;
- 04** Registro Voluntário para coleta e transporte de material botânico, fúngico e microbiológico

O Sisbio permite ao ICMBio realizar a gestão da informação resultante das pesquisas realizadas visando a conservação da biodiversidade, por meio do recebimento de relatórios de atividades que integram a base de dados do instituto sobre ocorrência e distribuição de espécies.

	No Prazo	Fora do Prazo
Recebimentos	335	2
Devoluções	81	1
Pareceres	217	1
Homologações	200	2

Tabela 1: Manifestações do Sisbio.

O ICMBio/Cecav, como uma das instâncias responsáveis pela análise das solicitações, conta com 12 servidores cadastrados no Sisbio (todos possuem a função de pareceristas e homologadores). Ao longo de 2021, houve entre sete e oito servidores atuantes em cada mês.

Em 2021, tramitaram solicitações SISBIO pelo ICMBio/Cecav que geraram 502 manifestações, considerando pareceres emitidos, homologações e devoluções. Destas manifestações, mais de 99% foram executadas dentro dos prazos previstos (Tabela 1).

+99%

DENTRO DO PRAZO

3.2. PROJETOS CONTÍNUOS

3.2.1. INVENTÁRIO ANUAL DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO BRASILEIRO

O território brasileiro é composto por extensas áreas propícias à ocorrência de cavernas, e até o momento foram identificadas mais de 22 mil cavidades naturais subterrâneas.

No entanto, menos da metade dos registros têm suas ocorrências validadas e outros 10% não dispõem de dados referentes à localização geoespacial ou apresentam informações errôneas, tendo em vista que a coleta e sistematização geralmente são precárias.

Indo ao encontro dessa problemática e visando atender ao disposto no Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (instituído pela Portaria MMA N° 358, de 30 de setembro de 2009), o ICMBio/Cecav vem desenvolvendo e dando continuidade ao projeto "Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Nacional", uma das metas do Componente "Conhecimento Espeleológico", que visa o apoio à geração e disseminação de informações (Figura 6).

Os resultados obtidos até 2021 com a execução deste projeto podem ser assim resumidos:

O principal impacto resultante do Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Nacional é o aumento do conhecimento sobre o patrimônio espeleológico nas áreas onde são desenvolvidas as atividades, gerando conhecimento para o aprimoramento da legislação atual de proteção ao patrimônio espeleológico, caso da IN MMA 2/2017, à elaboração e revisão de planos de manejo de UC's onde as atividades são desenvolvidas e, ainda, à proposição de UC's federais com foco na proteção e uso sustentável do patrimônio espeleológico.

- prospecção exocárstica de aproximadamente 3.800 hectares de áreas de alta potencialidade espeleológica,
- identificação e validação de 1506 novas cavernas,
- validação geoespacial de 826 cavidades já constantes no Canie e
- a topografia e caracterização ambiental de 130 cavernas.



Em 2021, a execução foi retomada após paralisação em 2020 devido às restrições impostas pela pandemia da Covid-19, pois o trabalho depende basicamente de viagens e atividades de campo.

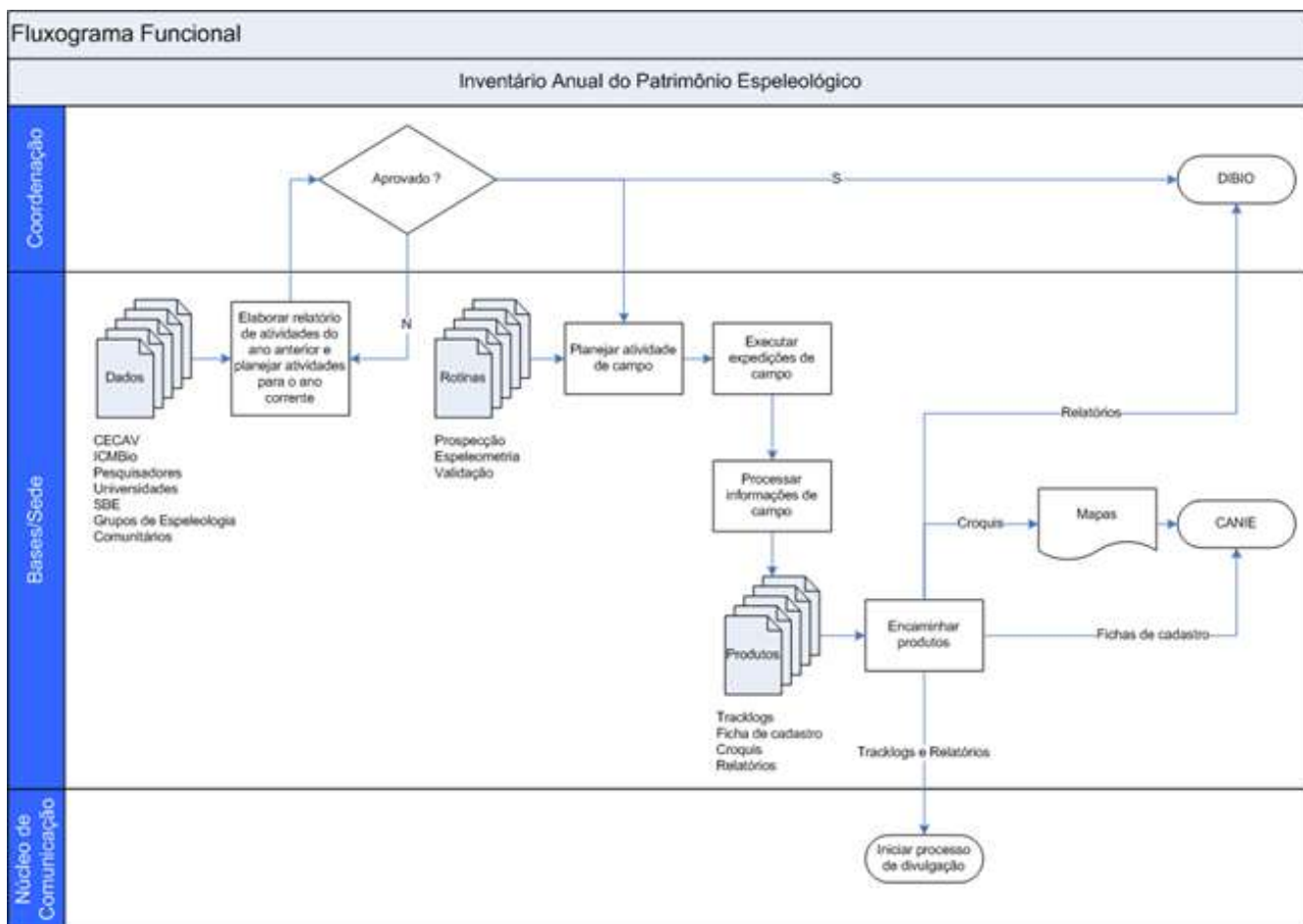


Figura 6 : Fluxograma funcional do projeto Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Nacional.

As atividades tiveram foco em ações de prospecção espeleológica, validação e manejo espeleoturístico nos estados do Rio Grande do Norte, Piauí, Minas Gerais e Acre, tendo como principais resultados inventários realizados em 149 cavernas:

- Validação de 10 cavidades já cadastradas e identificação e validação de três novas cavernas no Vale do Jequitinhonha/MG, bem como de uma nova caverna no Parna Cavernas do Peruaçu/MG.

- Identificação e validação de quatro novas cavernas no Parna da Serra do Divisor, as primeiras cavidades naturais cadastradas para o Estado do Acre;

- Identificação e validação de 49 novas cavernas e caracterização ambiental (inventários biológicos) de outras 26 cavidades naturais no Rio Grande do Norte;

- Identificação e validação de 27 novas cavernas e validação de 23 cavidades naturais subterrâneas, já constantes no Canie, no Parna da Serra das Confusões/PI;

- Identificação e validação de três novas cavernas e validação de três cavidades naturais subterrâneas, já constantes no Canie, no Parna da Serra da Capivara/PI.

3.2.2. PROJETO MONITORAMENTO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

O Projeto Monitoramento do Patrimônio Espeleológico (PNCPE) propôs a estruturação de um sistema complexo de monitoramento, que depende de ações primárias bastante escassas no Brasil como o mapeamento das áreas vulneráveis do patrimônio espeleológico (PE), e consequentemente das áreas onde estão inseridos.

O objetivo inicial do Projeto de Monitoramento foi definir uma metodologia para mapeamento de áreas vulneráveis associadas ao patrimônio espeleológico, prioritariamente as regiões cársticas, tanto em litologias carbonáticas quanto em não carbonáticas.

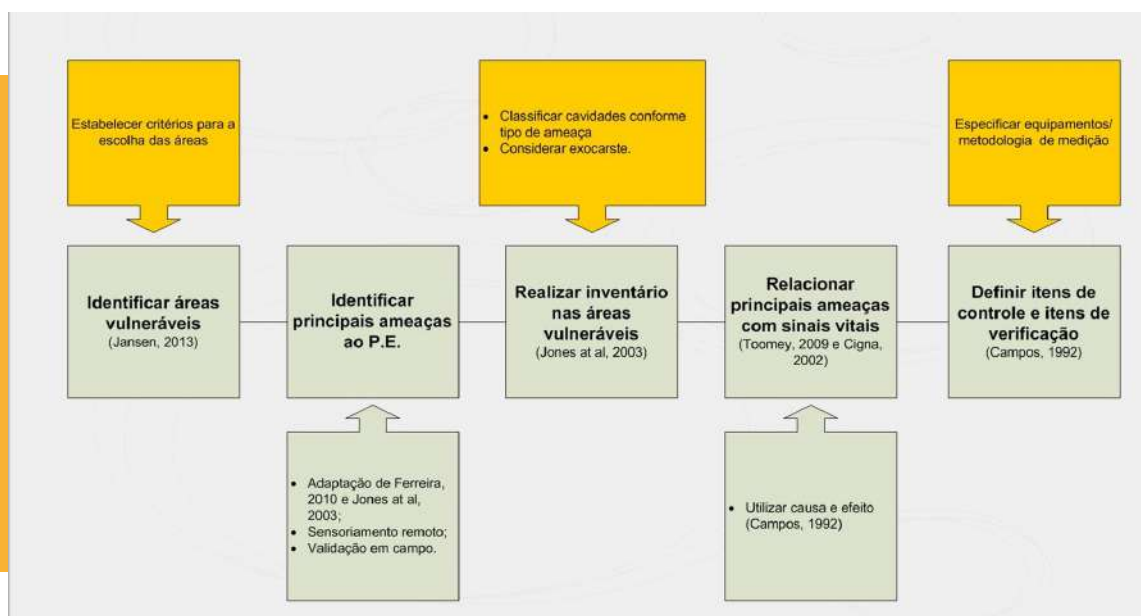
A proposta (Figura 7) visa estabelecer, por meio de normas e procedimentos de suporte à gestão do patrimônio espeleológico, um sistema de monitoramento, avaliação, prevenção e mitigação de impactos sobre o PE, apoiando processos de recomposição e recuperação dos ecossistemas cavernícolas.

Dessa forma, a primeira etapa do Projeto, finalizada em 2014, estabeleceu proposta metodológica para identificar áreas onde o patrimônio espeleológico encontra-se mais vulnerável, utilizando técnicas de geoprocessamento, culminando na elaboração do Mapa de Vulnerabilidade Natural do Patrimônio Espeleológico da Região de Abrangência do Plano de Ação Nacional - PAN Cavernas do São Francisco.

A partir de 2014, foram definidas as linhas gerais para execução das ações de monitoramento a serem desenvolvidas ou coordenadas pelo ICMBio/Cecav. No período 2014-2021, foram desenvolvidos os projetos de pesquisa: Monitoramento Microclimático de Grutas Turísticas de Minas Gerais e Caracterização da Paisagem no Entorno de Cavernas Naturais Subterrâneas, que funcionaram também como projetos-piloto para a validação da metodologia proposta inicialmente.

O desdobramento deste projeto para os próximos anos atenderá demandas específicas, definidas pela coordenação do ICMBio/Cecav.

Figura 7 : Diagrama em bloco da metodologia empregada no projeto de Monitoramento e Avaliação de Impactos sobre o Patrimônio Espeleológico.



3.3. PROJETOS DE PESQUISA

Além dos projetos contínuos, o ICMBio/Cecav desenvolve e/ou apoia outros projetos de pesquisa e conservação dos ambientes cavernícolas e espécies associadas, a saber:

3.3.1. FILOGEOGRAFIA DE INVERTEBRADOS CAVERNÍCOLAS EM FORMAÇÕES FERRÍFERAS E CARBONÁTICAS: EVOLUÇÃO E CONECTIVIDADE BIOLÓGICA EM AMBIENTES SUBTERRÂNEOS COMO DEFINIDORES DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO

Os calcários da Formação Jandaíra, no norte do Rio Grande do Norte e nordeste do Ceará, e as formações ferríferas da Formação Carajás, no Pará, são extremamente relevantes do ponto de vista bioespeleológico, destacando-se pela concentração de espécies troglóbias.

Em função de sua relevância e ampla distribuição em tais áreas, alguns táxons podem ser modelos para estudos evolutivos e de conectividade subterrânea.

Tendo em vista que a fauna cavernícola geralmente apresenta distribuição geográfica restrita e altos níveis de endemismo, busca-se analisar, por meio de uma abordagem integrativa (incluindo morfologia, bioacústica e cronobiologia para alguns táxons) e filogeográfica, a distribuição de linhagens de troglóbios e troglófilos nas áreas de estudo (Figura 8).

Pretende-se gerar dados que ajudem a esclarecer os padrões e processos evolutivos envolvidos e compreender padrões de conectividade biológica nos ambientes subterrâneos aquático e terrestre, com possíveis implicações na legislação ambiental e em ações de conservação voltadas à proteção da biodiversidade subterrânea nestas regiões.

Figura 8: Espécies troglóbias encontradas em cavernas na porção oeste da Formação Jandaíra (RN e CE) e utilizadas como modelos nos estudos de filogeografia comparada. *Cirolanidae* sp.n.1 e *Cirolanidade* sp.n.2 (Isopoda) (B), *Potiberaba porakuara* (Amphipoda: Mesogammaridae) (C) e *Kinnapotiguara troglobia* (Hemiptera: Kinnaridae) (D). As barras brancas no canto inferior direito em cada imagem correspondem a 1 mm.





Figura 9: Sequência do desenvolvimento experimental para a amostragem biológica em furos de sondagem na formação Carajás/PA.

A hipótese do trabalho é de que há padrões genéticos distintos entre os táxons alvo em função do nível de conectividade do ambiente subterrâneo (disponibilidade de habitat) e do potencial de dispersão de cada grupo. Espera-se ainda que a conectividade biológica do ambiente subterrâneo terrestre seja restrita se comparada à do aquático.

Por meio de análise exploratória com códigos de barra de DNA (gene mitocondrial *Cox1*), será feita a delimitação e seleção de linhagens, buscando selecionar táxons para análises filogenéticas e filogeográficas com abordagens multilocus e genômicas (NGS), visando determinar parâmetros populacionais, tempo de divergência e fluxo gênico entre linhagens de diferentes cavernas.

Além da delimitação das espécies e populações, busca-se compreender os padrões de conectividade biológica subterrânea, gerando

informações moleculares para complementar a descrição morfológica de prováveis espécies novas, subsidiar revisões taxonômicas e, junto com informações sobre padrões de diversidade genética e graus de endemismo, gerar conhecimento aplicável à conservação e gestão do patrimônio espeleológico.

O projeto é financiado com recursos vinculados ao Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica No 01/2018, firmado entre ICMBio e Vale S.A. É coordenado pelo ICMBio/Cecav, incluindo ainda pesquisadores vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade de Brasília (UnB), Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e Instituto Tecnológico Vale (ITV-DS/Belém).

Os resultados obtidos, até o momento, incluem a delimitação inicial (utilizando o gene mitocondrial Cox1) de linhagens das espécies troglóbias com ocorrência em cavernas e nascentes cársticas no oeste da Formação Jandaíra (indicando diversas linhagens crípticas), bem como a conclusão das etapas de coleta e análise de material biológico, obtido com utilização de armadilhas em furos de sondagem mineral na formação Carajás/PA (Figura 9).

Estes resultados prévios foram apresentados na forma de resumos expandidos no 35º Congresso Brasileiro de Espeleologia, bem como resultaram na publicação de duas teses de doutorado e duas dissertações de mestrado.

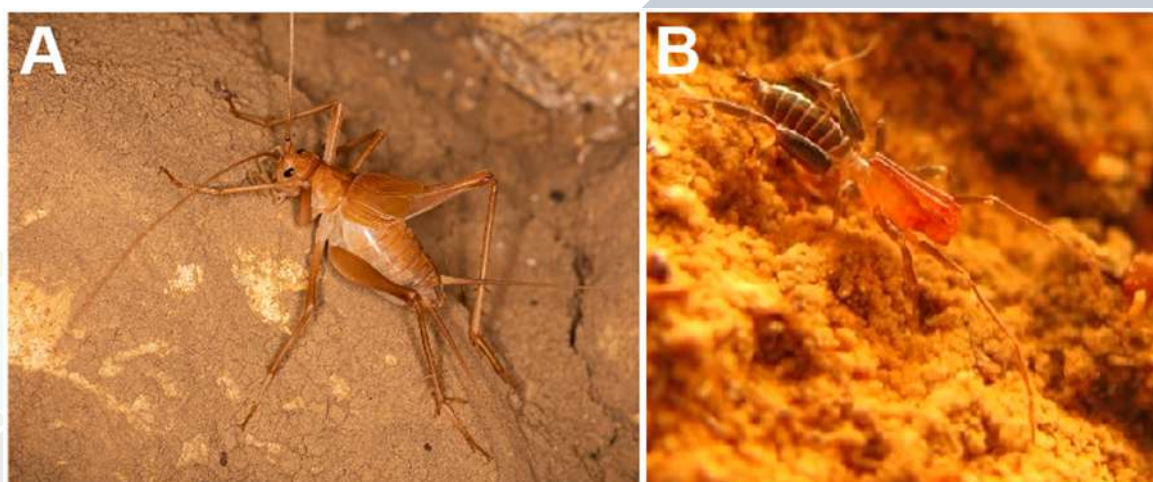
Além de diversos artigos que serão submetidos a periódicos científicos, o projeto ainda resultará na publicação de uma tese de doutorado e duas dissertações de mestrado.

O projeto teve seu andamento reorganizado em função da pandemia da Covid-19 em 2020 e 2021, já que tanto as atividades de campo quanto a continuação do sequenciamento de marcadores moleculares e demais atividades laboratoriais foram adiados.

No entanto, teve início em 2021 a amostragem voltada às análises envolvendo espécies atualmente consideradas troglófilas e com ocorrência em cavernas no oeste da Formação Jandaíra (RN e CE) (Figura 10).

Além de análises morfológicas e moleculares, tais espécies serão alvo também de análises bioacústicas e cronobiológicas. Estas atividades terão continuidade em 2022, e espera-se concluir o sequenciamento genômico e de marcadores mitocondriais e nucleares, bem como as amostragens em cavernas na formação Carajás/PA, e iniciar os estudos bioacústicos e cronobiológicos com espécies de ocorrência na Formação Jandaíra.

Figura 10: Espécies atualmente consideradas troglófilas, com ocorrência em cavernas no oeste de formação Jandaíra (RN e CE): *Endecous potiguar* (A) e *Rowlandius potiguar* (B).



3.3.2. MONITORAMENTO MICROCLIMÁTICO DE GRUTAS TURÍSTICAS DE MINAS GERAIS

O projeto foi elaborado para atender o Componente 4 "Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre o Patrimônio Espeleológico" do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (Portaria MMA Nº 358/2009), que tem como objetivo estabelecer e fortalecer sistemas de monitoramento, de avaliação, de prevenção e de mitigação de impactos sobre esse patrimônio, apoiando inclusive processos de recomposição e recuperação dos ecossistemas degradados e dos componentes da geodiversidade.

Este projeto é desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e Karst Research Institute da Eslovênia e tem como objetivo principal demonstrar o papel e a função do monitoramento microclimático de cavidades naturais subterrâneas abertas ao turismo (Figura 11).

O projeto monitora, desde 2017, parâmetros climáticos em sete cavernas no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, que integram o roteiro turístico da unidade de conservação e da Gruta de Nossa Senhora da Lapa, também conhecida como Lapa de Antônio Pereira, Monumento Natural Municipal localizado na cidade de Ouro Preto.

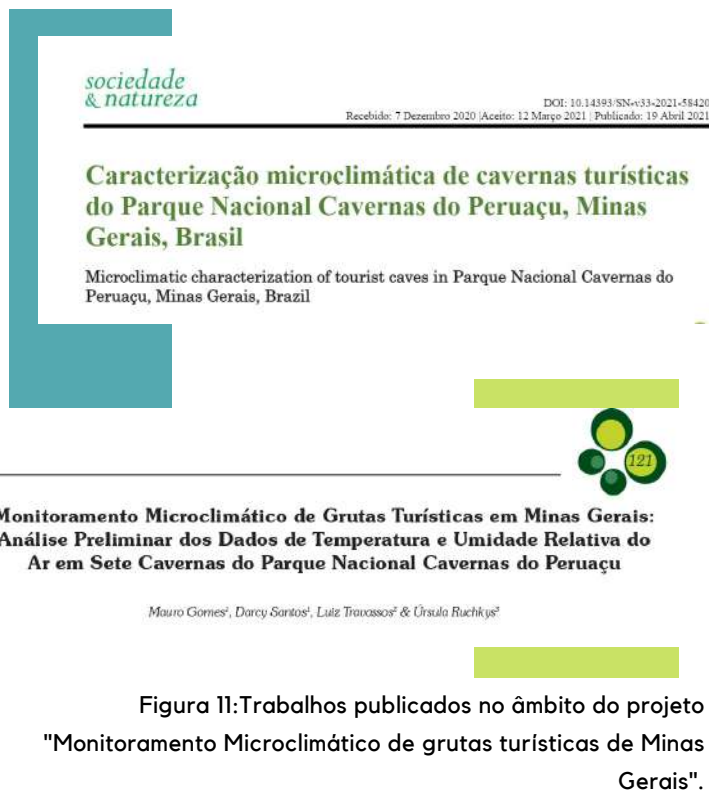


Figura 11: Trabalhos publicados no âmbito do projeto "Monitoramento Microclimático de grutas turísticas de Minas Gerais".



Figura 12: Coletor de dados na Lapa do Caboclo (Januária/MG). Detalhe de aparelho danificado atacado por *Kerodon rupestris*. Foto: Mauro Gomes..

A coleta de dados é realizada por meio de 48 dispositivos automatizados instalados no interior das cavernas e vem registrando os dados de temperatura e umidade de maneira ininterrupta a cada intervalo de 10 minutos.

Em 2021 foram realizadas três expedições para cada uma das localidades atendidas pelo projeto. Nestas expedições, além da realização da coleta dos dados, também foram substituídas as pilhas e equipamentos defeituosos (Figura 12). Ainda neste ano foi defendida a tese "Espeleoclima da Lapa de Antônio Pereira (Ouro Preto, MG): monitoramento espeleometeorológico e zoneamento atmosférico cavernícola" por um ex-bolsista do projeto.

Para 2022, além da realização de expedições de campo para coleta de dados e verificação do funcionamento dos equipamentos, está previsto o início do processamento e análise dos dados coletados ao longo dos cinco anos de monitoramento.

O projeto teve o seu prazo de execução estendido até o final de 2022, o que possibilitará o desenvolvimento do primeiro estudo microclimático de longa duração em cavernas brasileiras.

3.3.3. USO DE CAVIDADES NATURAIS E ENTORNO POR VERTEBRADOS E INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ASSOCIADAS

O projeto foi elaborado para atender o Componente 4 "Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre o Patrimônio Espeleológico" do PNCPE.

O projeto visa determinar o uso e ocupação dos vertebrados em cavidades naturais e em seu entorno, identificando suas necessidades, pressões sofridas pela ação antrópica e as diferentes relações ecológicas comportamentais inter e intraespecíficas nestes ambientes. Os estudos estão sendo desenvolvidos a partir do registro de anuros, aves, mamíferos e répteis e da coleta de seus ecto e hemoparasitos em diferentes regiões envolvendo cavidades naturais e seu entorno, sobretudo as Serras do Gandarela e do Rola-Moça (Figura 13).

O projeto, por meio de seus resultados, visa auxiliar na elaboração de diretrizes ao licenciamento ambiental, relacionadas à determinação da área de influência, utilizando os vertebrados e seus parasitos como indicadores e ao adequado monitoramento das cavidades potencialmente impactadas em áreas não protegidas.

O projeto também irá subsidiar a elaboração e revisão dos planos de manejo das unidades de conservação envolvidas, além de auxiliar as tomadas de decisão relacionadas aos empreendimentos minerários do entorno das unidades.



Figura 13: – Algumas espécies de vertebrados registradas em cavernas: **a.** Roedor do gênero *Rhipidomys*; **b.** Passeriforme adulto de *Scytalopus petrophilus* levando alimento para os ninhegos; **c.** Ninho de *Knipolegus nigerrimus* com ovo e ninhego; **d.** Quiróptero do gênero *Peropteryx*. Anfíbios anuros das espécies *Bokermannohyla martinsi* (**e**) e *Allobates carajas* (**f**). Fotos: a, b, c, d, f (Júlio Costa); e (Darcy Santos).

Adicionalmente, os resultados que estão sendo alcançados contribuirão para o aumento do conhecimento sobre as espécies de vertebrados registrados e parasitos associados, colaborando com informações para o manejo e conservação das espécies, nos processos de avaliação dos riscos de extinção e nos planos de ação correlacionados.

Em 2021, foram publicados dois artigos em periódicos científicos internacionais (Costa et al., 2021 e de Andrade et al., 2021). No mesmo ano foram escritos e entregues dois capítulos

do livro "Fauna Cavernícola do Brasil", referentes a Herpetofauna, Avifauna e Psicodídeos, onde parte dos dados apresentados foram obtidos a partir dos resultados alcançados nesse projeto.

O livro terá como público-alvo a sociedade espeleológica, os técnicos e analistas que trabalham com licenciamento ambiental, a sociedade acadêmica e profissionais de diferentes áreas (biólogos, ecólogos, geógrafos, geólogos e outros).

Este projeto possui algumas instituições de ensino e pesquisa parceiras, como a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), PUC Minas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade de São Paulo (USP). Além disso, quando possível, o projeto tem contado com a colaboração de bolsistas de iniciação científica aprovados junto ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/ ICMBio).

3.3.4 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM NO ENTORNO DE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS

O projeto foi elaborado para atender o Componente 4 "Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre o Patrimônio Espeleológico" do PNCPE. Esta atividade foi iniciada em 2015 com o mestrado intitulado "Caracterização da Paisagem no Entorno de Cavernas Naturais Subterrâneas em Geossistemas Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero".



Seu objetivo foi analisar a composição, configuração e evolução da paisagem no entorno das cavernas, aplicando uma proposta de análise sistêmica, integrando sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto e ecologia da paisagem com foco na conservação do patrimônio espeleológico (Figura 14).

A abordagem quantitativa de estudo da paisagem considerando sua composição e configuração fornece subsídios aos estudos de bioespeleologia, principalmente no estabelecimento de relações entre a fauna subterrânea e a cobertura vegetal que envolve as cavidades.

O estudo da fragmentação da paisagem aliado às características de estabilidade ambiental das cavernas pode facilitar o estabelecimento de prioridades no que se refere ao desenvolvimento de pesquisas relacionando a estrutura da paisagem no entorno das cavernas com a estrutura das comunidades cavernícolas (Figura 15).

Em 2021 foi publicado o capítulo de livro intitulado "GEOSCAPES: a Ecologia da Paisagem no âmbito dos estudos sobre patrimônio espeleológico em geossistemas ferruginosos" inserido no livro "Ecologia da Paisagem no Contexto Luso-Brasileiro" que pretende disseminar e fomentar o crescimento da Ecologia da Paisagem no Brasil e em Portugal, assim como em outros países lusófonos.

Figura 14: Coleta de dados na Lapa do Carlucio (MG). Foto Mauro Gomes

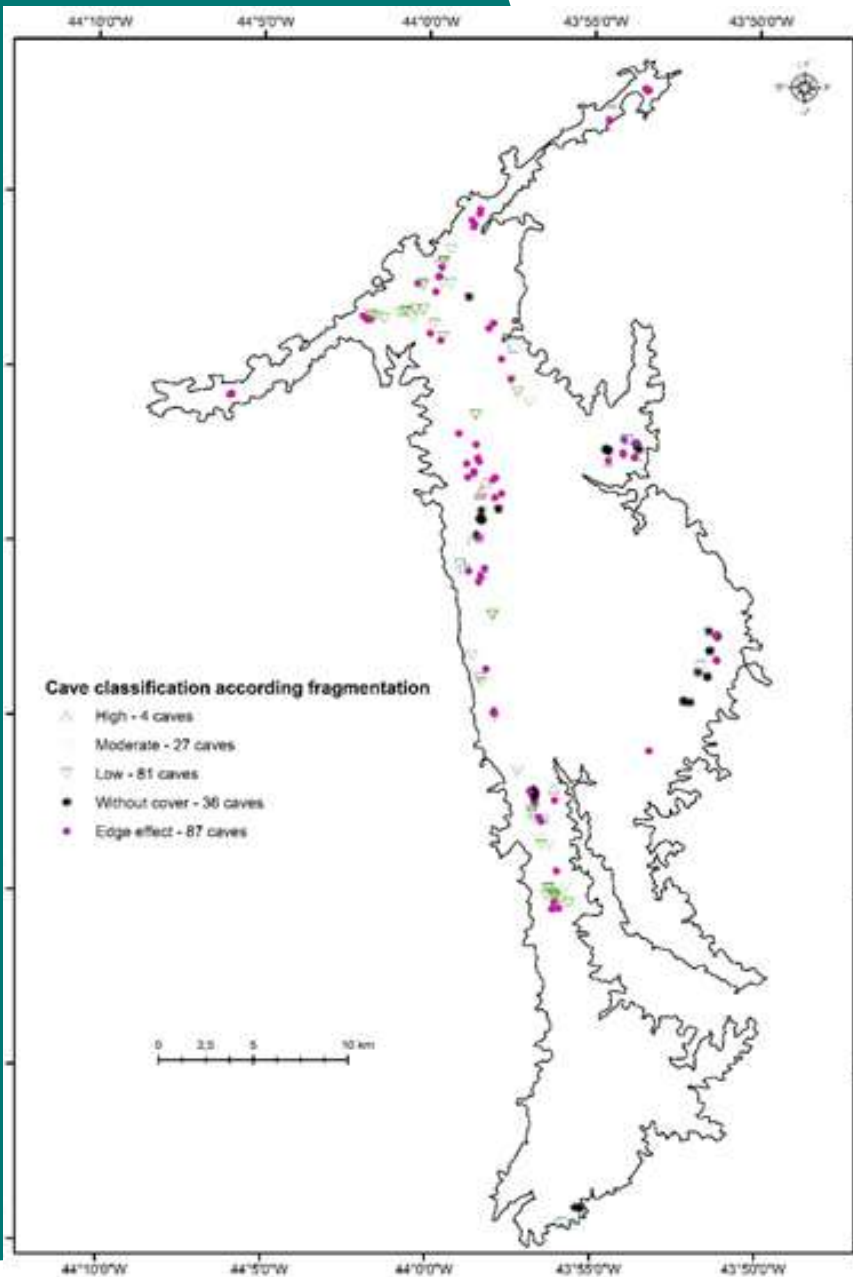


Figura 15: Mapa com a localização das 235 cavidades localizadas no Sinclinal Moeda, Quadrilátero Ferrífero/MG, classificadas quanto à fragmentação da cobertura vegetal do seu entorno.

O resultado desta parceria proporcionou a elaboração do artigo "A buried umbrella: historical changes in the landscape surrounding the habitats of threatened troglobitic isopods in Brazil" submetido em 2021.

Após a publicação dos resultados obtidos nos Geossistemas Ferruginosos, o ICMBio/Cecav trabalhou em parceria com o Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS) da Universidade Federal de Lavras para aplicar a pesquisa desenvolvida no Quadrilátero Ferrífero às cavernas carbonáticas da Província Espeleológica de Arcos-Pains no âmbito do projeto "Distribuição e uso de habitat de espécies de *Spelunconiscus* sp. na região de Arcos, Pains e Doresópolis" conduzido pelo centro.

Os resultados esperados para o projeto foram alcançados e ações futuras dentro desta temática poderão ser desenvolvidas conforme demandas específicas da coordenação do ICMBio/Cecav.



Figura 16: Entrada da Caverna Capão dos Palmitos, um dos sítios de geodiversidade avaliados. Foto: Darcy dos Santos.

3.3.5 VALORES E USOS DA GEODIVERSIDADE EM PARQUES NACIONAIS CONSIDERANDO SUA CONTRIBUIÇÃO NA CONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

A geodiversidade abrange o conjunto de recursos de natureza abiótica incluindo suas relações que dão origem às paisagens, o que demonstra sua representatividade no cenário de conservação da natureza.

As unidades de conservação se apresentam como locais privilegiados para realização de atividades didáticas em contato com a natureza, além do uso turístico. Em algumas se destaca a ocorrência do patrimônio espeleológico.

Neste contexto, o trabalho a ser desenvolvido em quatro parques nacionais, busca aumentar o conhecimento, disponibilizar e operacionalizar processos eficientes para conservação do patrimônio espeleológico incluindo a análise da geodiversidade, com vistas a gerar subsídios para o manejo e conservação, conforme preconizado nas diretrizes do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico – PNCPE.

Buscar-se-á a valorização deste patrimônio por meio da avaliação dos serviços ecossistêmicos da geodiversidade para sua conservação, da sua avaliação como atratividade turística e elemento de educação ambiental e das dinâmicas sociais envolvidas em seu uso.

Em 2021, foram realizadas três expedições ao Parque Nacional da Serra do Cipó, sendo avaliados onze locais como potenciais sítios de geodiversidade com vistas ao uso didático (Figura 16). Em uma destas expedições, o projeto foi apresentado para professores da rede pública de ensino dos municípios de Jaboticatubas e Santana do Riacho, no estado de Minas Gerais. Após a apresentação acompanhamos estes professores e funcionários do parque em visita a quatro sítios de geodiversidade, trocando experiências sobre as possibilidades de seus usos em atividades das escolas.

3.3.6. AMPLIAÇÃO DA PESQUISA E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO NO NORDESTE BRASILEIRO

O projeto teve sua execução iniciada em 2021, com atividades complementares às executadas no projeto Inventário Anual do Patrimônio Espeleológico Nacional. O objetivo principal é a realização de inventários (atividades de prospecção espeleológica e validação) em áreas de reconhecido potencial espeleológico no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, diagnosticar a situação do patrimônio espeleológico nestas regiões e orientar o uso turístico em cavernas no Parna da Furna Feia/RN e Felipe Guerra/RN.

Para os próximos anos, estão previstas ações de inventário e diagnóstico espeleológico nas regiões das seguintes unidades de conservação federais e entorno:

- Parna e APA do Boqueirão da Onça;
- Parna do Catimbau;
- APA da Chapada do Araripe.



Figura 17: Caverna dos Crotos, Felipe Guerra (RN). Foto: Diego Bento

Em 2021, foram realizadas ações iniciais nos Parques Nacionais da Serra das Confusões e Serra da Capivara, no Piauí, e no município de Felipe Guerra/RN (Figura 17). Os resultados, já apresentados anteriormente na seção destinada ao projeto Inventário, são os seguintes:

- Identificação e validação de 49 novas cavernas no Rio Grande do Norte;
- Identificação e validação de 27 novas cavernas e validação de 23 cavidades naturais subterrâneas já constantes no Canie no Parna da Serra das Confusões/PI; ;
- Identificação e validação de três novas cavernas e validação de três cavidades naturais subterrâneas já constantes no Canie no Parna da Serra da Capivara/PI.
- Vistorias técnicas em cavernas com proposta de uso turístico no Parna da Furna Feia e em Felipe Guerra/RN.

3.3.7 ECOLOGIA DE VERTEBRADOS ASSOCIADOS A CAVERNAS DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

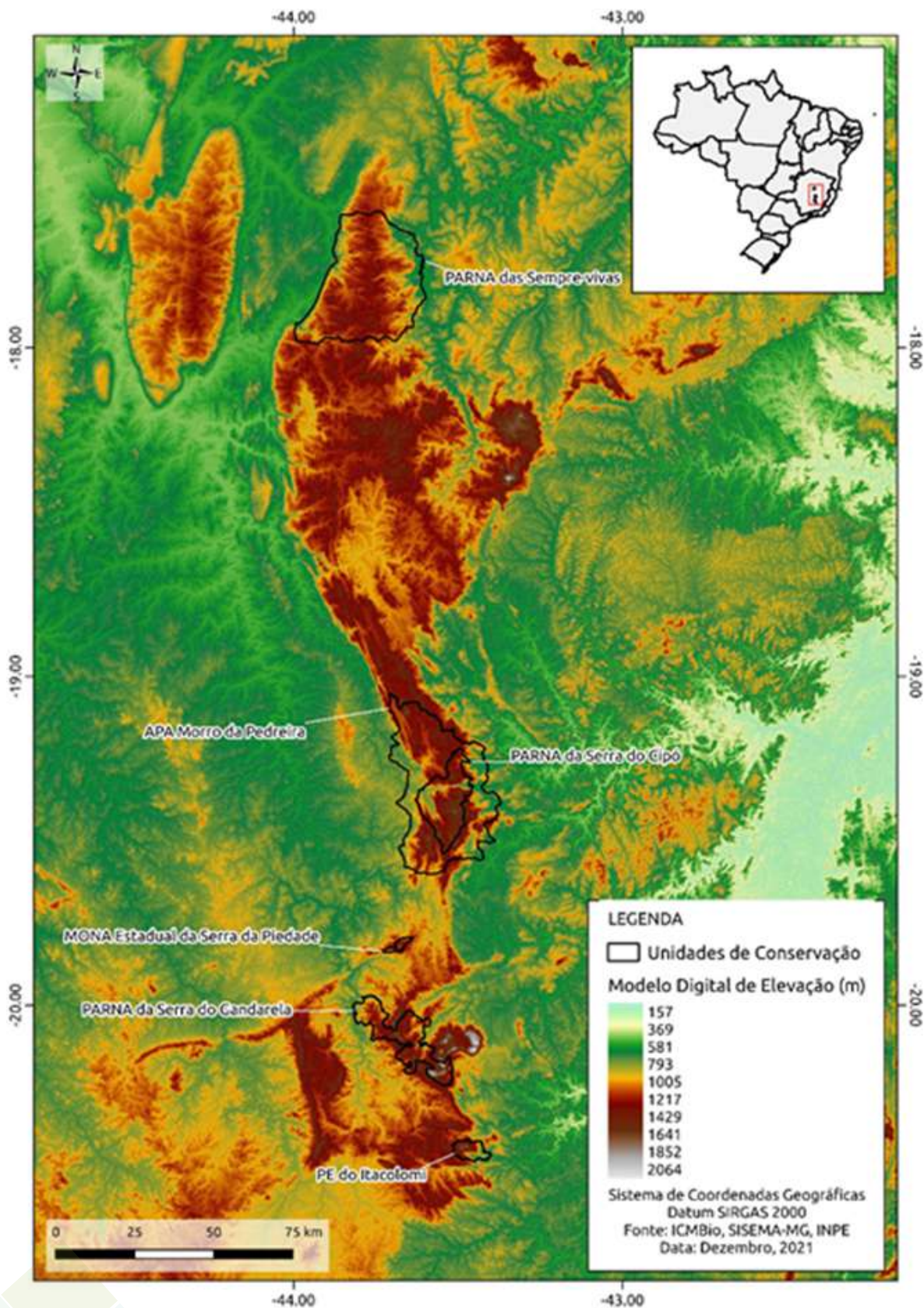


Figura 18: Mapa mostrando as unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional onde o projeto "Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas do Espinhaço Meridional" será desenvolvido. Autor: Tiago Castro Silva.

O projeto é financiado pelo Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica (TCCE) firmado entre o ICMBio e a Vale e tem como objetivo conhecer a diversidade e abundância de vertebrados que utilizam cavernas em diferentes áreas da Serra do Espinhaço meridional, bem como suas relações ecológicas com os demais organismos que habitam esse ambiente.

O projeto está sendo desenvolvido nas seguintes unidades de conservação federais e estaduais: Parque Nacional da Serra do Gandarela, Parque Nacional da Serra do Cipó, APA Morro da Pedreira, Parque Nacional das Sempre Vivas, Parque Estadual do Itacolomi e Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade(Figura 18).



Este projeto possui algumas instituições de ensino e pesquisa parceiras, como a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e o Instituto Tecnológico Vale (ITV).

O projeto teve início em agosto de 2021, com visitas técnicas às unidades de conservação para definição das áreas e cavidades naturais a serem pesquisadas (Figura 19). Em 2022, será solicitada a licença Sisbio e demais licenças, e serão iniciadas as coletas sazonais de dados do projeto, que tem o ano de 2024 como prazo final de execução.

O projeto poderá contribuir para elaboração de diretrizes para o licenciamento ambiental, relacionadas à determinação da área de influência, grau de relevância e ao monitoramento das cavidades potencialmente impactadas.

O projeto irá gerar informações para subsidiar a elaboração e revisão de planos de manejo de unidades de conservação, além de contribuir com as tomadas de decisão relacionadas aos empreendimentos do entorno dessas .

Assim, medidas de conservação e manejo adequadas poderão ser tomadas para a proteção das cavernas e da fauna associada.

Figura 19: Equipe do ICMBio/Cecav em campo. Gruta do Trevo do Pilar I, no Parque Nacional da Serra do Cipó.
Foto: Maurício de Andrade

3.3.8 REVELANDO A BIODIVERSIDADE SUBTERRÂNEA EM UM OÁSIS NA CAATINGA

As cavernas calcárias da Formação Jandaíra (Figura 20), região semiárida do Nordeste do Brasil, são consideradas de extrema relevância bioespeleológica, destacando-se pelo número de espécies troglóbias (exclusivamente subterrâneas) e por abrigar os únicos relictos oceânicos do país.

Apesar do registro de 75 morfoespécies com caracteres troglomórficos, apenas seis foram descritas, o que é um importante indicador de que a fauna troglóbia da região ainda é pouco conhecida e que a descrição de novas espécies é urgente.

Incluídas neste contexto estão diversas morfoespécies de isópodes, anfípodes, colêmbolos e planárias ainda não descritas formalmente, a maioria com distribuição restrita e possivelmente ameaçadas de extinção.



Figura 20: Caverna dos Crotos, em Felipe Guerra/RN. Foto: Diego Bento

Adicionalmente, não há um inventário de microcrustáceos que habitam os corpos d'água subterrâneos na Formação Jandaíra, o que é considerado um dos principais vieses amostrais em relação à fauna subterrânea de regiões mais bem estudadas.

Portanto, os objetivos principais do projeto são descrever novas espécies troglóbias de isópodes, anfípodes, colêmbolos e planárias (número estimado de até 25 novas espécies) e realizar o primeiro levantamento amplo de microcrustáceos em cavernas na Formação Jandaíra, gerando conhecimento aplicável à conservação e uso sustentável do patrimônio espeleológico.

O projeto é executado pela Bav ICMBio/Cecav/RN, com parceria da UFRN, UFLA, UNISINOS e UEPB, e contempla três doutorados e dois pós-doutorados.

O projeto teve início em 2021, com a realização das seguintes atividades:

- Realização de três expedições de campo para coleta de microcrustáceos planctônicos, caracterização físico-química dos corpos d'água nas cavernas e coleta de invertebrados troglóbios dos grupos alvo do projeto;
- Triagem e análises morfológicas e físico-químicas relacionadas ao inventário de microcrustáceos planctônicos cavernícolas, referentes às coletas do primeiro ciclo anual (estações seca e chuvosa);
- Visita ao Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS/UFLA), para análises morfológicas e obtenção de imagens de microscopia óptica e eletrônica de espécimes dos grupos alvo do projeto, visando subsidiar a elaboração de artigos científicos com as descrições das novas espécies.



4. NÚCLEO DE ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO



Gruta da Tarimbá (GO), Cristiano Ferreira



4.1. AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXTINÇÃO DA FAUNA BRASILEIRA

O processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira, desenvolvido no ICMBio, visa atender ao Programa Pró-Espécies instituído pela Portaria MMA nº43/2014. Este processo consiste em avaliar o risco de uma espécie se tornar extinta no futuro próximo, dado o conhecimento atual das tendências populacionais, a distribuição, e as ameaças recentes, atuais ou projetadas. O método usado é aquele estabelecido pela União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) e adotado internacionalmente para elaboração das listas vermelhas de espécies ameaçadas (Figura 21).

A avaliação é desenvolvida em parceria com a comunidade científica em diversas etapas, como por exemplo, compilação de dados, consultas on-line, oficinas de avaliação e validação e edição das fichas (figura 22). Sendo que a maioria destas etapas é executada por meio do Sistema de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade (SALVE), sistema eletrônico desenvolvido pelo ICMBio especificamente para este processo. A coordenação-geral do processo de avaliação é de responsabilidade do Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado (ICMBio/CBC).

O que é o SALVE

O Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE foi elaborado para facilitar o processo de avaliação da fauna brasileira, funcionando como uma base de dados das espécies avaliadas e como uma ferramenta para o controle e o acompanhamento das diferentes etapas do processo.



Figura 21: Etapas do processo de avaliação do risco de extinção das espécies da fauna brasileira.

Ao ICMBio/Cecav cabem as funções de ponto focal dos invertebrados troglóbios e morcegos, sendo que atualmente são três servidores que atuam na avaliação. Quanto aos invertebrados troglóbios, 145 espécies foram avaliadas na oficina de avaliação realizada em 2018.

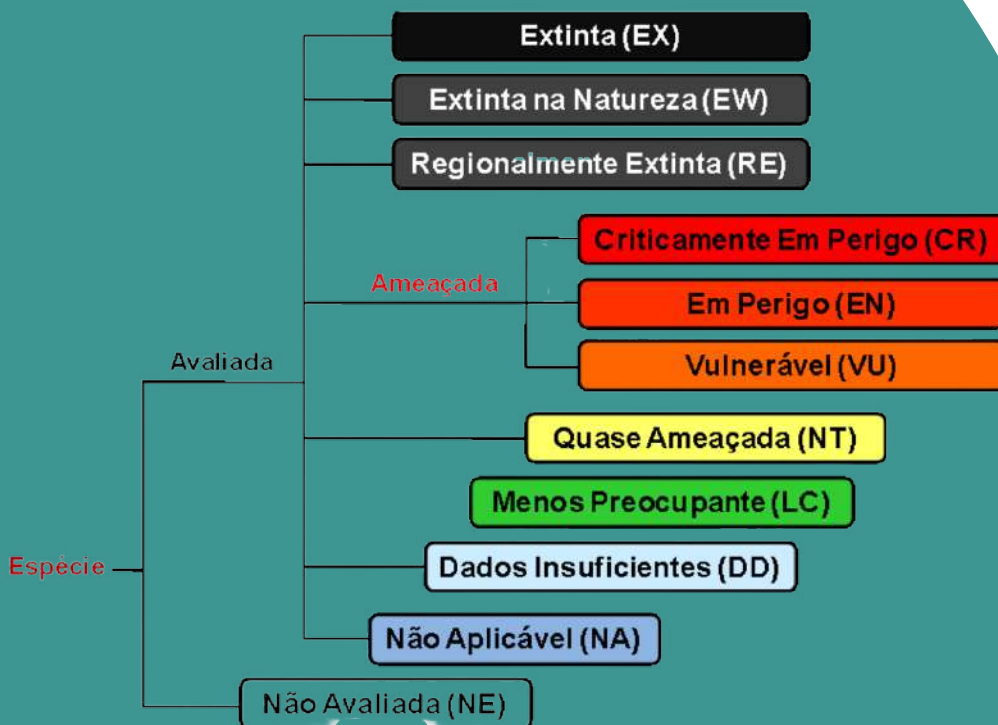
Em 2019 foi realizada a etapa de validação, e em 2020 e 2021 avançou-se na revisão das fichas para publicação no módulo público do SALVE.

Com relação aos morcegos, em 2021 houve avanço na etapa de validação, quando 92% das espécies foram validadas. As demais espécies estão na etapa final do processo.

Atualmente, 75% das fichas de avaliação estão finalizadas e prontas para publicação no módulo público do SALVE, o restante apresenta pendências temporárias que impedem a publicação, como por exemplo dados em carência ou necessidade de ajustes.

Para o ano de 2022, por demanda do ICMBio/CBC, os mapas de distribuição das espécies de morcegos e de invertebrados troglóbios serão refeitos, em atendimento ao novo padrão criado.

Figura 22: Para avaliar o risco de extinção das espécies é utilizado o método desenvolvido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), amplamente utilizado em avaliações do estado de conservação de espécies em nível global e já adotada por diversos países. O método classifica as espécies em categorias, utilizando critérios objetivos e quantitativos, que consideram informações sobre a distribuição da espécie, tamanho e tendência populacionais, ecologia, como uso do habitat, ameaças que incidem sobre a espécie e medidas de conservação já existentes. O método foi inicialmente desenvolvido para ser aplicado em nível global, mas, para espécies não endêmicas do país, pode ser utilizado em nível nacional observando-se certos ajustes. Maiores informações e detalhes sobre o método podem ser obtidos nos materiais originais da IUCN.



4.2. PLANO DE AÇÃO NACIONAL - PAN

O ICMBio/Cecav, enquanto centro especializado em pesquisa e conservação de cavernas do ICMBio, possui a atribuição de elaborar, monitorar e avaliar os planos de ação nacionais para conservação de espécies ameaçadas de extinção e do patrimônio espeleológico, assim como promover ações de manejo para conservação dos ambientes cavernícolas e espécies associadas (Figura 23).

O ICMBio/Cecav promoveu entre os dias 22 e 26 de novembro de 2021 a Oficina Presencial de Elaboração do Plano de Ação para a Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro - PAN Cavernas do Brasil. A Oficina foi realizada na Serra do Cipó/MG e contou com a participação de 25 representantes de 14 instituições, reunindo pesquisadores, especialistas, terceiro setor e instituições públicas (Figura 24).

Dentre as instituições presentes estavam: Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal do Tocantins (UTO), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), Superintendência Regional de Meio Ambiente de Minas Gerais (SUPRAM/MG), Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) e outras organizações.

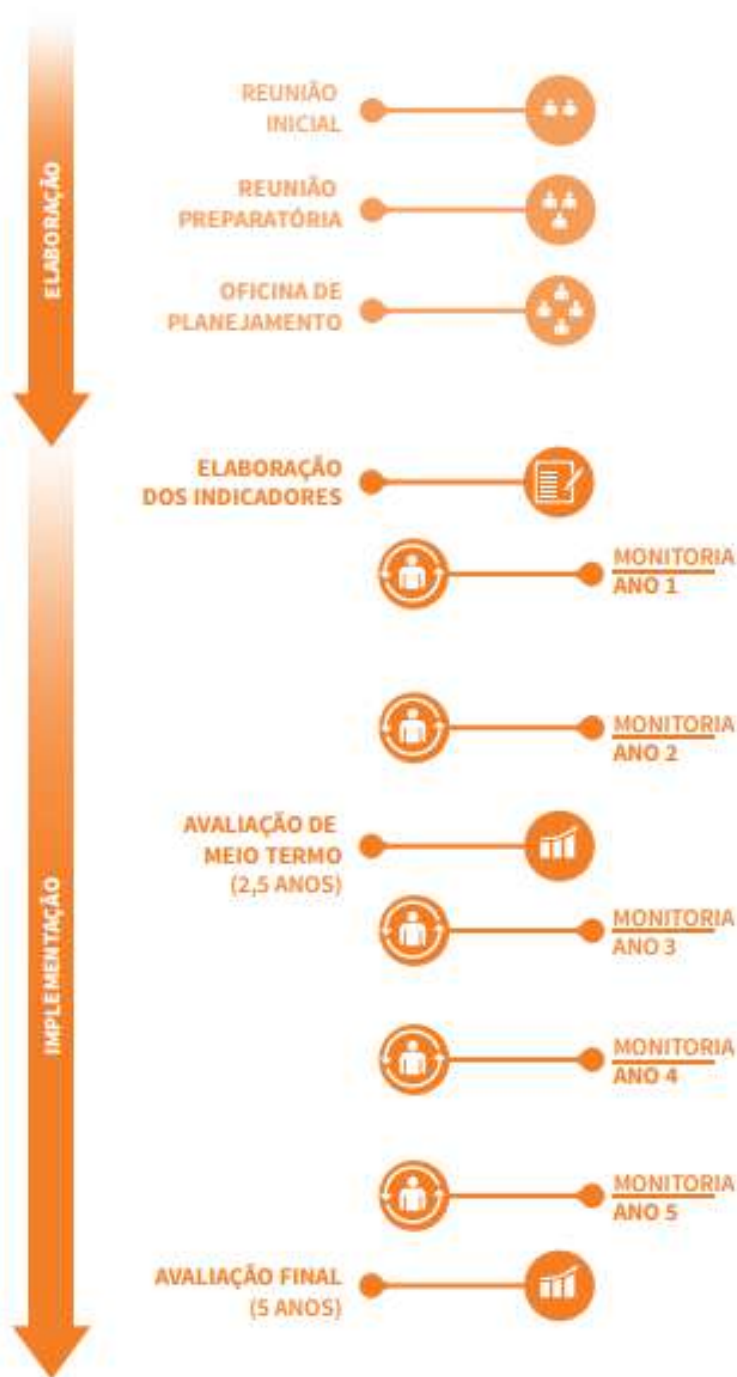


Figura 23: Linha do tempo dos eventos do PAN. Fonte: Guia para gestão de Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção.

Devido à pandemia do coronavírus, a elaboração do PAN iniciou virtualmente com a Oficina Virtual de Elaboração, que ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2020 e contou com a presença de 39 participantes de 24 instituições. A Oficina Virtual visou, de forma específica, levantar as ameaças ao patrimônio espeleológico brasileiro e construir preliminarmente os Objetivos Geral e Específicos do PAN. A Oficina Presencial objetivou finalizar a elaboração do PAN, com a construção final dos objetivos e das ações para melhoria na conservação do patrimônio espeleológico e das espécies ameaçadas de extinção contempladas no PAN.

O PAN contempla 174 espécies cavernícolas, incluindo espécies constantes nas Portarias MMA N° 444/2014 e N° 445/2014 e espécies que foram validadas como ameaçadas no Segundo Ciclo de Avaliação do Risco de Extinção da Fauna Brasileira, realizado em 2019.

Dessas, constam 155 espécies de invertebrados terrestres e aquáticos, além de 15 espécies de peixes e quatro de morcegos cavernícolas. O Objetivo Geral do PAN construído durante a Oficina Presencial é "Prevenir, reduzir e mitigar os impactos e danos antrópicos sobre o patrimônio espeleológico brasileiro, espécies e ambientes associados, em cinco anos". Para tanto, o Plano foi elaborado com 4 Objetivos Específicos e 45 ações. Dessa forma, o plano pretende diminuir os impactos negativos das ações antrópicas sobre os alvos de conservação do PAN e incentivar a pesquisa científica para geração de conhecimento com a finalidade de subsidiar as ações de conservação.



Figura 24: Participantes da Oficina Presencial de Elaboração do PAN Cavernas do Brasil, realizada em novembro de 2021 na Serra do Cipó/MG. Foto: Ivan Campos.

4.3. PLANO DE REDUÇÃO DE IMPACTOS DA MINERAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE E O PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO - PRIM MINERAÇÃO



Figura 25: Quebra da barragem da mina Córrego do Feijão, Brumadinho (MG). Foto: Antônio Cruz/Agência Brasil

PRIM

O Plano de Redução de Impactos – PRIM é uma ferramenta de apoio à decisão e gestão ambiental, que têm como principal objetivo gerar cenários de compatibilização entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de atividades socioeconômicas, por meio da identificação de medidas objetivas de redução dos impactos potenciais e da busca de espaços geográficos onde se garanta a manutenção dos serviços ecossistêmicos e de populações viáveis de espécies, sem prejuízo da construção e operação de empreendimentos e atividades.

A atividade de mineração é um dos vetores de ameaça à biodiversidade e geodiversidade brasileira, capaz de elevar o risco de extinção de espécies e ecossistemas e comprometer o patrimônio espeleológico (Figura 25). No intuito de propor soluções espaciais que busquem soluções para a compatibilização da conservação da biodiversidade e das cavernas e o desenvolvimento das atividades de exploração mineral é que o ICMBio está elaborando o Prim-Mineração.

Esta ferramenta é inspirada no processo hierárquico de mitigação de impactos, que visa apoiar o processo decisório de: (1) escolha locacional de empreendimentos, (2) aplicação de medidas mitigadoras e (3) destinação da compensação ambiental..

Para tal, serão aplicadas técnicas de planejamento sistemático para conservação reunindo informações sobre a biodiversidade,

o patrimônio espeleológico e dados referentes aos impactos da mineração em todo território nacional

Em 2021, as camadas geoespaciais sobre cavernas de dimensões notáveis e turísticas foram entregues à Coordenação de Ações Integradas para Conservação de Espécies (COESP), que é a coordenação responsável pela elaboração dos PRIMs, e os resultados dos modelos de distribuição dos morcegos foram avaliados.

Em 2022, são esperadas novas demandas, tendo em vista a relação próxima entre o objeto do PRIM e o patrimônio espeleológico. Os resultados serão publicados na forma de um relatório para ampla consulta, conjuntamente à disponibilização dos arquivos espaciais produzidos.



5. NÚCLEO DE ASSESSORAMENTO TÉCNICO



Espeleotemas na gruta do Santuário(MG). Diego Bento

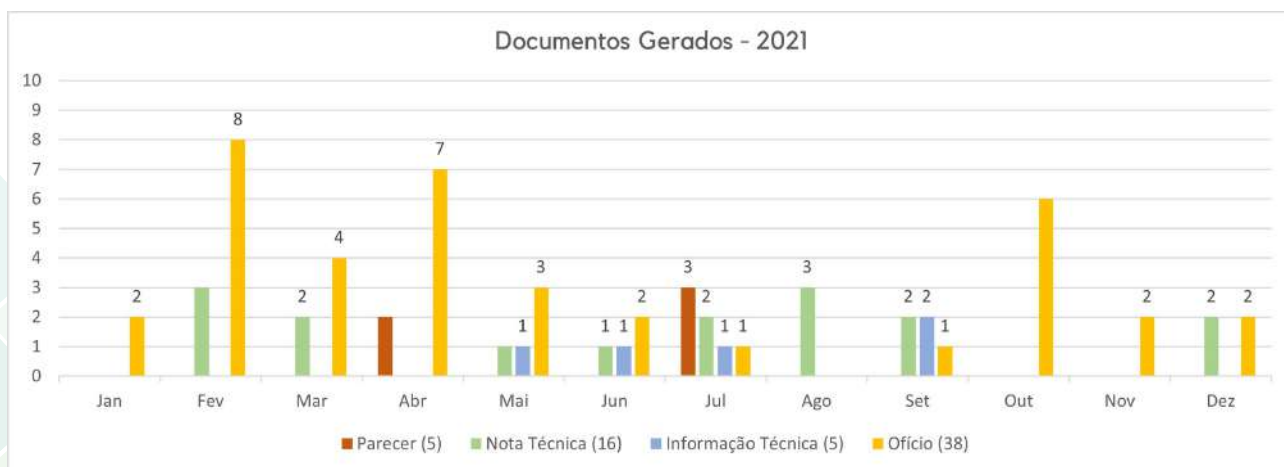


5.1.MANIFESTAÇÕES TÉCNICAS

Dentro da Administração Pública, as áreas técnicas exercem um papel fundamental na tomada da decisão. As áreas técnicas são ferramentas de assessoramento, respaldam a tomada de decisão a partir das manifestações documentais: parecer, nota técnica, informação técnica e, muitas vezes, ofícios. Estas manifestações devem ser conclusivas e objetivas, sugerindo uma decisão ou mesmo tomada de providências por parte do detentor do poder decisório.

Em 2021, o ICMBio/Cecav manifestou-se tecnicamente em 21 processos atinentes ao ICMBio(Figura 26). Foram emitidos 5 pareceres e 16 notas técnicas referentes ao licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente impactantes ao patrimônio espeleológico, a solicitações judiciais, compensação espeleológica e reclassificação do grau de relevância de cavidade natural subterrânea.

Figura 26: manifestações técnicas em 2021.



Além disso, importantes produtos e documentos técnicos estão disponíveis na página do centro na internet, tais como: orientações sobre elaboração de estudos no rito do licenciamento ambiental, planos de manejo espeleológico, definição de áreas de influência sobre o patrimônio espeleológico, compensação espeleológica e sismografia aplicada à proteção do patrimônio espeleológico.

5.2.COMPENSAÇÃO ESPELEOLÓGICA

O Decreto nº 6.640/2008 introduziu no arcabouço jurídico brasileiro a possibilidade de impactos negativos irreversíveis de cavernas e as formas de compensação pelos respectivos danos ao patrimônio espeleológico. Contudo, caso na área do empreendimento não existam cavernas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho, em seu artigo 4º, §3º, o decreto permite ao ICMBio definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação. Regulamentada pela Instrução Normativa nº 1/2017/ICMBio, a chamada Compensação Espeleológica consiste em:

i) realizar ações que garantam a preservação de cavidades naturais subterrâneas in loco por meio da criação e gestão de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) ou da consolidação territorial de unidades de conservação administradas pelo poder público; e

ii) implementar ações do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico.

Nesse sentido, em 2021, foram assinados três Termos de Compromisso de Compensação Espeleológica por impactos negativos irreversíveis a cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância alto: o TCCE nº 01/2021, referente ao empreendimento " da Margem Companhia de Mineração, Adrianópolis /PR" (Processo 02127.000030/2020-77); o TCCE nº 02/2021, referente ao empreendimento da AGRICAL (Processo 02070.003081/2018-39) ; e o TCCE s/n, referente ao empreendimento da Vale S.A. incorporadora da Ferrous Resources do Brasil S.A.

Ainda em 2021 foram assinados dois termos aditivos a TCCEs: Vale S.A - 1º Termo Aditivo ao TCCE 01/2018 (SEI 02667.000110/2017-10) e Anglo American S.A. - 1º Termo Aditivo ao TCCE 02/2018 (02667.000045/2018-11). Alguns dos resultados destes TCCEs são apresentados a seguir.

5.2.1 CONSERVAÇÃO IN LOCO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

A regularização fundiária de 178 hectares do Parque Nacional da Serra do Gandarela e no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, contemplando a conservação de 8 cavidades naturais subterrâneas (Figura 27).

A criação de duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural, que juntas totalizam 152 ha e contemplam a conservação de 15 cavernas (Figura 28).

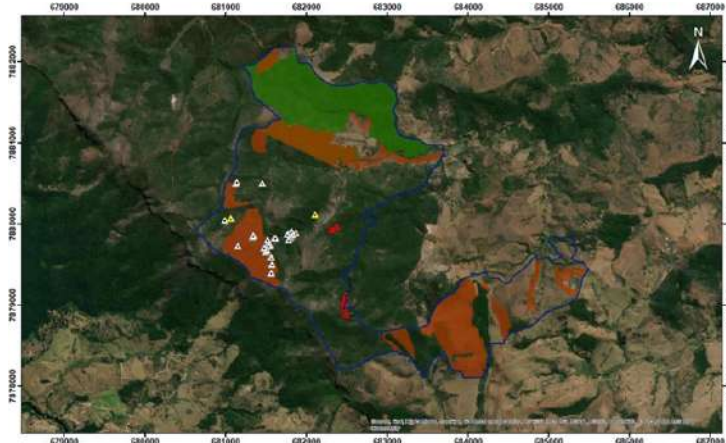


Figura 27: Regularização fundiária de 168 hectares do Parque Nacional da Serra do Gandarela e RPPN Anglo American.

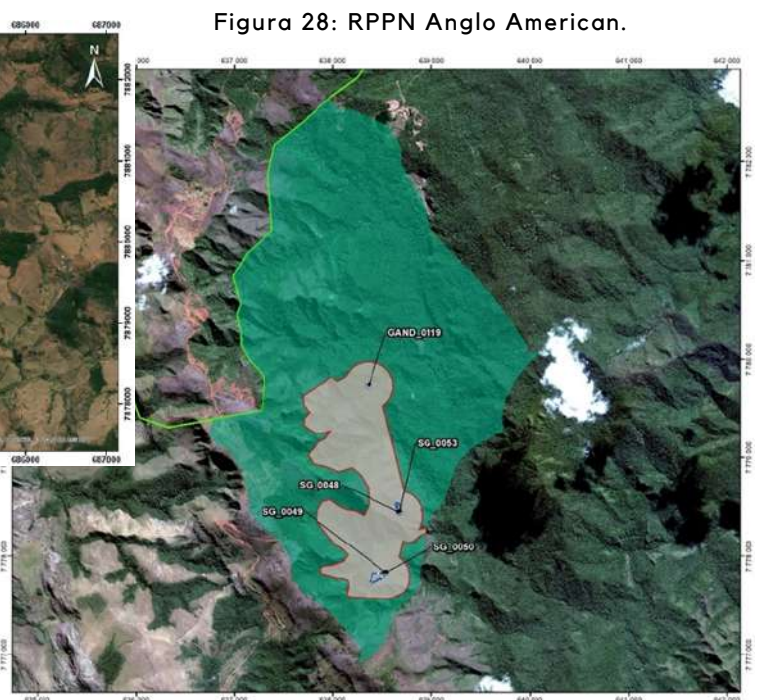


Figura 28: RPPN Anglo American.

5.2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PNCPE

Desde o início da implementação do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, 78 projetos e ações foram apoiados por meio da compensação espeleológica.

Em 2021 esses projetos contabilizaram a publicação de 31 artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais; produziram um Trabalho de Conclusão de Curso de graduação (TCC), três dissertações de mestrado e duas teses de doutorado (Figura 29).

Atualmente 63 projetos estão em execução no âmbito dos Termos de Compromissos de Compensação Espeleológica, sendo 8 iniciados em 2021 (Figura 30).

31 ARTIGOS CIENTÍFICOS

1 TCC

3 DISSERTAÇÕES DE MESTRADO

2 TESES DE DOUTORADO



Figura 29: Publicações no âmbito do TCCEs.

Projeto	Comp. PNCPE	Execução / Parceria
EspeloPirai	1	GUPE
Edital público - Supergrupo Açungui	1	ICMBio/Cecav
Cavernas como modelo para análise de mudanças climáticas: a importância de estudos básicos para implementação de estratégias de conservação	1	IBES/UFSCAR
A Gruta dos Paiva e seu entorno (Parque Estadual Intervalles) – a importância de estudos básicos para implementação de estratégias de conservação e manejo	1	IBES/UFSCAR
Registro sedimentar clásticos em cavernas no sistema cárstico do supergrupo açungui para compreensões variações paleoambientais	1	UNB
Análise de uso público e fatores de pressão sobre a gruta da Lancinha, como subsídios ao manejo adequado do Monumento Natural	1	GEEP-Açungui
Manutenção da estrutura dos microhabitats no piso de cavernas turísticas como uma ferramenta de conservação e manejo da fauna de invertebrados	1	UFLA
Fortalecimento do "Projeto Fiscalização, Proteção, Pesquisa, Manejo e Monitoramento das Cavernas do PETAR	4	AGRICAL

Figura 30: Projetos iniciados em 2021 no âmbito dos TCCE'S .

5.3. GESTÃO DO CADASTRO NACIONAL DE INFORMAÇÕES ESPELEOLÓGICAS - CANIE



O Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - Canie, parte integrante do Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente-Sinima, é constituído por informações correlatas ao patrimônio espeleológico nacional. Foi instituído pela Resolução Conama Nº 347/2004 e desenvolvido pelo ICMBio, apoiado no modelo conceitual metodológico da Base Cave do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. O ICMBio/Cecav é o responsável pelo suporte técnico e pela sua gestão (Figura 31).

Desde o ano de 2019, o ICMBio/Cecav vem desenvolvendo uma nova versão do sistema. Atualmente existe uma versão sendo testada no ambiente de desenvolvimento da Coordenação de Tecnologia da Informação. Essa nova versão do Canie vem resolver vários problemas identificados na navegação, administração e geração de relatórios e documentos no sistema, além de trazer uma nova interface mais atual e amigável, facilitando a navegabilidade do sistema.

Figura 31: Caverna Carrapateira cadastrada no Canie. Foto: Jocy Brandão

Em termos de cavernas cadastradas no ano de 2021, foram feitos 1.136 registros, uma média de 95 cavernas cadastradas por mês. Partindo da lista com 41 cavernas publicadas por Richard Krone em 1898, o gráfico a seguir demonstra a evolução da quantidade de cavernas conhecidas no Brasil até 31 de dezembro de 2021, totalizando 22.623 registros inseridos no cadastro (Figura 32).

A maioria das 1.136 cavernas cadastradas no Canie em 2021 se encontram no Estado de Minas Gerais (815), na sequência vêm os estados do Pará (115), Rio Grande do Norte (80) e Goiás (51) (Figura 33).



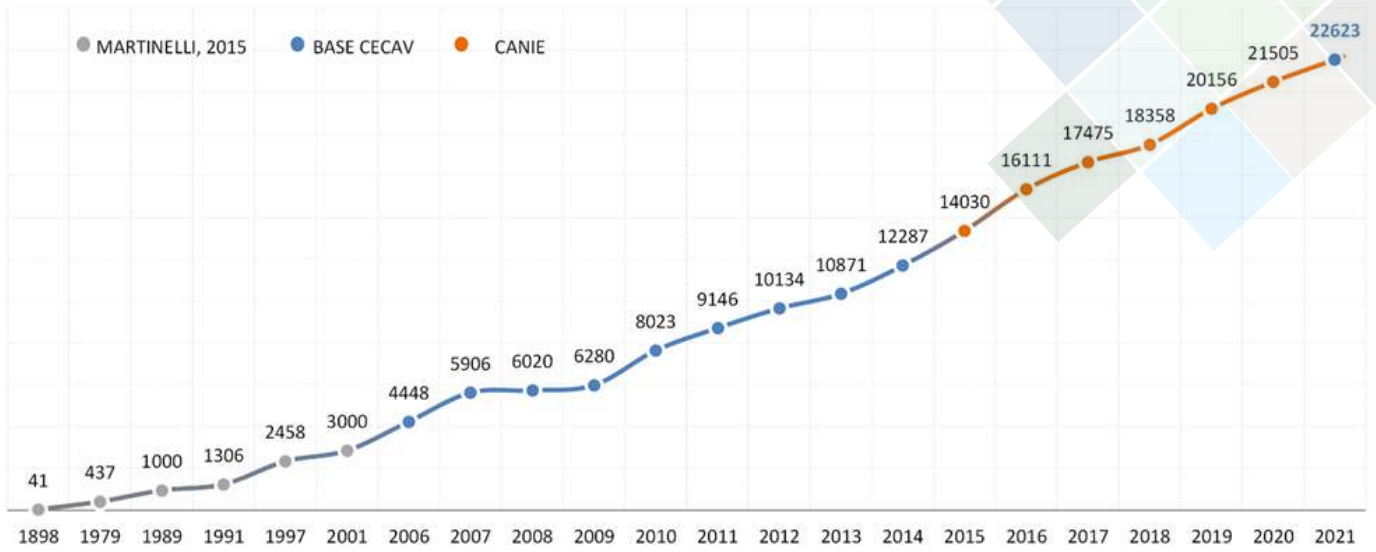


Figura 32: Evolução do número de cavernas cadastradas no Brasil desde 1898.

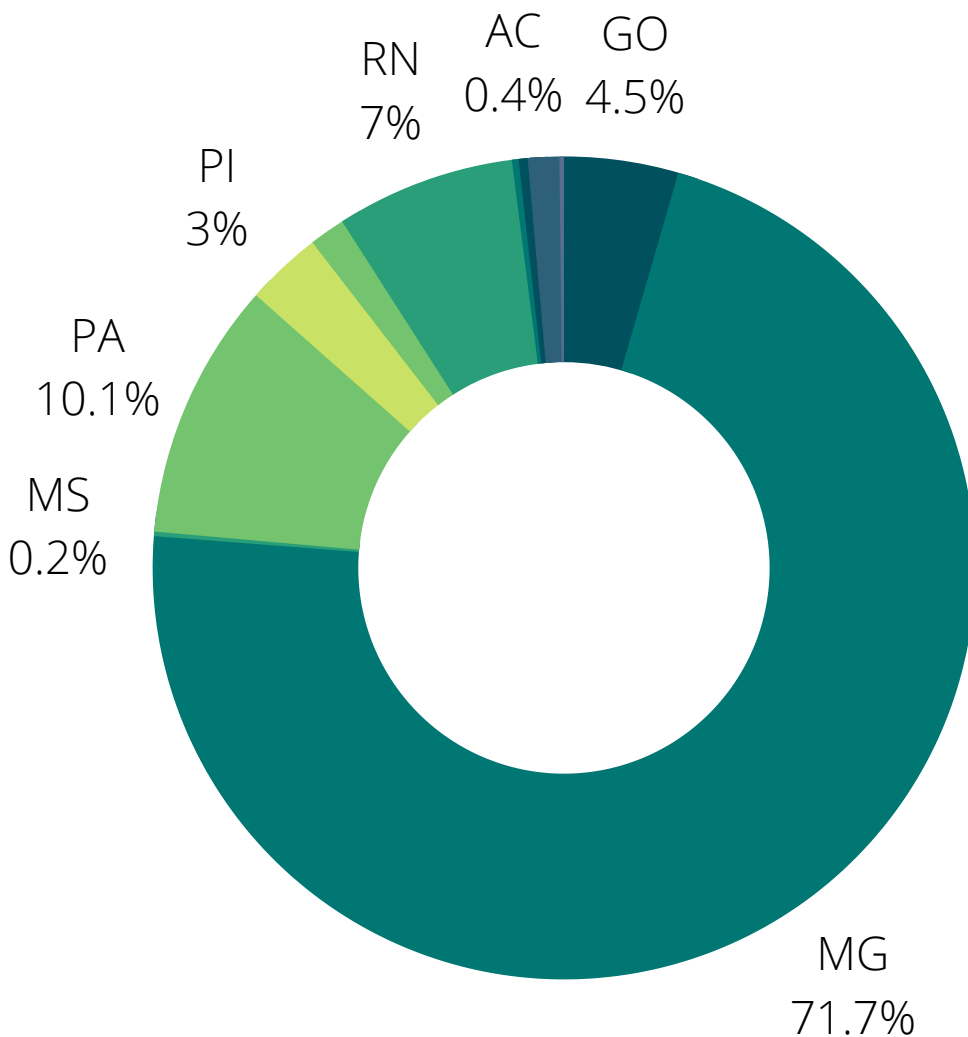


Figura 33: Distribuição de cavernas cadastradas e validadas no Canie em 2021. Fonte: Canie/ICMBio/Cecav (2021).

5.4. APOIO ÀS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Com a missão regimental de apoiar técnica e cientificamente a gestão das unidades de conservação federais, o ICMBio/Cecav tem atuado junto a essas unidades nos mais diversos processos. Entre eles, destacam-se a Autorização para o Licenciamento Ambiental-ALA, Ordenamento do Uso Público, Regularização Fundiária e a realização de pesquisas científicas.

Em 2021, o ICMBio/Cecav apoiou a gestão ou coordenou e executou projetos de pesquisa em 23 Unidades de Conservação (Figura 34 e Figura 35). São elas:

Parque Nacional

Chapada Diamantina, Furna Feia, Serra do Gandarela, Cavernas do Peruaçu, Sempre Vivas, Serra do Cipó, de Brasília, Serra das Confusões, da Serra da Capivara, de Ubajara, da Serra do Divisor e Campos Ferruginosos.

Floresta Nacional

Carajás.

Área de Proteção Ambiental

das Nascentes do Rio Vermelho, Carste de Lagoa Santa, Morro da Pedreira e Chapada do Araripe.

Monumento Natural

Estadual Peter Lund e Serra da Piedade.

Parque Estadual

da Serra do Ibitipoca e Turístico do Alto Ribeira, do Itacolomi.

Estação Ecológica

Aiuaba.



Figura 34: Gruta dos Troncos/ Parque Nacional Carvernas do Peruaçu. Foto Jocy Brandão

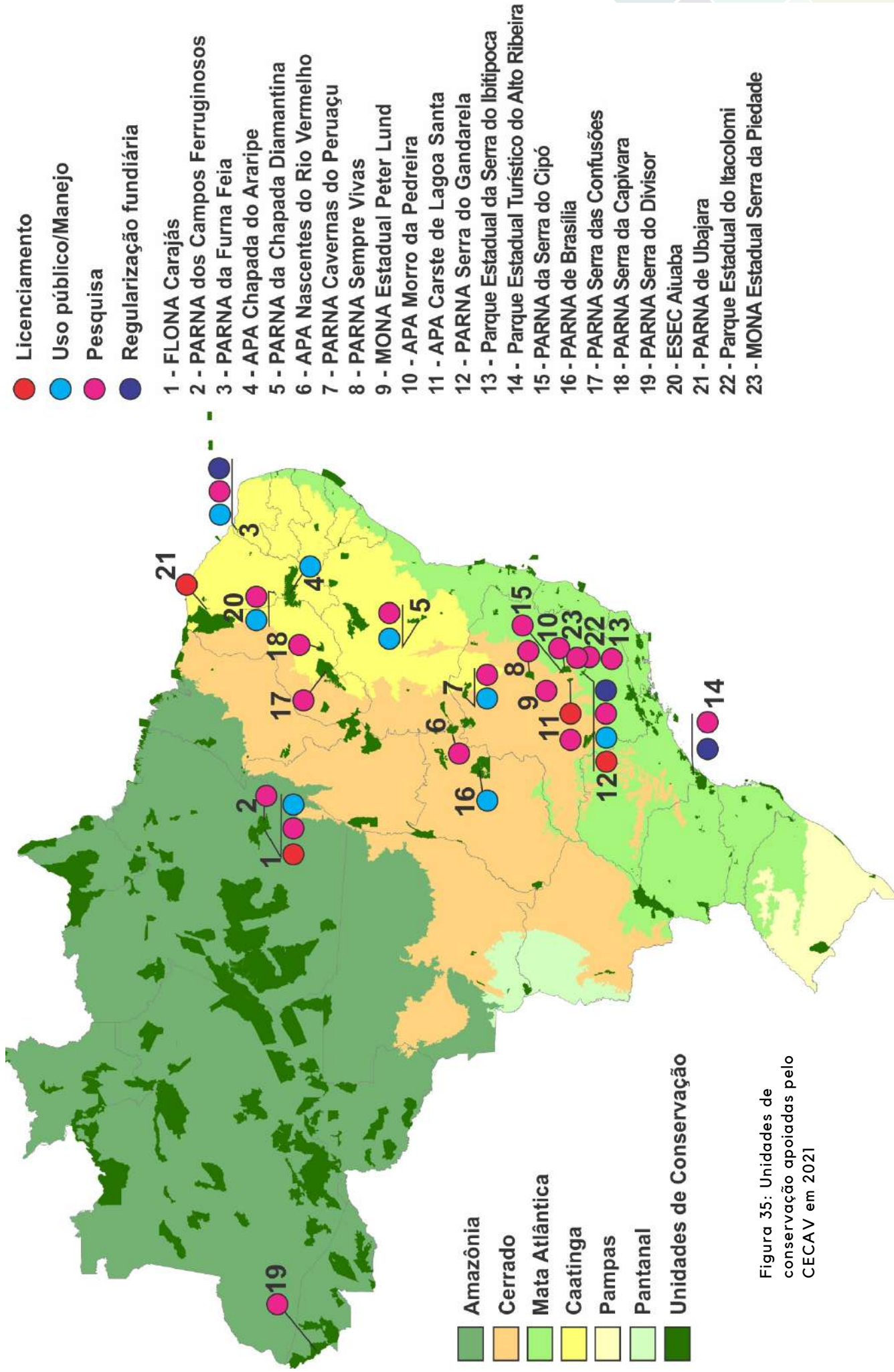


Figura 35: Unidades de conservação apoiadas pelo CECAV em 2021

6. NÚCLEO DE COMUNICAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

1º Prêmio
Nacional
de Espeleologia



Michel
Le Bret

Logo do Prêmio Nacional de Espeleologia



6.1. ESPELEOINFO

A EspeleoInfo é uma revista eletrônica de divulgação produzida pelo Núcleo de Comunicação. É por meio desse trabalho que as ações, iniciativas, atividades, pesquisas, projetos e eventos de maior porte realizados pelo ICMBio/Cecav são divulgados e podem ser conhecidos pela sociedade em geral.

A publicação digital foi relançada em dezembro de 2020. De linguagem acessível, a revista tem periodicidade mensal onde é encaminhada ao público externo pré-cadastrado no mailing list do ICMBio/Cecav (pesquisadores, estudantes, grupos de espeleologia, espeleólogos e pessoas relacionadas à agenda de proteção e conservação de cavidades naturais subterrâneas).

No ano de 2021, foram 12 edições com mais de 36 matérias publicadas (Figura 36)

6.2. REVISTA BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA- RBESP

A Revista Brasileira de Espeleologia – RBEsp é uma publicação eletrônica científica dedicada à Espeleologia (ISSN 2179-4952).

A primeira edição foi publicada em 2010,

com oito edições posteriores.

No ano de 2020 a RBesp adotou uma nova política editorial, passando a receber publicações técnicas como relatos de expedições e resenha de livros .

Além da definição do foco e do escopo da revista, a nova política editorial do periódico, também, promoveu ações para ampliar a possibilidade de contribuição da comunidade espeleológica. Em 2021, a RBesp publicou dois novos volumes.



Figura36: Edições da EspeleoInfo.em 2021

6.3. BIBLIOTECA DIGITAL DE INFORMAÇÕES ESPELEOLÓGICAS

A Biblioteca Digital de Informações Espeleológicas

1.262



é uma solução baseada em DSpace, software livre que segue padrões internacionais de compartilhamento de informações, sendo possível acessar listagem bibliográfica de livros, dissertações, teses, artigos, relatórios, mapas e vídeos.

Atualmente, a Biblioteca Digital de Informações Espeleológicas possui mais de mil bibliografias cadastradas. É a única biblioteca pública focada em espeleologia. No ano de 2021, foram cadastrado 215 novos títulos. O acervo está dividido em cinco grandes áreas do conhecimento: Biologia Subterrânea, com 617 publicações, Geoespeleologia, com 405, Geotecnologia, 56, Licenciamento Ambiental, 142 e Sócio-Histórico e Cultural, com 42 publicações (Figura 37).



Figura 37: Biblioteca Digital de Informações Espeleológicas.

É importante ressaltar que as publicações disponibilizadas na Biblioteca digital de Informações Espeleológicas são de domínio público ou possuem direitos autorais cedidos pelos proprietários, possibilitando acesso ou o download gratuito das obras. Para o restante do acervo, encontra-se indicado o local onde está depositado, seja ele físico ou digital.

6.4. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO BRASILEIRO E PAINEL DINÂMICO DE INFORMAÇÕES



O ICMBio/Cecav publica desde 2018 o Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro. O documento, que no ano de 2022, estará na sua quarta edição, trará dados estatísticos das cavernas cadastradas no Canie - Ano referência 2021.

A metodologia utilizada faz o cruzamento dos dados de cavernas cadastradas no Canie com distintas bases de dados do Governo Federal, disponibilizadas por meio dos seus respectivos órgãos ou agências reguladoras.

Com a geoespacialização dos dados é possível constatar, por exemplo, que em 2021, 247 novas cavernas estão localizadas em unidades de conservação que representaria um acréscimo de 3% com relação a 2020.

Quanto à distribuição das 7.531 cavernas em unidades de conservação segundo a Jurisdição Federal, Estadual e Municipal contabilizamos que:

- Das 4.502 (60%) cavernas dentro de UCs federais, 37% estão em unidades de uso sustentável e 23% de proteção integral.
- Das 2770 (37%) cavernas dentro de UCs estaduais, 17% estão em unidades de uso sustentável e 20% de proteção integral.
- Das 259 (3%) cavernas dentro de UCs municipais, 2% estão em unidades de uso sustentável e 1% de proteção integral

Além do Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro, o ICMBio/Cecav disponibiliza, também, os dados das cavernas brasileiras cadastradas no Canie no Painel Dinâmico de Informações do ICMBio.

Figura 38: Painel Dinâmico de Informações.



O Painel Dinâmico de Informações (Figura 38) centraliza as informações do ICMBio, dando mais visibilidade para as atividades realizadas

pela autarquia e suas respectivas unidades descentralizadas.

A plataforma permite ao usuário interagir com os gráficos e tabelas, aplicar filtros e observar os mais diferentes cenários possíveis. Com essa ferramenta, o usuário pode recuperar o conjunto de informações publicadas, sendo possível, ainda, a elaboração de tabelas e gráficos personalizados.

O filtro de biomas brasileiros (atualização de agosto/2021), aponta que 46%(10.198) das cavernas conhecidas no Brasil encontram-se no bioma Cerrado, 20% (4.467) na Mata Atlântica, 18% (4.006) na Caatinga, 14% (3.092) na Amazônia. Já o Pampa, Pantanal e o Sistema Costeiro-Marinho abrigam menos 1% delas, com 37, 12 e 109 cavernas, respectivamente.

Tanto o Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico quanto o Painel Dinâmico de Informações permitem aos vários setores da sociedade que lidam, de forma direta ou indireta com cavernas, entre eles gestores ambientais, Academia, estudantes e empreendedores, uma fácil visualização, acesso e visão global das informações constantes do Canie.

O Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico 2021 será publicado em maio de 2022 e poderá ser obtido na página do ICMBio/Cecav. Já para as informações do Painel Dinâmico de Informações é preciso acessar o menu específico na página principal do ICMBio.

6.5. PLANO DE COMUNICAÇÃO DO ICMBIO/CECAV

O ICMBio/Cecav publicou no ano de 2021 o primeiro Plano de Comunicação com o intuito, em conjunto com a Divisão de Comunicação – Dcom do ICMBio, de implementar uma política de comunicação que assegure o desenvolvimento, gerenciamento e divulgação de ações do ICMBio/Cecav, de maneira que se amplie o fluxo de informações e o relacionamento, tanto no âmbito interno quanto externo. O resultados conforme apresentados na Figura 39. Além disso, no ano de 2021 foi criado o Prêmio Nacional de Espeleologia Michel Le Bret.



Figura 39: Resultados do Plano de Comunicação.

São objetivos do Plano de Comunicação do ICMBio/Cecav:

- 1 Implementar e coordenar a execução de uma política de informação e comunicação para o ICMBio/Cecav;
- 2 Acompanhar matérias divulgadas a respeito do ICMBio/Cecav e sobre espeleologia;
- 3 Elaborar notícias com o intuito de informar sobre as ações realizadas pelo ICMBio/Cecav;
- 4 Fortalecer a imagem institucional por meio da divulgação das atividades do ICMBio/Cecav;
- 5 Produzir periódico e revistas especializadas - EspeleInfo, Revista Brasileira da Espeleologia etc;
- 6 Oferecer um acervo de fotos e vídeos organizado e diversificado para ICMBio/Cecav, imprensa e sociedade,
- 7 Intensificar a comunicação com os parceiros e qualificar a cobertura de eventos.



Prêmio Michel Le Bret de Espeleologia

Objetivo

Reconhecer os trabalhos de maior relevância para a gestão e conservação do patrimônio espeleológico brasileiro.

Público-alvo

Estudantes, pesquisadores, grupos de espeleologia e instituições voltadas à pesquisa em cavidades naturais subterrâneas.

Descrição

O ICMBio/Cecav em parceria com a Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, por meio do Termo Aditivo do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica - TCCE nº 01/2018 criou o 1º Prêmio Nacional de Espeleologia - Michel Le Bret.

Michel Le Bret, que dá nome ao prêmio, é um espeleólogo nascido na França e foi responsável por importantes trabalhos na área da espeleologia em seu país de origem, entre elas estão os avanços na exploração e mapeamento, técnicas verticais, mergulho em cavernas e o desenvolvimento de novos equipamentos. No Brasil, fundou a primeira Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), e entre suas inúmeras contribuições, atuou na criação de bases para estruturar de maneira sistemática a ciência no país, incentivando o estudo e a pesquisa do patrimônio espeleológico brasileiro.

6.6. CURSOS E EVENTOS

O ano de 2021 foi repleto de eventos importantes para o mundo da espeleologia e o ICMBio/Cecav marcou presença em vários deles (Figura 40).

Iniciando o ano, em abril, a Superintendência de Projetos Prioritários (Supri), órgão vinculado à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad - MG) promoveu o I Workshop de Recuperação do Dano ao Patrimônio Espeleológico. A reunião teve como objetivo promover um debate sobre reparação ao dano de cavernas e do carste, em diferentes aspectos (meios físico, biótico e socioeconômico) e suas particularidades.

A mesa de abertura contou com a participação do coordenador do ICMBio/Cecav, que tratou sobre o tema de Compensação Espeleológica, apresentando a situação atual de alguns dos projetos, coordenados pelo Centro de Pesquisa, relativo à execução da compensação pelos impactos negativos irreversíveis a cavidades naturais subterrâneas.

No mês seguinte, o ICMBio/CBC em parceria com o ICMBio/Cecav realizou o evento online "Seminário Diversidade da Flora de Cavernas: subsídios para restauração e conservação". O evento, ocorreu no canal do Youtube do ICMBio/CBC, reunindo os principais pesquisadores na área com o objetivo de

contribuir para o entendimento sobre a diversidade da flora de cavernas, além de incentivar e ampliar os estudos acerca dos ecossistemas cavernícolas.

No Brasil, são registradas aproximadamente 16.000 mil cavernas, porém somente cerca de 42 têm sido alvo de estudos de caracterização da flora, representando uma enorme lacuna no conhecimento da biodiversidade global desses ecossistemas, um dos motivos que tornam o seminário tão relevante.

No mês de agosto, grandes nomes que atuam pela conservação e estudo dos patrimônios geológicos cársticos e espeleológicos brasileiros se reuniram em um seminário no canal do Youtube da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), que aconteceu nos dias 16 a 20/08. Divididos em blocos temáticos, o "Seminário Patrimônio Geológico Cárstico e Espeleológico" foi um espaço para compartilhar experiências de trabalho e refletir sobre conceitos, técnicas e legislação envolvendo duas temáticas: o Patrimônio Geológico e o Patrimônio Espeleológico.

O Seminário foi uma iniciativa vinculada ao Inventário do Patrimônio Geológico do Brasil – um projeto coordenado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), e foi promovido pela Sociedade Brasileira de Espeleologia, pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/Cecav), dentre outros.



Em outubro de 2021, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas esteve presente em dois eventos: SBEQ Online 2021, promovido pela Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros e o 1st Latin American Environmental DNA Metagenomics Symposium, organizado pelo Laboratório de Genética da Conservação (LGC), vinculado ao Programa de pós-graduação em Biologia de Vertebrados - PUC Minas.

Um dos maiores eventos sobre morcegos do Brasil, o SBEQ Online 2021 teve como tema "Morcegos no Sul Global". O evento aconteceu entre os dias 19 a 22, contando com a participação do ICMBio/Cecav no dia 22, na mesa-redonda "Energias renováveis, mineração e conservação de morcegos no Brasil". Além do servidor do ICMBio/Cecav, foram convidados o representante da Eletrosul, e o presidente da SBEQ.

O 1st Latin American Environmental DNA Metagenomics Symposium reuniu pesquisadores de diversas áreas em palestras e mesas-redondas para a discussão do estado-da-arte, aplicações do eDNA e metabarcoding e objetivos comuns. A ideia foi integrar grupos de pesquisa, empenhados no desenvolvimento das metodologias de eDNA para a América Latina, possibilitando o intercâmbio de experiências, soluções, ideias e o fortalecimento da comunidade científica da região.

A mesa "Opportunities and challenges for real life applications of eDNA technology", aconteceu no dia 20/10, contando com a participação de pesquisadores do ICMBio/Cecav, do Instituto Tecnológico Vale (ITV) e da University of Guelph (Canadá).

Finalizando o ano de 2021, o workshop "Definição da área de influência de cavidades naturais subterrâneas e alternativas para a compensação espeleológica", ocorreu entre os dias 06 e 10 de dezembro. O evento foi promovido pelo Grupo Bom Futuro e direcionada para técnicos da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso, a atividade foi desenvolvida pela Spelayon Consultoria, que transmitiu o evento em seu canal no YouTube.

O coordenador do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/Cecav), ministrou a palestra "Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico e os projetos desenvolvidos a partir da Compensação Espeleológica".

A Figura 41 lista os eventos com a participação do ICMBio/Cecav em 2021.



Figura 40: Evento promovido pelo ICMBio/Cecav

ABR	WORKSHOP Brasileiro sobre a Recuperação de Danos ao Patrimônio Espeleológico.	Palestra
	Terças feiras aprendendo com os guias de Bonito: O papel do ICMBio/Cecav no Estudo e na Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro.	Palestra
MAY	Workshop de Cavernas e Campo Rupestre.	Palestra
	O ICMBio/Cecav lançou um caderno de campo digital.	Realização Palestra
JUN	Palestra GeoConservação em Áreas Protegidas.	Realização
	Seminário Patrimônio Geológico Cárstico e Espeleológico.	Palestra
JUL	26 Seminário Carstológico UNB 2021: Dolinas Feições Superficiais do Carste.	Palestra
	Seminário Diversidade da Flora de Cavernas: subsídios para restauração e conservação.	Apoio Palestra
AGO	I curso de "Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas – Gruta do Lapão".	Palestra
	XII Seminário de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica do ICMBio: "Desafios para a Década da Restauração dos Ecossistemas".	Apoio
SET	SBEQ Online 2021: Morcegos no Sul Global.	Palestra
	1st Latin American Environmental DNA Metagenomics Symposium.	Palestra
OUT	I curso de "Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas – Parque Nacional Cavernas do Peruaçu".	Apoio
	Oficina Presencial de Elaboração do Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro - PAN Cavernas do Brasil.	Realização
NOV	Definição da área de influência de cavidades naturais subterrâneas e alternativas para a compensação.	Palestra
	I curso de "Introdução às práticas de conservação e recuperação ambiental em cavernas turísticas – Parque Nacional da Fumaça - RN".	Apoio
DEZ		

Figura 41: Eventos com a participação, realização ou apoio do ICMBio/Cecav em 2021.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Bokermannohyla saxicola, Parque Nacional da Serra do Cipó/MG.
Foto: Maurício de Andrade.



Andrade, M.C.M.; et all. First description of the nesting site, nest, and eggs of the Rock Tapaculo (*Scytalopus petrophilus*). *Ornithology Research*, 28(2), 138-141. 2020.

Benítez-Álvarez, L., Leal-Zanchet, A. M., Ocegüera-Figueroa, A., Ferreira, R. L., de Medeiros Bento, D., Braccini, J., ... & Riutort, M. 2020. Phylogeny and biogeography of the Cavernicola (*Platyhelminthes: Tricladida*): Relicts of an epigeal group sheltering in caves?. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 145, 106709.

Bento, D.M. et al. 2019. Um oásis no semiárido nordestino: o Lajedo do Rosário, em Felipe Guerra/RN, como um novo hotspot de biodiversidade subterrânea. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais. Campinas: SBE, 2019. p.560-575. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_560-575.pdf.

Costa, J.C.R.; Marchi, G.H.; Santos, C.S.; Andrade, M.C.M.; Chaves Junior, S.P.; Silva, M.A.N.; Melo, M.N. ; Andrade, A.J. First molecular evidence of frogs as a food source for sand flies (Diptera: Phlebotominae) in Brazilian caves. *Parasitology Research* (1987. INTERNET), v. 120, p. 1571-1582, 2021.

COUTO, L.C.O. 2021. Microclima da Lapa de Antônio Pereira (Ouro Preto, MG): monitoramento espeleoclimatológico e zoneamento termohigrométrico cavernícola. Tese (Doutorado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Gomes, M. et al. Monitoramento microclimático de grutas turísticas de Minas Gerais: estudo de caso da Lapa Bonita, Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. 35o Congresso Brasileiro de Espeleologia. Anais...Bonito, MS: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2019.

Gomes, M. 2017a. "Caracterização da Paisagem no Entorno de Cavidades Naturais Subterrâneas em Geossistemas Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais." Belo Horizonte: Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

Gomes, M. 2017b. "Caracterização da Paisagem no Entorno de Cavidades Naturais Subterrâneas em Geossistemas Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais." In II Simpósio Brasileiro de Biologia Subterrânea. Lavras, MG: Centro de Estudos de Biologia Subterrânea da Universidade Federal de Lavras.

Gomes, M.; R.L. Ferreira & Ú.A. Ruchkys. 2019. "Landscape Evolution in Ferruginous Geosystems of the Iron Quadrangle, Brazil: A Speleological Approach in a Biodiversity Hotspot." *SN Applied Science* 1:1102: 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1139-3>.

Gomes, M.; Ú.A. Ruchkys. RL Ferreira & FF Goulart. 2019. "Landscape Fragmentation around Ferruginous Caves of the Iron Quadrangle , Minas Gerais , Brazil." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 28 (1): 89–101. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.67506.1>.

GOMES, M. et al. 2021. Monitoramento Microclimático de Grutas Turísticas em Minas Gerais: Análise Preliminar dos Dados de Temperatura e Umidade Relativa do Ar em Sete Cavernas do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu Introdução, Biodiversidade Brasileira, v. 11, n. 4, p. 121–133.

GOMES, Mauro et al. 2021. Caracterização microclimática de cavernas turísticas do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Minas Gerais, Brasil, Sociedade & Natureza, v. 33, p. 1–18.

GOMES, M.; RUCHKYS, Ú.A. 2021. Geoscapes: A ecologia da paisagem no âmbito dos estudos sobre Patrimônio Espeleológico em Geossistemas Ferruginosos, in: Ecologia da paisagem no contexto Luso-Brasileiro, Curitiba, PR: Appris Editora, p. 463.

Mendonça, D.R.M. et al. 2019. Nova abordagem na caracterização ecológica da fauna subterrânea associada aos canalículos em formação ferrífera no sudeste do estado do Pará. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.590-598. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_590-598.pdf>.

Santos, D. J. et al. Monitoramento microclimático de Grutas Turísticas no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. I Seminário de pesquisa do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu e Área de Proteção Ambiental Cavernas do Peruaçu. Anais.Januária, MG: Parque Nacional Cavernas do Peruaçu e Área de Proteção Ambiental Cavernas do Peruaçu, 2017

Santos, D. J. et al. Microclimatic monitoring of caves open for tourism at the Cavernas do Peruaçu National Park, Minas Gerais, Brazil. (M. Prelovšek, Ed.)26th International Karstological School "Classical Karst". Anais...Postjna: Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Karst Research Institute, 2018. Disponível em: <https://iks.zrc-sazu.si/en/archive/>





MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

