



**INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio**  
**CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS - Cecav**

**Subprojeto Ecologia de Vertebrados Associados a  
Cavernas do Espinhaço Meridional (TCCE Vale 1/2018)**

**Relatório Final**

**Coordenador: Maurício Carlos Martins de Andrade**

**Abril de 2024**

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>03</b>
<b>2. Atividades Planejadas e Desenvolvidas .....</b>	<b>04</b>
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>07</b>
<b>4. Resultados Planejados Alcançados e Resultados Derivados .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Produtos .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Principais Desafios Enfrentados .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Discussão .....</b>	<b>24</b>
<b>8. Conclusão .....</b>	<b>25</b>
<b>9. Agradecimentos .....</b>	<b>26</b>
<b>10. Referências .....</b>	<b>27</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>29</b>

## 1. Introdução

Historicamente, pouca importância foi dada ao uso das cavernas pelos vertebrados, com exceção dos morcegos (Brinkløv et al., 2013; Matavelli et al., 2015). Vários estudos foram realizados de forma incipiente e pontual, não registrando de forma adequada a diversidade e abundância de espécies de vertebrados que utilizam esses ambientes, bem como o tipo de associação desses com as cavernas e os demais organismos cavernícolas (Santos et al., 2022). Porém, vários trabalhos recentes vêm demonstrando que as cavidades naturais possuem uma importância histórica na vida dos vertebrados, servindo de local para reprodução, nidificação, proteção e descanso (Brown, 1984; Gouveia et al., 2009; Vanni & Nistri, 2006; Fellers et al., 2010; Matavelli et al., 2015; Andrade et al., 2020, 2021). É necessário avaliar a fauna cavernícola como um todo e conhecer a relação entre esses animais e deles com o ambiente (Ferreira et al., 2015) para que medidas de conservação e manejo adequadas sejam tomadas para a proteção das cavernas e da fauna cavernícola.

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) estende-se por cerca de 300 Km na direção Norte-Sul, desde o município de Olhos D'água até a Serra de Ouro Branco no Quadrilátero Ferrífero, ambos em Minas Gerais, Brasil (Augustin et al., 2011). A SdEM possui uma alta variedade geológica, com predomínio de formações rochosas quartzíticas, ferruginosas, graníticas e calcárias, refletindo uma diversidade única de cavernas (Auler et al., 2015). A SdEM apresenta-se como um grande divisor de biomas, abrigando a floresta estacional semi-decidual, pertencente à Mata Atlântica, em sua vertente oriental e uma vegetação típica do Cerrado em sua vertente ocidental (Gontijo, 2008). Nas partes mais elevadas e rochosas, geralmente acima de 900 m de altitude, prevalecem os campos rupestres, que abrigam uma flora peculiar, diversa e, em grande parte, endêmica (Kot et al., 2021). Na porção norte da SdEM prevalecem os campos rupestres quartzíticos (Augustin, 1995), com formações vegetacionais influenciadas pelo bioma da vertente da serra em que se localizam (Kot et al., 2021). Já na porção sul da SdEM (Quadrilátero Ferrífero - QF) prevalecem os campos rupestres ferruginosos (cangas) que possuem maior influência de elementos florísticos da Mata Atlântica (Carmo & Jacobi, 2013). Diversas espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios presentes nesses biomas podem utilizar as cavernas de forma contínua ou sazonal.

Porém, poucos estudos envolvendo esses grupos foram realizados na Serra do Espinhaço Meridional.

O projeto tem como objetivo conhecer a diversidade e abundância de vertebrados que utilizam cavidades naturais em diferentes áreas da Serra do Espinhaço meridional, bem como suas relações ecológicas com os demais organismos que habitam esse ambiente, gerando subsídios para gestão do Patrimônio Espeleológico e das Unidades de Conservação. São objetivos específicos do projeto:

1. Conhecer a riqueza e a abundância dos vertebrados que utilizam cavidades naturais.
2. Conhecer as relações ecológicas dos vertebrados com os demais organismos que habitam o ambiente cavernícola.
3. Caracterizar a variação genética de *Bokermannohyla martinsi* em cavidades naturais subterrâneas e entre as áreas estudadas.
4. Estudar o comportamento de *B. martinsi* em cavidades naturais subterrâneas e no ambiente externo.
5. Caracterizar e comparar a paisagem acústica dentro e fora de cavernas.
6. Verificar padrões geológicos e florísticos que favorecem a ocorrência de vertebrados em cavidades naturais.
7. Gerar subsídios para a gestão de unidades de conservação, auxiliando na elaboração e revisão dos Planos de Manejo.
8. Gerar subsídios para a gestão do patrimônio espeleológico, relacionadas à definição da área de influência, ao grau de relevância das cavernas e ao monitoramento das cavidades naturais.

## **2. Atividades Planejadas e Desenvolvidas**

Dez visitas técnicas, no período de setembro de 2021 a agosto de 2022, foram realizadas às unidades de conservação com a finalidade de selecionar as áreas e cavernas para coleta de dados do projeto. Seis expedições foram realizadas para instalação de equipamentos (armadilhas fotográficas, gravadores de bioacústica e termo-higrômetros digitais). Vinte expedições, no período de setembro de 2022 a abril de 2024, foram realizadas para coletas de dados de inventário das cavernas nas seguintes unidades de conservação: Parque Nacional (PN) da Serra do Gandarela, PN

das Sempre Vivas PN d Serra do Cipó, Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, Monumento Natural Estadual (MNE) da Serra da Piedade, Parque Estadual (PE) do Itacolomi, PE da Serra do Rola Moça, MNE da Serra da Calçada, APA Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Santuário do Caraça. Sete expedições foram realizadas para coletas de material genético e de dados de comportamento (etologia) no período de outubro de 2023 a março de 2024. Os dados coletados foram planilhados e as análises desses dados foram iniciadas em 2022. Com os dados coletados e analisados, foram publicados um resumo expandido no 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (Brasília/DF), dois resumos expandidos no 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia (Curitiba/PR) e dois resumos no 10º Congresso Brasileiro de Herpetologia (Porto Seguro/BA).

Foi contratado um bolsista especialista em herpetofauna com o objetivo de apoiar a execução das atividades de pesquisa do subprojeto, especificamente as atividades relacionadas ao estudo da biologia e ecologia de vertebrados que utilizam cavidades naturais em diferentes áreas da Serra do Espinhaço meridional, bem como o estudo das relações ecológicas com os demais organismos que habitam esse ambiente. O bolsista desenvolveu as seguintes atividades: coleta de amostras e dados biológicos de vertebrados (principalmente anuros, répteis, aves e mamíferos) e de outros organismos relacionados ecologicamente a esses; coleta e levantamento de dados não biológicos (geológicos, climáticos e outros) relacionados ao escopo do projeto; levantamento bibliográfico, análise de dados e elaboração de relatórios, de resumos para eventos científicos e de manuscritos para submissão em revistas científicas.

Foi adquirido um veículo Mitsubishi L200 Triton GLX diesel para realização das atividades de campo, sem o qual não seria possível realizar tais atividades e consequentemente executar o subprojeto. Foram adquiridas cinco armadilhas fotográficas “Câmera Trap Bushnell Core S-4K No-Glow 30mp para auxiliar na identificação dos animais que utilizam as cavernas. Foram adquiridas duas pesolas Linha Light 20G/0,2G e 60G/0,5G para aferição do peso dos anuros que serão utilizados no estudo de comportamento. Foram adquiridos quatro gravadores de áudio digital (bioacústica) para comparação e estudo da paisagem acústica dentro e fora das cavernas. Foi adquirido um Drone DJI Mini 4 Pro para obtenção de imagens, mapeamento e

produção de ortofoto para o projeto (Figuras 1 e 2). Os demais equipamentos utilizados foram adquiridos por outros projetos do ICMBio/Cecav.



**Figura 1:** Imagem aérea, feita com drone, da equipe do ICMBio/Cecav em atividade de campo no Parque Estadual do Itacolomi. Foto: Tiago Castro Silva.



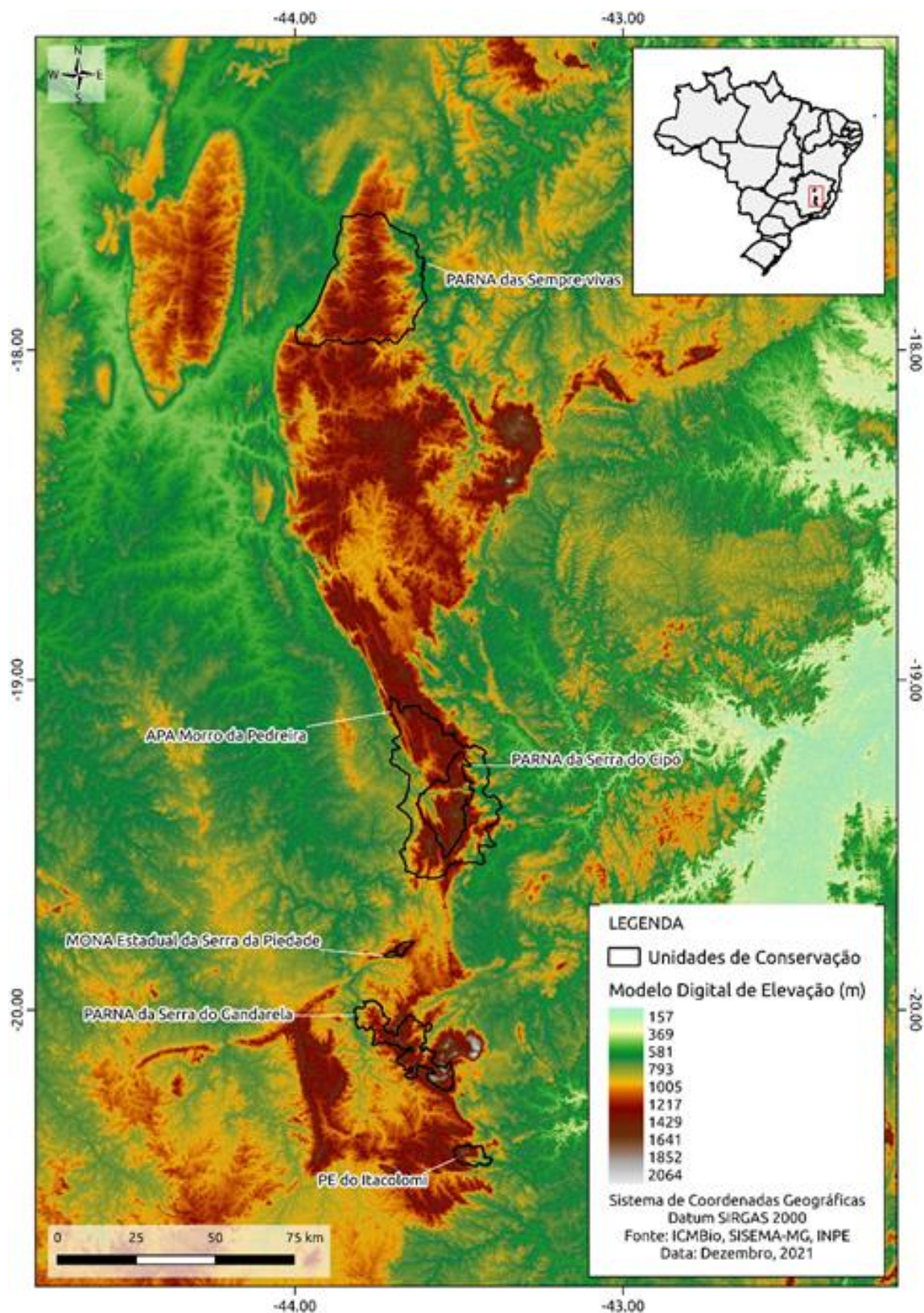
**Figura 2:** Imagem aérea, feita com drone, de riachos do Parque Estadual do Itacolomi. Foto: Tiago Castro Silva.

### 3. Metodologia

Inicialmente estavam previstas a coleta de dados em cinco cavernas de cada área selecionada, com uma expedição por estação, no período compreendido entre janeiro de 2022 a dezembro de 2023. Porém, devido à dificuldade de encontrar cavernas que se adequassem ao escopo do projeto e ao acidente de trabalho ocorrido pelo Coordenador do Projeto, diminuimos o tempo de coleta de dois anos para um ano e aumentamos o número de cavernas inventariadas de cinco para dez, conforme descrito abaixo. Assim, as coletas de dados foram realizadas em dez cavernas das UCs: Parque Nacional (PN) da Serra do Gandarela, PN da Serra do Cipó, Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, PN das Sempre Vivas, Parque Estadual (PE) do Itacolomi e Monumento Natural Estadual (MNE) da Serra da Piedade (Figura 3), sendo uma expedição por estação, no período de setembro de 2022 a agosto de 2023, perfazendo quatro amostragens em cada caverna.

A localização dos espécimes nas cavernas ocorreu por vocalizações emitidas e por busca ativa em toda a extensão das cavernas, incluindo vistoria do piso, das paredes e, quando acessível, do teto. Os espécimes localizados foram fotografados e/ou filmados, com o auxílio de câmera digital. Armadilhas fotográficas foram colocadas em algumas cavernas para auxiliar na identificação dos animais (Figura 5b). Gravadores digitais foram colocados em uma caverna e no ambiente externo do PN da Serra do Cipó e do PN da Serra do Gandarela para registro da paisagem acústica e posterior comparação e análise em softwares de bioacústica (Figura 4).

Para a caracterização da estrutura genética populacional de *Bokermannohyla martinsi*, foi realizada coleta de um pequeno fragmento de pele (3,5mm) em indivíduos adultos e de um pequeno pedaço da cauda em girinos. As coletas foram realizadas nas UCs: PN da Serra do Gandarela, PE do Itacolomi, PE da Serra do Rola Moça, APA Sul RMBH, MNE da Serra da Calçada e RPPN Santuário do Caraça. As análises genéticas estão sendo realizadas em parceria com o Instituto Tecnológico Vale (ITV). Até o momento, foram realizadas as extrações de DNA das amostras. Posteriormente será realizado o sequenciamento das amostras e análise dos dados. As análises dos dados serão alvo de tese de doutorado do analista ambiental Maurício Carlos Martins de Andrade.



**Figura 3:** Região da Serra do Espinhaço Meridional e as unidades de conservação pesquisadas: Parque Nacional (PARNA) da Serra do Gandarela, PARNA das Sempre-Vivas, PN da Serra do Cipó, Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, Parque Estadual (PE) do Itacolomi e Monumento Natural Estadual (MONA) da Serra da Piedade. Autor: Tiago Castro Silva.



**Figura 4:** Instalação de gravador em área externa (a) e dentro de uma caverna (b).

Para o estudo comportamental de *Bokermannohyla martinsi*, foi realizado um piloto em duas cavernas do PN da Serra do Gandarela no final do ano de 2023. Foi realizada uma campanha noturna nas cavidades selecionadas em busca de espécimes em atividade vocal e reprodutiva. Os indivíduos foram filmados para análise posterior de seus comportamentos. Além disso, o ambiente e possíveis peculiaridades foram registradas durante as filmagens. Posteriormente, os indivíduos foram capturados manualmente para a coleta de dados biométricos, como peso (com auxílio de uma pesola) e comprimento rostro-cloacal (CRC) (com o auxílio de um paquímetro digital), e para o registro fotográfico do padrão de manchas individual (fotoidentificação). Imediatamente após o procedimento, os indivíduos foram devolvidos ao local em que foram encontrados. Os vídeos serão analisados utilizando o programa Solomon Coder, para a verificação do tempo de cada comportamento, intervalo entre eventos e frequência de cada tipo de comportamento. A soma dos comportamentos, caracteres morfológicos e do ambiente, além da gravação sonora, será analisada estatisticamente usando-se modelos lineares generalizados mistos (GLMM) na plataforma R (R Core Team, 2020). Futuras coletas de dados e análises serão alvo de tese de doutorado do herpetólogo Ítalo Moreira Martins.

A associação entre os vertebrados (anuros e répteis) e demais organismos cavernícolas será realizada pela análise das fezes encontradas nas cavernas e, para o anuro *Bokermannohyla martinsi*, acrescida de lavagem estomacal e posterior análise do

conteúdo estomacal. Fotografias dos invertebrados serão obtidas com auxílio de lupa após diluição das amostras em soro fisiológico, para fezes, ou visualização da solução da lavagem estomacal. A identificação dos invertebrados obtidos nas fezes e na lavagem estomacal será realizada pelo Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS) da UFLA, através do envio de fotografias dos invertebrados encontrados nessas amostras. Análises de metabarcoding (eDNA) também serão realizadas para identificar os invertebrados do conteúdo estomacal e comparar os dois métodos. As análises dos dados serão alvo de tese de doutorado do analista ambiental Maurício Carlos Martins de Andrade.

A litologia, tipo de vegetação do entorno, localização geográfica da caverna, número de entradas, desenvolvimento linear, temperatura, umidade, luminosidade e posição dos vertebrados e dos ninhos de aves também foram registrados com o auxílio de planilhas, GPS, trena digital e termo-higrômetros digitais (Figura 5). A localização e altitude das cavernas foram obtidas com auxílio de um GPS. Os termo-higrômetros foram colocados fora das cavernas com a finalidade de associar a presença dos vertebrados à variação sazonal de temperatura e humidade. O desenvolvimento linear das cavernas e demais medidas foram realizadas com auxílio de uma trena digital. O número de entradas da caverna e o desenvolvimento linear foram usados para calcular o Índice de Estabilidade Ambiental (IEA) da caverna, que serão utilizados para verificar a associação deste ao uso das cavernas pelos vertebrados (Ferreira, 2004). A luminosidade do local onde se encontram os vertebrados foi obtida por observação da luminosidade local. A luminosidade local e posição dos vertebrados dentro das cavernas serão utilizados para verificar a existência de locais preferenciais. Os dados coletados serão analisados estatisticamente utilizando modelos lineares generalizados mistos (GLMM) na plataforma R (R Core Team, 2020).

Licenças para manuseio e coleta de fauna silvestre foram solicitadas e concedidas no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SisBio/ICMBio) e pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG) (Anexos 2 e 3). Os espécimes coletados durante o projeto foram depositados na coleção do Museu de Ciências Naturais (MCN) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). A carta de aceite do MCN da PUC Minas encontra-se no Anexo 4.



**Figura 5:** (a) Instalação de datalogger dentro de caverna; (b) Armadilha fotográfica instalada em árvore na entrada de caverna; (c) Anotação de informações sobre espécime e medição da altura em relação ao piso com auxílio de trena digital.

#### 4. Resultados Planejados Alcançados e Resultados Derivados

Os resultados obtidos neste projeto estão de acordo com os objetivos propostos, sendo que alguns já foram consolidados e outros estão em processo final de conclusão. Nosso primeiro resultado alcançado foi a vistoria de 104 cavernas dentro das unidades de conservação ao longo das visitas técnicas. Nesses ambientes, foi realizada a procura por vertebrados de forma preliminar e a validação das coordenadas geográficas das cavernas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie). Após esta etapa, com 50 cavernas selecionadas para o estudo, realizamos o monitoramento das espécies encontradas, adicionando mais espécies ao longo das coletas, mas também coletando informações ecológicas quanto ao uso e preferências de habitat por essas espécies.

Identificamos um total de 43 espécies de vertebrados, englobando mamíferos terrestres e voadores, aves, anfíbios e répteis somando-se as visitas técnicas e coletas de dados (Tabela 1; Figura 6). Registramos oito espécies de mamíferos, sendo três de morcegos e cinco terrestres. A maioria dos registros de mamíferos foi feita pelo encontro de fezes, como no caso do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e mocó (*Kerodon rupestris*) e visualmente como os morcegos hematófagos *Desmodus*

*rotundus* e *Diphylla ecaudata* e o morcego nectarívoro *Anoura geoffroyi*. Com o auxílio das armadilhas fotográficas foi possível o registro de espécies de hábitos crípticos como a irara (*Eira barbara*), o veado-catingueiro (*Subulo gouazoubira*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*).

**Tabela 1:** Lista de espécies registradas em cavernas ao longo das visitas técnicas e coleta de dados por unidade de conservação em que foram encontradas.

Táxon	Unidades de Conservação
<b>MAMÍFEROS</b>	
<i>Anoura geoffroyi</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Desmodus rotundus</i>	APA Morro da Pedreira; MNE da Serra da Piedade; PN da Serra do Cipó
<i>Diphylla ecaudata</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Eira barbara</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Kerodon rupestris</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Leopardus pardalis</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	MNE da Serra da Piedade; PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas; PN da Serra do Gandarela
<i>Subulo gouazoubira</i>	MNE Serra da Piedade
<b>AVES</b>	
<i>Coragyps atratus</i>	PN da Serra do Gandarela; APA Morro da Pedreira
<i>Knipolegus nigerrimus</i>	MNE da Serra da Piedade; PE do Itacolomi; PN da Serra do Gandarela
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	APA Morro da Pedreira
<i>Scytalopus petrophilus</i>	MNE da Serra da Piedade; PN Sempre-Vivas; PE do Itacolomi; PN da Serra do Gandarela
<i>Streptoprocne zonaris</i>	PN da Serra do Cipó
<i>Troglodytes musculus</i>	APA Morro da Pedreira; MNE da Serra da Piedade; PN da Serra do Cipó; PN da Serra do Gandarela
<i>Turdus leucomelas</i>	APA Morro da Pedreira
<i>Tyto furcata</i>	PN da Serra do Cipó
<b>RÉPTEIS</b>	
<i>Bothrops alternatus</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Bothrops jararaca</i>	PN da Serra do Gandarela
<i>Enyalius bilineatus</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Eurolophosarus nanuzae</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Salvator merianae</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Tropidurus montanus</i>	MNE da Serra da Piedade; PN Sempre-Vivas; PN da Serra do Gandarela
<i>Urostrophus vautieri</i>	PE do Itacolomi
<b>ANFÍBIOS</b>	
<i>Bokermannohyla alvarengai</i>	PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas

<i>Bokermannohyla martinsi</i>	PN da Serra do Gandarela; PE do Itacolomi
<i>Bokermannohyla nanuzae</i>	PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas
<i>Bokermannohyla saxicola</i>	PN da Serra do Cipó
<i>Crossodactylus trachystomus</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Haddadus binotatus</i>	APA Morro da Pedreira
<i>Hylodes uai</i>	MNE da Serra da Piedade
<i>Ischnocnema juipoca</i>	MNE da Serra da Piedade; PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas; PE do Itacolomi; PN da Serra do Gandarela
<i>Ischnocnema verrucosa</i>	PN da Serra do Cipó
<i>Odontophrynus cultripes</i>	PN Sempre-Vivas; PE do Itacolomi
<i>Physalaemus deimaticus</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Physalaemus erythros</i>	PE do Itacolomi; PN da Serra do Gandarela
<i>Proceratophrys cururu</i>	PN Sempre-Vivas
<i>Rhinella gr. crucifer</i>	MNE da Serra da Piedade; PN Sempre-Vivas; PN da Serra do Gandarela
<i>Rhinella rubescens</i>	PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas
<i>Scinax fuscovarius</i>	PN da Serra do Gandarela
<i>Scinax machadoi</i>	PN da Serra do Cipó
<i>Thoropa megalotympanum</i>	MNE da Serra da Piedade; PN da Serra do Cipó; PN Sempre-Vivas;

Observamos oito espécies de aves, em sua maioria através da presença de ninhos com características próprias que possibilitam a identificação das espécies, como foi o exemplo da corruíra (*Troglodytes musculus*), sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*), maria-preta-de-garganta-vermelha (*Knipolegus nigerrimus*), tapaculo-serrano (*Scytalopus petrophilus*) e o taperuçu-de-coleira-branca (*Streptoprocne zonaris*). Houve também registros de ninhos de beija-flor que não puderam ser identificados pela ausência dos espécimes no momento da coleta. Alguns registros de aves se deram pela presença de outros vestígios, como penas, pelotas ou vocalização, como foi o caso da suindara (*Tyto furcata*), urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e o periquitão-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*). A maria-preta-de-garganta-vermelha também foi registrada por armadilhas fotográficas.

Registramos nove espécies de répteis, com sua maioria sendo visualizada durante as coletas e apenas uma, o teiú (*Salvator merianae*) foi registrado por pegadas no solo. Encontramos três serpentes, sendo duas peçonhentas, a urutu-cruzeiro (*Bothrops alternatus*) e a jararaca-da-mata (*B. jararaca*) além de uma não-peçonhenta, a falsa-coral (*Oxyrhopus trigeminus*). As outras seis espécies foram compostas por lagartos, como por exemplo, o calango-da-montanha (*Tropidurus montanus*), lagartinho-de-crista-do-espinhaço (*Eurolophosarus nanuzae*) e a lagartixa-de-pedra

(*Phyllopezus pollicaris*). Somente o calango-da-montanha foi registrado também por armadilhas fotográficas.

Obtivemos o registro de 18 espécies de anfíbios, todos sendo da Ordem Anura. Todas as espécies foram registradas através de visualização e/ou zoofonia. Algumas espécies foram encontradas apenas na fase adulta, como foi o caso dos sapos *Rhinella* gr. *crucifer* e *R. rubescens*, das rãs *Physalaemus erythros* e *Thoropa megatympanum* e das pererecas *Scinax fuscovarius* e *S. machadoi*. Observamos algumas espécies que se encontravam em cavernas tanto na fase de girino como na fase adulta, como por exemplo as pererecas *Bokermannohyla alvarengari*, *B. martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola* e a rã *Physalaemus deimaticus*. Três espécies de anuros registrados apresentam o desenvolvimento direto, ou seja, sem fase larval, sendo elas a *Ischnocnema juipoca*, *I. verrucosa* e *Haddadus binotatus*. Nenhum anfíbio foi registrado através de armadilhas fotográficas.

Houve alguns registros que não puderam ser validados, como por exemplo, fezes e ninhos em estado de deterioração avançado ou muito antigos e espécimes que não puderam ser capturados para sua identificação, como alguns morcegos e roedores. Em relação ao grupo dos peixes, foi possível chegar apenas em gênero de uma espécie (*Trichomycterus* sp.), que não pôde ser identificada apesar dos esforços de captura e coleta.

O monitoramento das cavernas possibilitou a obtenção de dados referentes ao uso de habitat, tipo de atividade, temperatura e umidade, abundância e frequência. Estas informações foram compiladas e estão sendo interpretadas para a redação de artigos científicos para cada grupo de vertebrados. De modo geral, conseguimos observar que o uso das cavernas varia não só entre os grupos de vertebrados, mas também entre as espécies de mesmo grupo. Foram registradas espécies em repouso, atividade de deslocamento, em atividade reprodutiva e que apenas ocorrem nas cavernas de forma esporádica (deixando apenas vestígios). Foi possível observar também as mudanças que a sazonalidade provoca na utilização de cavernas por anfíbios e aves, que variam de acordo com a necessidade reprodutiva. Alguns dados demonstraram as preferências em termos de luminosidade e habitat dentro de cavernas, como a tendência de várias espécies a habitarem zonas disfóticas, uso das

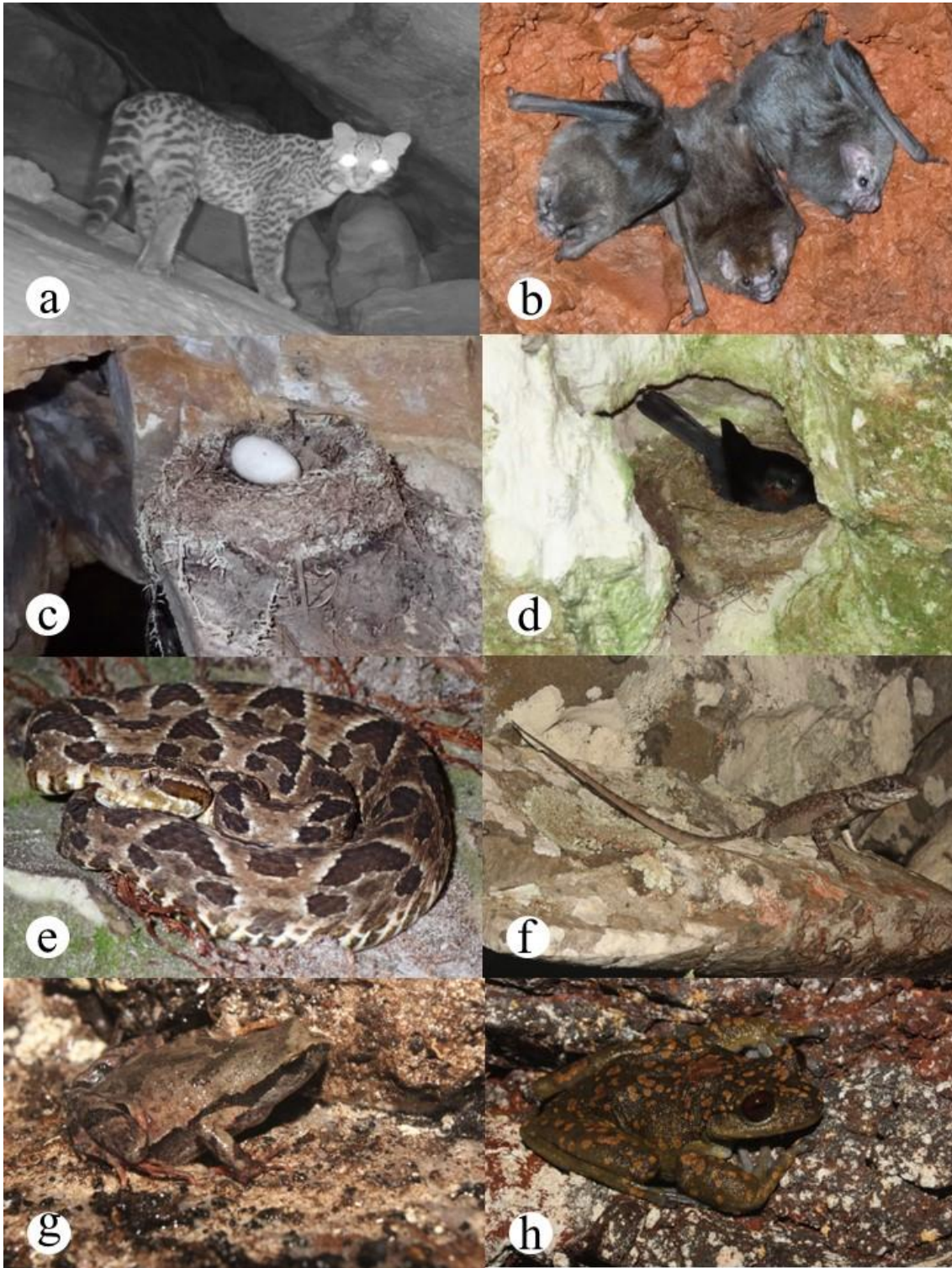
paredes e teto das cavernas por aves e espécies escaladoras de répteis e anfíbios. Outro fato observado foram as diferenças nas frequências e intensidade do uso das cavidades entre as espécies, sendo que algumas demonstraram mais afinidade por esse tipo de ambiente. Estes dados estão sendo discutidos e analisados de forma mais detalhada nos artigos.

Os dados obtidos permitem um acréscimo importante acerca da relação entre vertebrados e ambientes cavernícolas. Além do levantamento e monitoramento das espécies, foram coletadas informações que irão derivar em novos artigos e na continuação desta pesquisa. Estes resultados são:

- O monitoramento da paisagem acústica acumulou dados ao longo de um ano tanto de vertebrados como de invertebrados de duas cavernas e seu entorno. Desta forma, foi possível observar diferentes padrões de atividade acústica de vários organismos dentro e fora das cavernas e durante o ciclo diário e sazonal destes locais. Estes dados poderão ser publicados em um artigo próprio e possibilitaram a continuação deste trabalho, englobando mais cavernas com características diferente e em outras unidades de conservação.

- A caracterização genética do anuro *Bokermannohyla martinsi* está em processo de realização, visto que foram coletadas 60 amostras de indivíduos adultos e girinos em cavernas e áreas externas das unidades de conservação amostradas. Esta parte do trabalho irá derivar mais um artigo e será uma parte do doutorado do Coordenador do Projeto.

- A obtenção do repertório comportamental de *B. martinsi* dentro de cavernas foi será ampliado para ambientes externo e para outros tipos de cavernas para melhor avaliação dos comportamentos desta espécie em ambientes subterrâneos. O etograma somado às observações em campo obtidas durante as coletas de dados possibilitaram na elaboração do projeto de doutorado do bolsista do projeto. A análise comportamental desta espécie será uma parte do projeto de doutorado do herpetólogo Ítalo Moreira Martins e englobará outros aspectos desta espécie em relação aos ambientes externos e cavernícolas.



**Figura 6:** Fotos de algumas das espécies de vertebrados registradas no projeto: (a) *Leopardus pardalis* em registrada por armadilha fotográfica; (b) *Diphyllo ecaudata*; (c) Ninho com ovo de *Streptoprocne zonaris*; (d) *Knipolegus nigerrimus* nidificando; (e) *Bothrops alternatus*; (f) *Tropidurus montanus*; (g) *Physalaemus deimaticus*; (h) *Bokermannohyla martinsi*.

## 5. Produtos

Os produtos entregues são:

- Entrega de 22 informes trimestrais, por e-mail, contendo metas alcançadas no período, principais ações realizadas no período, outros resultados relacionados e próximas ações.

- Entrega de um relatório parcial e um relatório final em formato PDF.

- Apresentação virtual dos resultados do projeto em Power Point ao comitê gestor e entrega da apresentação em formato PDF.

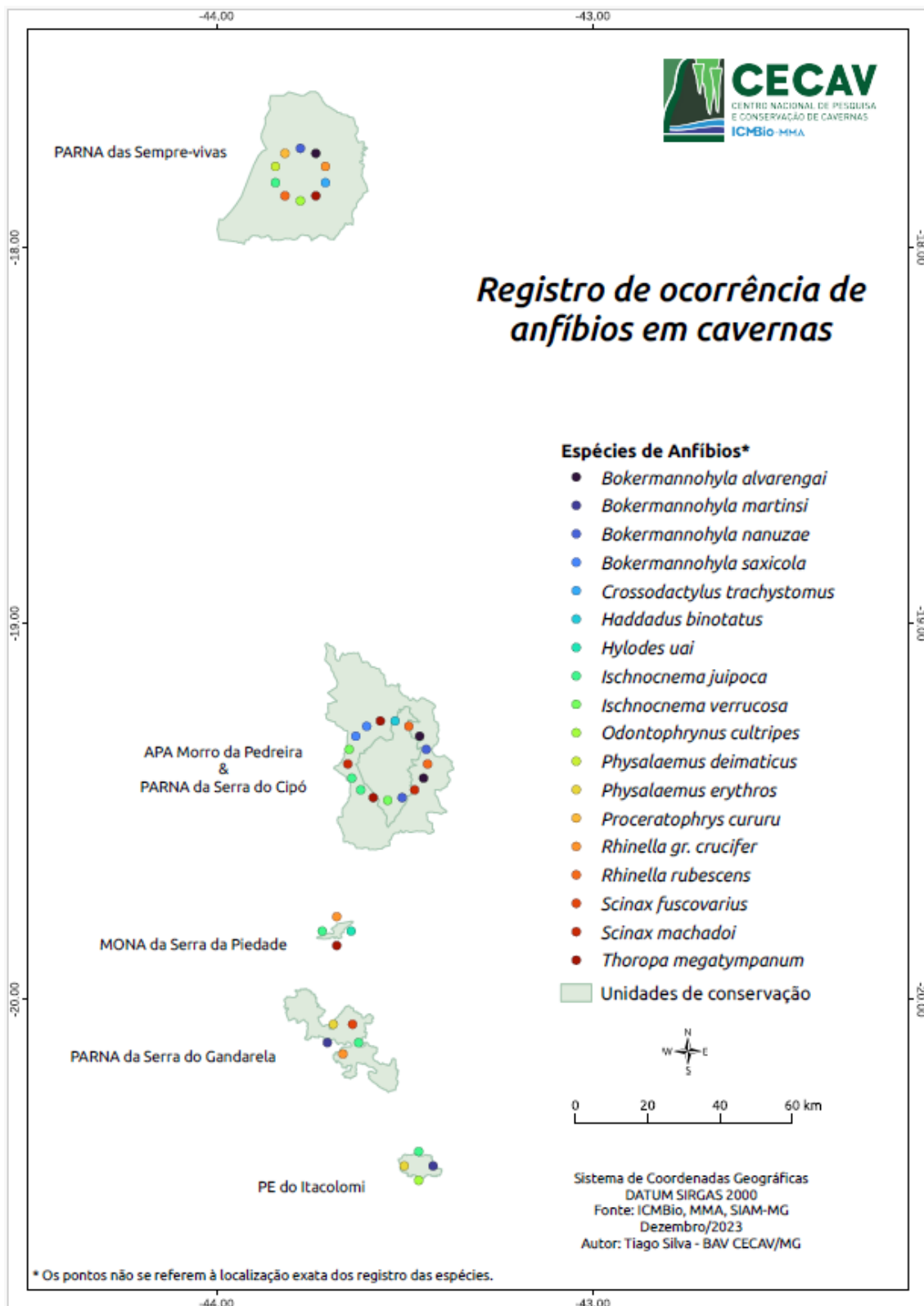
- Publicação e apresentação de resumo expandido intitulado “Ocorrência de Vertebrados em Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional” no 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia realizado em Brasília/DF no período de 20 a 23 de abril de 2022 (Anexo 1). A publicação foi realizada com os registros dos vertebrados observados durante as visitas técnicas realizadas no período de setembro a dezembro de 2021. O resumo foi apresentado no Congresso no formato de poster e permitiu a divulgação do subprojeto e dos resultados alcançados durante as visitas técnicas.

- Publicação e apresentação de dois resumos expandidos intitulados “Reprodução de pererecas endêmicas (Anura: Hylidae) em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional, Brasil” e “Bioacústica: o que escutamos dentro e fora da caverna?” no 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia realizado em Curitiba/PR no período de 26 a 29 de julho de 2023 (Anexo 1). As publicações foram realizadas com os registros bioacústicos e dos vertebrados observados durante as coletas de dados. O resumo foi apresentado no Congresso no formato de apresentações orais e permitiram a divulgação do subprojeto e dos resultados alcançados.

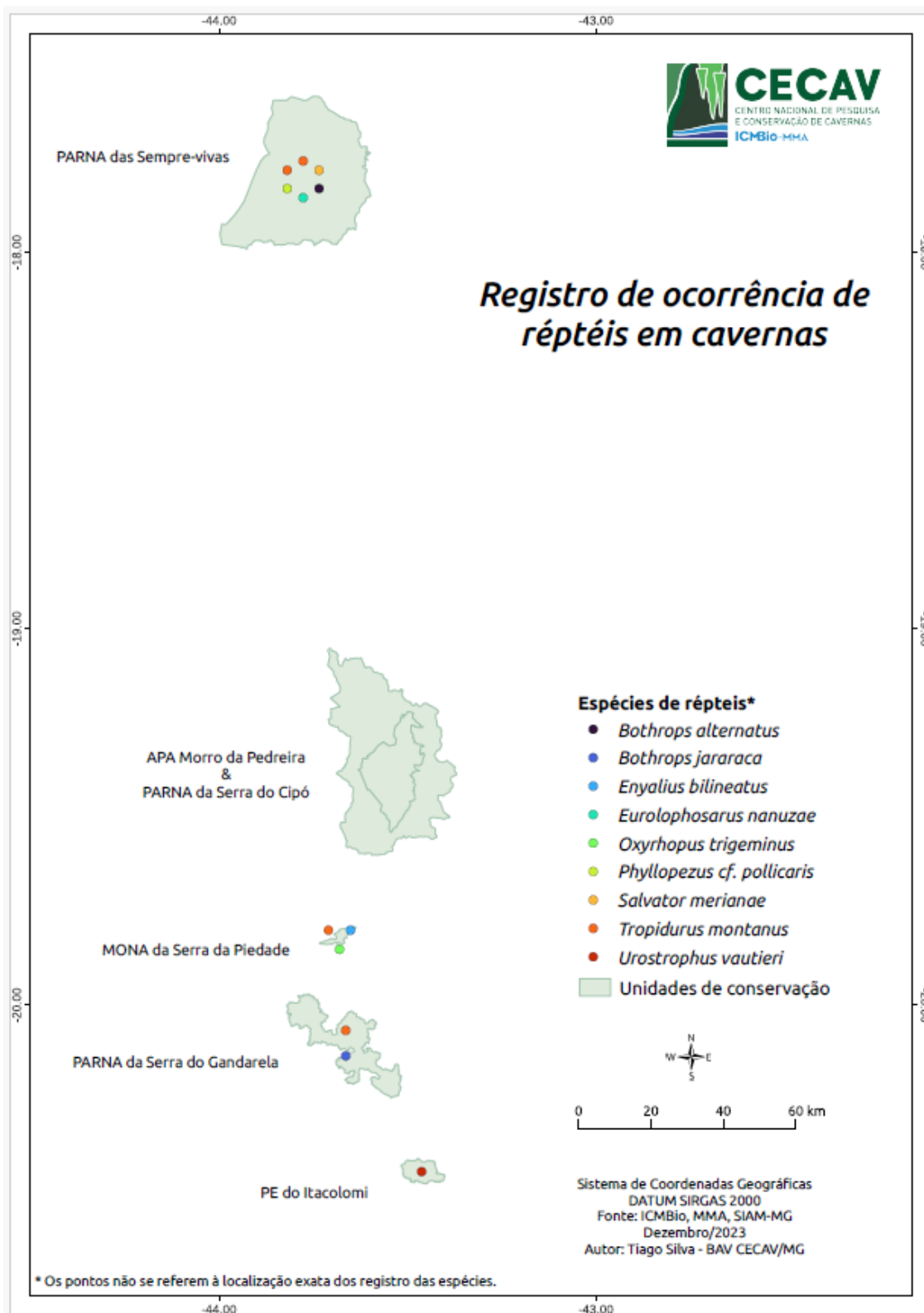
- Publicação e apresentação de dois resumos intitulados “Atividade acústica de *Bokermannohyla saxicola* (Anura: Hylidae) em caverna” e “Uso e preferência de ambientes pela herpetofauna em cavernas da Serra Do Espinhaço Meridional, Brasil” no 10º Congresso Brasileiro de Herpetologia realizado em Porto Seguro/BA no período de 11 a 15 de setembro de 2023 (Anexo 1). As publicações foram realizadas com os registros bioacústicos e dos vertebrados observados durante as coletas de dados. O resumo foi apresentado no Congresso no formato de apresentação oral e poster e permitiram a divulgação do subprojeto e dos resultados alcançados.

- Elaboração de quatro manuscritos referentes aos grupos de vertebrados estudados no projeto. A redação se iniciou no segundo semestre de 2023, sendo englobados os dados de riqueza, abundância e dados ecológicos e de uso do habitat de mamíferos, aves, répteis e anfíbios registrados no estudo. A previsão de revisão final e submissão dos manuscritos para revistas científicas é no ano de 2024. Além destes quatro manuscritos, os dados de paisagem acústica serão analisados e transformados em publicação científica. Os dados de genética e comportamento de *Bokermannohyla martinsi* serão ampliados e farão parte de dois doutorados.

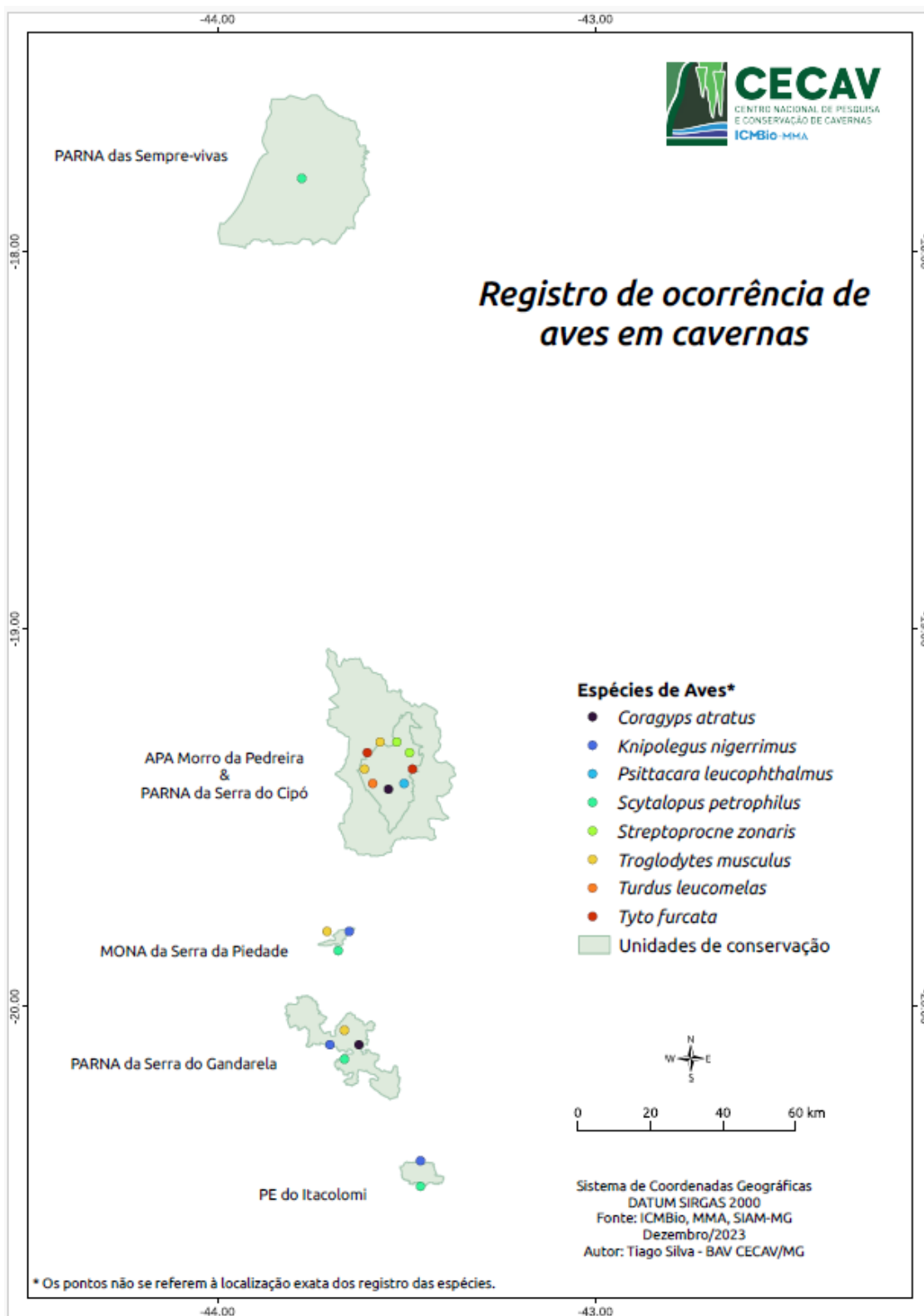
- Entrega de quatro mapas das espécies de vertebrados registradas em cavernas visitadas nas unidades de conservação durante o projeto (Figuras 7 a 10).



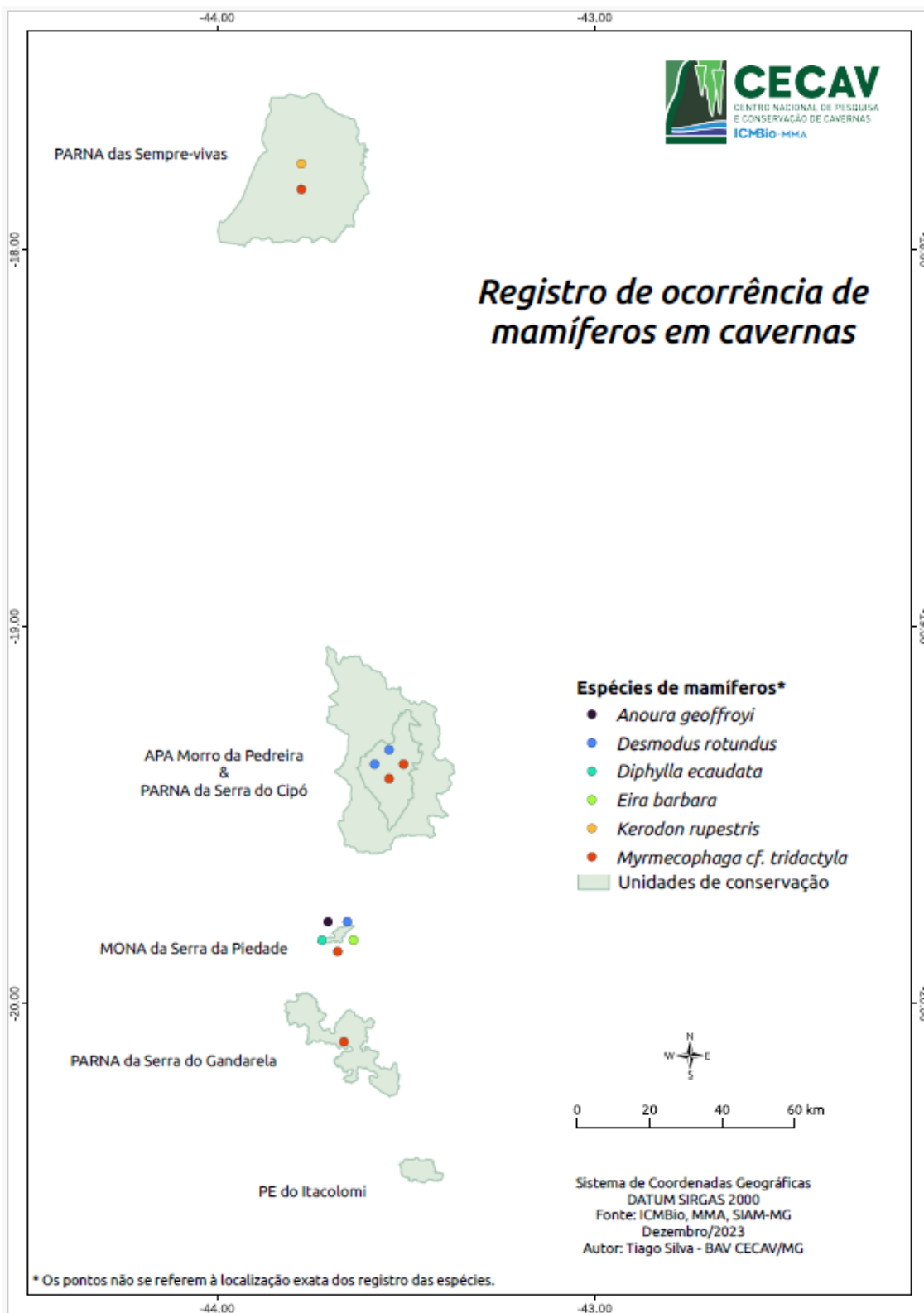
**Figura 7:** Espécies de anfíbios registradas em cavernas das unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional.



**Figura 8:** Espécies de répteis registradas em cavernas das unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional.



**Figura 9:** Espécies de aves registradas em cavernas das unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional.



**Figura 10:** Espécies de mamíferos registradas em cavernas das unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional.

## 6. Principais Desafios Enfrentados

Os principais desafios enfrentados foram:

- A. Os preços de veículos e demais equipamentos aumentaram cerca de 30% no Brasil desde a submissão do subprojeto até a compra efetiva dos itens. Além disso, foi necessária a contratação de seguro veicular e inclusão desse nos custos do subprojeto. Isso comprometeu a execução financeira do projeto, necessitando a retirada da aquisição de alguns equipamentos e serviços a serem adquiridos ou contratados. Assim, o gravador de áudio digital, a câmera fotográfica digital, o conjunto de mesas e cadeiras para escritório e a manutenção no telhado da Base Avançada do Cecav/MG foram adquiridos ou contratados com recursos de outro projeto. Optou-se por não adquirir os data loggers para obtenção de temperatura e umidade, utilizando equipamentos anteriormente adquiridos pelo ICMBio/Cecav em outro projeto.
- B. A contratação de análises laboratoriais para caracterizar a variação genética da espécie *Bokermannohyla martinsi* em cavidades naturais subterrâneas e entre as áreas estudadas ficou comprometida também pela alta dos preços. A solução foi estabelecer uma parceria com o Instituto Tecnológico Vale (ITV).
- C. Enfrentamos dificuldade na definição das cavernas a serem inseridas na pesquisa devido à dificuldade de acesso às cavernas ou desenvolvimento vertical das cavernas (abismos). Em algumas áreas, diversas cavernas se encontram em locais de difícil acesso, demandando várias horas para acessar, o que inviabiliza tecnicamente a pesquisa nessas cavernas devido a necessidade de vários dias de atividades de campo, aumentando o custo do subprojeto. Em algumas cavernas inicialmente visitadas verificamos a necessidade de utilizar técnicas verticais avançadas para acessar o interior delas, inviabilizando a pesquisa nessas cavernas. O uso dessas técnicas também demanda maior tempo em atividade de campo, aumentando o custo do subprojeto.
- D. O acidente de trabalho ocorrido com o Coordenador do Projeto e mudanças no agendamento das campanhas em decorrência da disponibilidade de hospedagem e chuvas também foram desafiadores. O reagendamento das

campanhas e mudanças nos períodos das visitas técnicas e coletas de dados embora tenham provocado mudanças no planejamento, não impediram que os resultados fossem alcançados.

- E. O modelo de armadilha fotográfica comprado apresentou problema de travamento do sistema que posteriormente se descobriu tratar da alta umidade presente dentro das cavernas. Isso impossibilitou a coleta de dados sistemáticos durante o projeto, mas imagens e vídeos foram captados, permitindo identificar outras espécies de animais que utilizam cavernas.

## 7. Discussão

Os resultados publicados até o momento evidenciam a relevância dos estudos de fauna em cavernas e que há muito para se conhecer acerca do uso de cavidades naturais subterrâneas pelos vertebrados. Diversas espécies observadas apresentam características morfológicas e ecológicas que possibilitaram sua ocupação em cavernas. Registros mostraram que *Bokermannohyla martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola* se reproduzem em cavernas. As diferentes formas que esses táxons utilizam as cavernas demonstram que esses ambientes são importantes em mais de um processo ecológico, dependendo da espécie.

Em relação aos resultados publicados em bioacústica, o estudo mostrou variação na paisagem acústica dentro e fora da caverna, tanto no período seco quanto no chuvoso. A diferença comportamental observada em alguns grupos provavelmente está relacionada às vantagens ambientais proporcionadas pelo ambiente subterrâneo.

O presente projeto permitiu a obtenção de dados bióticos e abióticos que contribuem para o conhecimento sobre a biologia de organismos cavernícolas. Os resultados obtidos auxiliam no avanço do conhecimento científico e na conservação das espécies bem como do patrimônio espeleológico. A divulgação científica em periódicos para a comunidade academia e na elaboração materiais informáticos para as unidades de conservação, e sobretudo em planos de manejo, permite o estabelecimento de medidas para a valorização e proteção dos ambientes subterrâneos e dos organismos cavernícolas.

O projeto também permite o estabelecimento de parcerias entre o ICMBio/Cecav e o meio acadêmico. Essas parcerias são essenciais para o aprimoramento metodológico do projeto, na busca por melhores resultados e na divulgação e publicação das pesquisas realizadas.

Os resumos publicados e apresentados mostram parte dos resultados do projeto e o grande potencial que o estudo tem para o aumento do conhecimento da fauna de vertebrados cavernícolas brasileira. Além disso, os resultados obtidos geraram mais perguntas, permitindo a continuidade de algumas linhas de pesquisa. O ponto de vista genético de populações da espécie *Bokermannohyla martinsi* gerou mais perguntas e possibilidades de estudo, tanto de populações do meio externo como subterrâneo, produzindo um projeto de doutorado do Coordenador do projeto. O mesmo pode ser dito sobre a questão comportamental e ecológica, que além do foco de interesse na *B. martinsi*, elucidou outras espécies de anfíbios que tem afinidade com cavernas também representadas neste projeto. Sendo assim, o bolsista Ítalo Moreira Martins pôde elaborar o seu projeto de doutorado, que utilizará esta espécie como modelo para estudar comportamento dentro e fora de cavernas. Com esse projeto, o bolsista Ítalo Moreira Martins foi aprovado em primeiro lugar no doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Deste modo, a partir destes resultados é possível continuar o desenvolvimento de pesquisas que envolvem vertebrados cavernícolas.

## 8. Conclusão

Determinadas espécies utilizam as cavernas durante seu ciclo de vida e a supressão de cavidades pode causar impactos em suas populações. Estudos ecológicos e comportamentais em cavernas são necessários para elucidar o papel dos ambientes subterrâneos nos ciclos de vida e história natural dos vertebrados e são importantes para o planejamento de medidas protetivas para ambos.

A presença de espécies endêmicas e com algum risco de extinção reforça a importância desses estudos e da preservação das cavernas. O uso das cavernas por espécies consideradas indicadoras de qualidade ambiental (bioindicadoras), como os

anuros, reforça o uso dessas espécies no monitoramento dos ambientes cavernícola e externo.

O monitoramento acústico passivo (MAP) é um método complementar no inventário da fauna cavernícola e uma ferramenta promissora para ser utilizada no aumento do conhecimento sobre a biologia e ecologia das espécies que utilizam o ambiente subterrâneo. O método permite a amostragem de várias cavernas simultaneamente, podendo ser utilizado por vários anos, sem que haja necessidade da presença constante de pesquisadores em campo. O MAP permite compreender a dinâmica acústica nestes ambientes e permite detectar tendências de longo prazo e variações bruscas na comunidade acústica. O MAP pode ser utilizado no monitoramento constante e de longo prazo de cavernas localizadas próximas aos empreendimentos, auxiliando na análise dos impactos das atividades antrópicas sobre as espécies cavernícolas.

O presente projeto foi um ponto de partida para mais questões envolvendo a biologia de vertebrados de cavernas, onde foi possível mapear alguns pontos de interesse sobre a relação da fauna com ambientes de caverna. Estudos desta natureza poderão ser mais incentivados e usufruir das contribuições dos resultados aqui descritos. A possibilidade da continuação desse projeto através de dois doutorados permitirá que ainda mais resultados e produtos pertinentes para a ciência e conservação de cavernas e das espécies. O presente estudo contribuiu também para a continuidade da formação acadêmica e profissional dos membros da equipe.

## **9. Agradecimentos**

Agradecemos aos gestores e funcionários do Parque Nacional da Serra do Gandarela, Parque Nacional das Sempre-Vivas, Núcleo de Gestão Integrada (NGI) - ICMBio Cipó-Pedreira, Parque Estadual do Itacolomi, Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Santuário do Caraça e Santuário Basílica Nossa Senhora da Piedade pelo auxílio e permissão para as atividades de campo. Às equipes do SISBio/ICMBio e do IEF-MG pelas autorizações para atividades com finalidade científica. O projeto utilizou recursos financeiros do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica (TCCE ICMBio/Vale Nº 01/2018), 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), a quem também agradecemos.

## 10. Referências

- Andrade, M.C.M.; Costa, J.C.R.; Eterovick, P.C. Fidelity in the use of iron caves by *Bokermannohyla martinsi* (Anura: Hylidae): a step further in unveiling the importance of Brazilian caves for the herpetofauna. *Salamandra* 57(4): 502–512, 2021.
- Andrade, M.C.M. et al. First description of the nesting site, nest, and eggs of the Rock Tapaculo (*Scytalopus petrophilus*). *Ornithology Research*, [s.l.], p. 1-4, 2020.
- Augustin C. H. R. R. 1995. Geoökologische Studien im Südlichen Espinhaço Gebirge bei Gouveia, Minas Gerais, Brasilien Unter Besonderer Berücksichtigung der Landschaftsentwicklung. Universidade de Frankfurt, Frankfurt, Alemanha. Tese de Doutorado, 254 p.
- Augustin, C. H. R. R., Fonseca, B. M. & Rocha, L. C. 2011. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. *Geonomos*.
- Auler, A., Alt, L., Moura, V. & Leão, M. 2015. Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. *Carste Ciência e Ambiente*, Minas Gerais, 17-69.
- Brinkløv, S., Fenton, M.B. & Ratcliffe, J.M. 2013. Echolocation in oilbirds and swiftlets. *Frontiers in Physiology*, 4, 123.
- Brown, D. R. *Rana palustris* (pickerel frog) oviposition. *Herpetological Review*, 15, 110-111, 1984.
- Carmo, F. F. D. & Jacobi, C. M. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia*, 64, 527-541.
- Fellers, G. M., Wood, L. L., Carlisle, S. & Pratt, D. 2010. Unusual subterranean aggregations of the California Giant Salamander, *Dicamptodon ensatus*. *Herpetological Conservation and Biology*, 5(1), 149-154.

Ferreira, R. F., Oliveira, M. P. A. & Silva, M. S. 2015. Biodiversidade Subterrânea em Geossistemas Ferruginosos. In: Carmo, F. F. & Kamino, L. H. Y. Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora. 195-231.

Gontijo, B. M. 2008. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. Megadiversidade. v. 4, n. 1-2, p. 7-15.

Gouveia, S. F., Rocha, P. A., Mikalauskas, J. S. & Silveira V. V. 2009. *Rhinella Jimi* (Cururu Toad) and *Leptodactylus Vastus* (Northeastern Pepper Frog). Predation on bats. *Herpetological Review*, 40, 2, 1.

Kot, L., Goulart, F. F., Franco, E., Vasconcelos, M. F. & Rodrigues, M. 2021. Aves da Serra do Cipó - Birds of Serra do Cipó. Editora dos Autores, Belo Horizonte, 262 p.

Matavelli, R., Campos, A.M., Feio, R. N. & Ferreira, R. L. 2015. Occurrence of anurans in brazilian caves. *Acta Carsologica* 44(1): 107-120.

R Core Team (2020) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>

Santos, T.; Ferreira, R.L.; Souza, A. M.; Andrade, M. C. M.; Costa. J. C. R. & Eterovick, P.C. 2022. Anfíbios e Répteis. In: Zampaulo, R. A.; Prous, X. Fauna Cavernícola do Brasil. Belo Horizonte: Rupestre. 491-509.

Vanni, S. & Nistri, A. 2006. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana. Regione Toscana.

## 11. Anexos

### Anexo 1 – Certificados de apresentação e publicação de resumos em eventos científicos, seguidos dos respectivos resumos.

Verifique o código de autenticidade 4443892.2809537.291986.5.00278557489235868719 em <https://www.even3.com.br/documentos>

#### 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia



Certificamos que o trabalho intitulado **OCORRÊNCIA DE VERTEBRADOS EM CAVERNAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL** de autoria de **Maurício Carlos Martins de Andrade, ITALO MOREIRA MARTINS e Tiago Castro Silva**, foi submetido e apresentado na modalidade pôster, no evento 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (36º CBE), realizado de 20 a 23 de abril de 2022, na cidade de Brasília/DF.

Brasília/DF, 25 de abril de 2022.



**Paulo Henrique Rosado Arenas**  
Presidente do 36º CBE



**Jocy Brandão Cruz**  
Vice-Presidente do 36º CBE  
Coordenador do Centro Nacional de Pesquisa de Cavernas  
ICMBio/CECAV



### ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ANDRADE, M. C. M.; MARTINS, I. M.; SILVA, T. C.. Ocorrência de vertebrados em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.061-068. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe\\_061-068.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_061-068.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## OCORRÊNCIA DE VERTEBRADOS EM CAVERNAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL *OCCURRENCE OF VERTEBRATES IN CAVES OF SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL*

Maurício Carlos Martins de ANDRADE (1); Ítalo Moreira MARTINS (1); Tiago Castro SILVA (1)

(1) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV)/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Contatos: [mauricio.andrade@icmbio.gov.br](mailto:mauricio.andrade@icmbio.gov.br); [italoomm@yahoo.com.br](mailto:italoomm@yahoo.com.br).

### Resumo

Diversos vertebrados são observados em cavernas, utilizando esses ambientes de diferentes formas. No presente estudo foram visitadas 39 cavidades distribuídas entre seis unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional. Durante as amostragens foram registradas 41 espécies pertencentes aos cinco grupos de vertebrados: Mamíferos (n=9), Aves (n=14), Répteis (n=4), Anfíbios (n=13) e Peixes (n=1). Nove táxons encontrados são endêmicos dos biomas Mata Atlântica (n=1) e Cerrado (n=8), sendo especialistas de ambientes rupestres. Desses, uma espécie de mamífero está ameaçada de extinção. Esses dados preliminares evidenciam a relevância de estudos de fauna em cavernas, uma vez que o conhecimento sobre os aspectos ecológicos e importância em seu ciclo de vida ainda é escasso. Estudos e amostragens futuras podem contribuir para a avaliação dos impactos em ambientes subterrâneos e sua influência na riqueza e diversidade de espécies de uma localidade.

**Palavras-Chave:** Brasil; Cavidade natural subterrânea; Peixe; Anuro; Réptil; Ave; Mamífero.

### Abstract

*Several vertebrates are observed in caves, using these environments in different ways. In the present study, 39 caves distributed among six conservation units in Serra do Espinhaço Meridional were visited. During the sampling, 41 species belonging to the five vertebrate groups were recorded: Mammals (n=9), Birds (n=14), Reptiles (n=4), Amphibians (n=13) and Fishes (n=1). Nine taxa are endemic to the Atlantic Forest (n=1) and Cerrado (n=8) biomes, being rocky environmental specialists. Of these, one mammal species is threatened. These preliminary data show the relevance of studies involving cave fauna, since the knowledge about the ecological aspects and importance in their life circle are scarce. Future studies and sampling can contribute to the impact assessment on subterranean environments and their influence on the species richness in a location.*

**Keywords:** Brazil; Natural subterranean cavity; Fish; Anuran; Reptile; Bird; Mammal.

### 1. INTRODUÇÃO

As cavernas são ambientes caracterizados pela ausência parcial ou completa de luz, impossibilitando a presença de organismos produtores fotossintetizantes, com consequente escassez alimentar (TRAJANO; BICHUETTE, 2006). Porém, diversos vertebrados e invertebrados habitam esse ambiente de maneira temporária (troglótenos e troglófilos) ou definitiva (troglóbios) (RACOVITZA, 1907). Esses animais obtêm recursos alimentares diretamente no meio epígeo, saindo das cavernas para se alimentar, ou utilizam recursos importados, provenientes de outros animais que entram nas cavernas ou de vegetais e matéria orgânica carreados para o interior das cavidades (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

Devido à ausência de luz, algum tipo de adaptação é necessário para utilizar constantemente as zonas disfóticas (de penumbra) e principalmente afóticas das cavernas. Combinações variadas de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais influenciam o nível de associação das espécies com as cavernas (HOWARTH; MOLDOVAN, 2018).

A ecolocalização é um tipo de adaptação que morcegos, andorinhões (Família Apodidae) e o guácharo (*Steatomis caripensis* – Família Steatomithidae) utilizam para se locomover em locais com total ausência de luz, como nas zonas afóticas das cavernas (BRINKLØV; FENTON; RATCLIFFE, 2013). Olhos grandes em relação ao tamanho do corpo, quando comparado a outras aves, é outro tipo de adaptação presente no guácharo,

corujas e andorinhões (WARRANT, 2008). Uma proporção maior de bastonetes na retina, que confere uma maior sensibilidade visual em condições de pouca luz, é outro tipo de adaptação presente no guácharo e nas corujas (MARTIN et al., 2004; WARRANT, 2008). Essas adaptações permitem que determinadas espécies de aves utilizem os ambientes cavernícolas, principalmente as zonas disfóticas.

Os amuros colonizam as cavernas em busca de proteção e abrigo, permitindo escapar ou mitigar os efeitos do clima (ARZABE, 1999; GOUVEIA et al., 2009; FELLERS et al., 2010; MATAVELLI et al., 2015; ANDRADE et al., 2021), podendo ser fundamental para a sobrevivência de populações (FORRESTER; CASADY; WITTMER, 2015; LUNGHI; MANENTI; FICETOLA, 2017). Além de um microclima adequado, os ambientes subterrâneos também podem servir como abrigo de predadores, fontes de alimentos e locais de reprodução para algumas espécies de amuros (GOUVEIA et al., 2009; VANNI; NISTRÌ, 2006; FELLERS et al., 2010; MATAVELLI et al., 2015).

Os peixes são os habitantes de cavernas mais estudados em relação aos processos de adaptação aos ambientes subterrâneos. São organismos importantes para os ambientes aquáticos cavernícolas, agindo muitas vezes como predadores de topo de cadeia (BICHUETTE; TRAJANO, 2003). A ictiofauna adaptada às cavernas da América do Sul é dominada pela Ordem Siluriformes, cujos hábitos noturnos e habilidades de orientação mecânicas e químicas constituem pré-adaptações para este tipo de habitat (BICHUETTE; TRAJANO, 2010).

Objetivamos aqui relatar as espécies e vestígios de vertebrados registrados durante visitas técnicas realizadas em cavernas localizadas em unidades de conservação (UC) da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM).

## 2. METODOLOGIA

Visitamos 39 cavernas em seis UC da SdEM: seis cavernas no Parque Nacional (PN) da Serra do Gandarela (20°06'03"S, 43°39'50"W), nove cavernas no PN das Sempre Vivas (17°48'22"S, 43°46'37"W), sete no Parque Estadual (PE) do Itacolomi (20°26'32"S, 43°27'46"W), nove no Monumento Natural Estadual (MNE) da Serra da Piedade (19°49'04"S, 43°40'50"W) e oito no PN da Serra do Cipó (19°22'45"S, 43°32'07"W) e Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira (19°21'00"S, 43°33'13"W) (Figura 1). Essas duas últimas UC foram consideradas conjuntamente no presente

estudo por estarem localizadas na mesma região (Serra do Cipó).

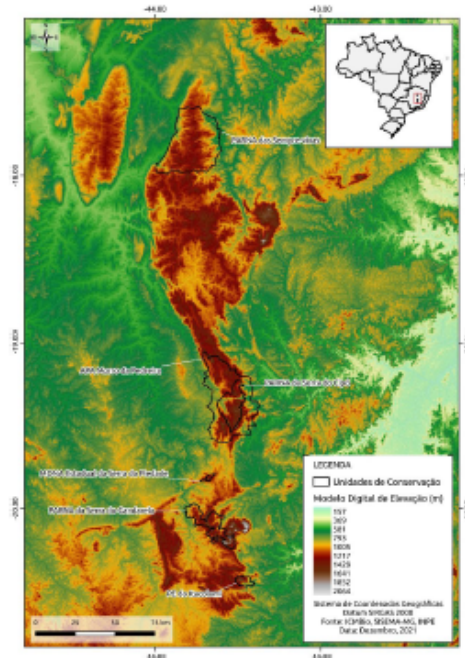


Figura 1: Mapa mostrando o gradiente altitudinal na região da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) e as unidades de conservação visitadas. Autor: Tiago Castro Silva.

A Serra do Espinhaço Meridional estende-se por cerca de 300 Km na direção Norte-Sul, desde o município de Olhos D'água até a Serra de Ouro Branco no Quadrilátero Ferrífero, ambos em Minas Gerais, Brasil (AUGUSTIN; FONSECA; ROCHA, 2011). A SdEM possui uma alta variedade geológica, com predomínio de formações rochosas quartzíticas, ferruginosas, graníticas e calcárias, refletindo uma diversidade única de cavernas (AULER et al., 2015).

A SdEM apresenta-se como um grande divisor de biomas, abrigando a floresta estacional semi-decidual, pertencente à Mata Atlântica, em sua vertente oriental e uma vegetação típica do Cerrado em sua vertente ocidental (GONTIJO, 2008). Nas partes mais elevadas e rochosas, geralmente acima de 900 m de altitude, prevalecem os campos rupestres, que abrigam uma flora peculiar, diversa e, em grande parte, endêmica (KOT et al., 2021). Na porção norte da SdEM prevalecem os campos rupestres quartzíticos (AUGUSTIN; FONSECA; RÔCHA,

2011), com formações vegetacionais influenciadas pelo bioma da vertente da serra em que se localizam (KOT et al., 2021). Já na porção sul da SdEM (Quadrilátero Ferrífero - QF) prevalecem os campos rupestres ferruginosos (canga) que possuem maior influência de elementos florísticos da Mata Atlântica (CARMO; JACOBI, 2013).

Realizamos os registros dos vertebrados durante visitas técnicas realizadas às unidades de conservação, sendo amostradas 39 cavidades naturais subterrâneas. Visitamos cada caverna uma vez, no período diurno, de setembro a dezembro de 2021. A procura por espécimes e vestígios de vertebrados nas cavernas foi realizada por duas pessoas, com o auxílio de lanternas, por meio de busca ativa, sem limitação de tempo, e a partir de possíveis vocalizações. Fotografamos os indivíduos em sua posição original, sem captura de espécimes, com o auxílio de câmera fotográfica digital. A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada em campo e confirmada posteriormente através dos registros fotográficos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registramos 41 espécies de vertebrados nas cavernas visitadas através de vestígios (ninhos, pegadas, fezes, ossos e carcaças) e visualização direta. Os táxons encontrados estão distribuídos entre as cinco classes de vertebrados: Mamíferos (n=9), Aves (n=14), Répteis (n=4), Anfíbios (n=13) e Peixes (n=1) (Tabela 1, Figura 2). As aves compuseram 34% da riqueza total de vertebrados nas cavidades, seguidas dos anfíbios (32%) e mamíferos (22%). Os répteis consistiram em apenas 10% das espécies encontradas, sendo que os peixes tiveram a menor representatividade (2%).

O registro de mamíferos se deu majoritariamente através de fezes (tamanduá, morcegos e mocós), carcaças (roedor), ossos (morcegos) e ninho (roedor), sendo apenas morcegos (e.g. *Desmodus rotundus* e *Diphylla ecaudata*) e mocós (*Kerodon rupestris*) observados diretamente. A presença das aves foi relatada no interior e entrada das cavernas pelo registro de ninhos (e.g. *Knipolegus nigerrimus*, *Scytalopus petrophilus*, *Troglodytes musculus* e beija-flores), penas (e.g. *Psittacara leucophthalmus* e *Coragyps atratus*) e pelotas de coruja. Importante destacar que *S. petrophilus* constrói seus ninhos próximo à entrada de cavernas ferruginosas (canga) (ANDRADE et al., 2020) porém, devido à sua distribuição geográfica e forte associação aos ambientes rupestres, poderá ser registrado nidificando em cavidades de outras litologias. Os

répteis foram observados através de pegadas (*Salvator merianae*) e presencialmente nas entradas das cavernas, majoritariamente de forma ativa, sendo que o mesmo ocorreu para os espécimes registrados no interior dessas (e.g. *Eurolophosaurus nanuzae*, *Oxyrhopus trigeminus* e *Tropidurus montanus*). Os anfíbios amuros foram registrados tanto na forma de girinos como na fase adulta, através de vocalização, fezes e por visualização (e.g. *Bokermannohyla martinsi*, *Hylodes uai*, *Ischnocnema juipoca*, *Odontophrynus cultripes* e *Physalaemus deimaticus*), sendo o único grupo presente em cavidades de todas as áreas amostradas na SdEM. Apenas uma espécie de peixe (*Trichomycterus* sp.) foi registrada, presente em uma caverna no PN da Serra do Cipó, possivelmente oriunda de um riacho que adentra à cavidade. Futuras coletas e observações dessa espécie em ambiente cavernícola poderão gerar mais dados quanto ao seu uso e importância desse ambiente em seu ciclo de vida.

Tabela 1. Riqueza de vertebrados encontrados em cavernas nas Unidades de Conservação da Serra do Espinhaço Meridional.

CLASSE	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO				
	PN da Serra do Gandarela	MNE da Serra da Piedade	PN das Sempre Vivas	PN da Serra do Cipó e APA Morro da Pedreira	PE do Itacolomi
Mamíferos	2	2	2	4	0
Aves	3	4	4	6	0
Répteis	1	1	3	0	0
Anfíbios	3	4	4	3	2
Peixes	0	0	0	1	0

A fauna encontrada nas cavernas durante as visitas foi composta predominantemente por espécies troglóxenas. Esses organismos são responsáveis pela importação de recursos alimentares provenientes do meio epígeo em cavernas, especialmente nas que são permanentemente secas (SKET, 2008; TRAJANO; CARVALHO, 2017). Deste modo, contribuem para a manutenção das comunidades aquáticas quanto para as terrestres em cavidades (POULSON; WHITE, 1969; CULVER, 1970; LANGECKER, 2000).



**Figura 2:** Registros de algumas espécies de vertebrados encontradas em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional: (a) *Diphylla ecaudata*; (b) fezes de *Kerodon rupestris*; (c) ninho de *Scytalopus petrophilus*; (d) ninho de *Knipolegus nigerrimus*; (e) *Oxyrhopus trigeminus*; (f) *Bokermannohyla martinsi*; (g) *Physalaemus deimaticus*; (h) *Trichomycterus* sp. Fotos: Mauricio Carlos Martins de Andrade (fotos “a” até “c”) Ítalo Moreira Martins (fotos “d” até “h”).

Os vertebrados mais relatados e estudados em cavernas são os morcegos, anfíbios, peixes e algumas espécies de aves (ROMERO, 2001; TRAJANO; BICHUETTE, 2006; MANENTI, 2014). Entretanto, diversas outras espécies utilizam as cavernas de forma temporária. Relatos de mamíferos, aves, répteis e anuros em cavernas vem aumentando nas últimas décadas e alguns estudos vêm demonstrando que algumas espécies utilizam as cavernas para alimentação, proteção e refúgio climático. (MANENTI, 2014; MATAVELLI et al., 2015; LUNGI; MANENTI; FICETOLA, 2017; ANDRADE; COSTA; ETEROVICK, 2021). Embora não exista registros de répteis troglóbios, o uso temporário a longo prazo de cavernas tem sido observado por diversas espécies de lagartos e serpentes ao redor do mundo (AFRASIAB, 2011). Algumas serpentes forrageiam em entradas e dentro de cavidades em busca de presas como morcegos (SHARIFI et al. 2014). Já os lagartos geralmente utilizam estes ambientes como abrigos,

principalmente a família Gekkonidae (CULVER, 2000).

Dentre os vertebrados observados, nove espécies (seis anfíbios, dois répteis e um mamífero) se destacam quanto ao endemismo e especificidade de habitat. Cinco táxons de anuros (*Bokermannohyla alvarengai*, *B. martinsi*, *B. saxicola*, *Physalaemus deimaticus* e *Thoropa megatympanum*) estão associados aos campos de altitude com afloramentos rochosos e são endêmicos da Serra do Espinhaço (ETEROVICK; SAZIMA, 2004; PIMENTA et al., 2014; SILVEIRA et al., 2019). A espécie de rã *Hylodes uai* é endêmica da Mata Atlântica, sendo restrita às montanhas de Minas Gerais (LEITE JUNCA; ETEROVICK, 2008; SILVEIRA et al., 2019). Os lagartos *Tropidurus montanus* e *Eurolophosaurus nanuzae* também estão associados aos campos rupestres de altitudes acima de 900 metros, sendo *E. nanuzae* endêmico da Serra do Espinhaço (RODRIGUES, 1981; RODRIGUES 1988).

O mocó (*K. rupestris*) é o único vertebrado registrado que é avaliado em alguma das categorias de risco de extinção da Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, estando classificado como vulnerável (VU) (ICMBIO, 2018a). O mocó foi assim categorizado por se tratar de uma espécie que, embora amplamente distribuída, é especializada em ambientes de afloramentos rochosos, tomando-a sensível às mudanças em seu ambiente (ICMBIO, 2018a). Além disso, *K. rupestris* é comumente caçado para subsistência em áreas rurais, declinando suas populações (ALHO, 1982; RODRIGUES, 1981). A perereca *B. martinsi* é uma espécie que utiliza cavernas continuamente (ANDRADE; COSTA; ETEROVICK, 2021) e é avaliada como quase ameaçada (NT) devido à destruição de seu habitat e por sua distribuição restrita, registrada apenas na região do Quadrilátero Ferrífero, (CARAMASCHI et al., 2010; ICMBIO, 2018b; HADDAD et al., 2016). Essa região encontra-se fragmentada em decorrência de ações antrópicas, sendo a atividade minerária a principal causadora da perda de qualidade do habitat da espécie (SILVEIRA et al., 2019). Já a rã *Physalaemus deimaticus* é avaliada como dados insuficientes (DD) já que ainda há pouca informação sobre tamanho e estrutura populacional, distribuição e ameaças à espécie (CARAMASCHI; NASCIMENTO; SILVANO, 2004; NASCIMENTO; CARAMASCHI; CRUZ, 2005; ICMBIO, 2018b).

Os dados obtidos ainda são preliminares, deste modo, campanhas futuras poderão revelar mais sobre a riqueza e diversidade das cavernas dessas unidades

de conservação. Além disso, a continuidade das amostragens pode elucidar aspectos ecológicos das espécies ali presentes e sua relação com ambientes subterrâneos. A presença de diversos organismos observada através de diferentes vestígios já demonstra o uso de cavernas em seu ciclo de vida e evidenciam a importância desses ambientes para a conservação dessas espécies na Serra do Espinhaço Meridional.

#### 4. CONCLUSÕES

As espécies encontradas em cavidades naturais subterrâneas das unidades de conservação visitadas demonstram que ainda há muito para se conhecer acerca da ecologia de cavernas e seu uso por vertebrados. Para mais, a presença de espécies endêmicas, especialistas e com algum risco de extinção reforça a relevância dos estudos sobre cavernas e sua preservação, uma vez que participam do ciclo de vida desses táxons e sua ausência pode causar impactos significativos em suas populações.

Por se tratar de dados preliminares de um projeto de maior duração, mais informações e registros são esperados, o que contribuirá para a melhor compreensão dos processos ecológicos desses ambientes, bem como reforçar a importância das cavernas para a biodiversidade.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos gestores e funcionários do PN da Serra do Gandarela, PN das Sempre Vivas, PN da Serra do Cipó, APA Morro da Pedreira, PE do Itacolomi e MNE da Serra da Piedade pelo auxílio e permissão para as visitas técnicas. As atividades deste projeto foram desenvolvidas no âmbito do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica (TCCE ICMBio/ Vale No. 01/2018) 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), aos quais também agradecemos.

#### REFERÊNCIAS

- AFRASIAB, Saman R. Cave Dwelling Animals in Iraq Part 2: Systematic Notes on The Nuthatch of the Family Sittidae (Aves passeriformes) in Iraq With Adding some Important Knowledge to the Nest Building of Sittatephronota Sharpe, From Besan Vale Hawraman Slope, Iraqi Kurdistan. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, v. 11, n. 3, p. 17-24, 2011.
- ALHO, Cleber Jr. Brazilian rodents: their habitats and habits. *Mammalian Biology in South America*, v. 6, p. 143-166, 1982.
- ANDRADE, Maurício Carlos Martins de et al. First description of the nesting site, nest, and eggs of the Rock Tapaculo (*Scytalopus petrophilus*). *Ornithology Research*, v. 28, n. 2, p. 138-141, 2020.
- ANDRADE, Maurício Carlos Martins de; COSTA, Júlio César Rocha; ETEROVICK, Paula Cabral. Fidelity in the use of iron caves by *Bokermamohyla martinsi* (Anura: Hylidae): a step further in unveiling the importance of Brazilian caves for the herpetofauna. *Salamandra*, v. 57, n. 4, p. 502-512, 2021.
- AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha; FONSECA, Bráulio Magalhães; ROCHA, Leonardo Cristian. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. *Geonomos*, v. 19, n. 2, p. 50-69, 2011.
- AULER, Augusto et al. Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. *Carste Ciência e Ambiente*, Minas Gerais, p. 17-69, 2015.
- ARZABE, Cristina. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 3, p. 851-864, 1999.
- BRINKLÖV, Signe; FENTON, M. Brock; RATCLIFFE, John Morgan. Echolocation in oilbirds and swiftlets. *Frontiers in Physiology*, v. 4, p. 123, 2013.



BICHUETTE, Maria Elina; TRAJANO, Eleonora. Epigean and subterranean ichthyofauna from the São Domingos karst area, Upper Tocantins River basin, Central Brazil. *Journal of Fish Biology*, v. 63, n. 5, p. 1100-1121, 2003.

CARAMASCHI, Ulisses et al. *Bokermannohyla martinsi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/species/55549/11330848> > Acesso em: 20 dez. 2021.

CARAMASCHI, Ulisses; NASCIMENTO, Luciana Barreto; SILVANO, Débora. *Physalaemus deimaticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/species/57251/11609332> > Acesso em: 20 dez. 2021.

CARMO, Flávio Fonseca do; JACOBI, Claudia Maria. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia*, v. 64, n. 3, p. 527-541, 2013.

CULVER, David C. Analysis of simple cave communities: niche separation and species packing. *Ecology*, v. 51, n. 6, p. 949-958, 1970.

CULVER, David C.; SKET, Boris. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 62, n. 1, p. 11-17, 2000.

ETEROVICK, Paula C.; SAZIMA, Ivan. *Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Editora PUC Minas, Belo Horizonte, Brasil, 2004. 152 p.

FELLERS, Gary M. et al. Unusual subterranean aggregations of the California Giant Salamander, *Dicamptodon ensatus*. *Herpetological Conservation and Biology*, v. 5, n. 1, p. 149-154, 2010.

FORRESTER, Tavis D.; CASADY, David S.; WITTMER, Heiko U. Home sweet home: fitness consequences of site familiarity in female black-tailed deer. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 69, n. 4, p. 603-612, 2015.

GONTIJO, Bernardo Machado. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, v. 4, n. 1-2, p. 7-14, 2008.

GOUVEIA, Sidney Feitosa et al. *Rhinella jimi* (Cururu toad) and *Leptodactylus vastus* (Northeastern pepper frog). Predation on bats. *Herpetological Review*, v. 40, n. 2, p. 210, 2009.

HADDAD, Célio Fernando Baptista et al. *Avaliação do Risco de Extinção de Bokermannohyla martinsi (Bokermann, 1964), no Brasil*. ICMBio. 2016. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/8134-anfios-bokermannohyla-martinsi> > Acesso em: 08 jan. 2022.

HOWARTH, Francis G.; MOLDOVAN, Oana Teodora. The ecological classification of cave animals and their adaptations. *Cave Ecology*. Springer, Cham, 2018. p. 41-67.

ICMBIO. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ MMA, Brasília, D.F., Brasil. 2018a. 622 p.

ICMBIO. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume V - Anfíbios*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ MMA, Brasília, D.F., Brasil. 2018b. 128 p.

KOT, Luiza et al. *Aves da Serra do Cipó - Birds of Serra do Cipó*. Editora dos Autores, Belo Horizonte, MG. 2021. 262 p.

LANGHECKER, Thomas G. The effects of continuous darkness on cave ecology and cavernicolous evolution. *Ecosystems of the World*, p. 135-158, 2000.



LEITE, Felipe S. F.; JUNCA, Flora A.; ETEROVICK, Paula C. Status do conhecimento, endemismo e conservação de anfíbios anuros da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade*, v. 4, n. 1-2, p. 182-200, 2008.

LUNGI, Enrico; MANENTI, Raoul; FICETOLA, Gentile Francesco. Do cave features affect underground habitat exploitation by non-troglobite species?. *Acta Oecologica*, v. 55, p. 29-35, 2014.

LUNGI, Enrico; MANENTI, Raoul; FICETOLA, Gentile Francesco. Cave features, seasonality and subterranean distribution of non-obligate cave dwellers. *PeerJ*, v. 5, p. e3169, 2017.

MANENTI, Raoul. Role of cave features for aquatic troglóbiont fauna occurrence: effects on "accidentals" and troglómorphic organisms distribution. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, v. 60 n. 3, p. 257-270, 2014.

MARTIN, Graham et al. The eyes of oilbirds (*Steatornis caripensis*): pushing at the limits of sensitivity. *Naturwissenschaften*, v. 91, n. 1, p. 26-29, 2004.

MATAVELLI, Rodrigo et al. Occurrence of amurans in Brazilian caves. *Acta Carsologica*, v. 44, n. 1, 2015.

NASCIMENTO, Luciana Barreto; CARAMASCHI, Ulisses; CRUZ, Carlos Alberto Gonçalves. Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez-de-la-Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, v. 63, n. 2, p. 297-320, 2005.

PIMENTA, Bruno et al. **Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim – Minas Gerais**. Bicho do Mato, Belo Horizonte, Brasil, 2014. 196 p.

POULSON, Thomas L.; WHITE, William B. The Cave Environment: Limestone caves provide unique natural laboratories for studying biological and geological processes. *Science*, v. 165, n. 3897, p. 971-981, 1969.

RACOVITZA, Emile G. Essay on biospeological problems. *Essay on biospeological problems - French, English, Romanian version*, p. 127-183, 1907.

RODRIGUES, Miguel Trefaut. Uma nova espécie de *Tropidurus* do Brasil (Sauria, Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 34, n. 13, p. 145-149, 1981.

RODRIGUES, Miguel Trefaut. Distribution of lizards of the genus *Tropidurus* in Brazil (Sauria, Iguanidae). *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988. p. 305-315.

ROMERO, Aldemaro. An introduction to the special volume on the biology of hypogean fishes. *The biology of hypogean fishes*. Springer, Dordrecht, 2001. p. 7-12.

SHARIFI, Mozafar et al. Record of predation on the bat *Rhinopoma microphyllum* (Chiroptera: Rhinopomatidae) by the *Spalerosophis microlepis* (Reptilia: Colubridae), in western Iran. *Galemys*, v. 26, p. 114-118, 2014.

SILVEIRA, Adriano Lima et al. **Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico**. Belo Horizonte, Editora Rupestre, 2019. 448 p.

SKET, Boris. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals?. *Journal of Natural History*, v. 42, n. 21-22, p. 1549-1563, 2008.

TRAJANO, Eleonora.; BICHUETTE, Maria Elina. **Biologia Subterrânea: Introdução**. Redespeleo, São Paulo, 2006. 92 p.



TRAJANO, Eleonora; BICHUETTE, Maria Elina. Subterranean fishes of Brazil. *Biology of subterranean fishes*. New York: Science Publishers, p. 331-55, 2010.

TRAJANO, Eleonora; DE CARVALHO, Marcelo R. Towards a biologically meaningful classification of subterranean organisms: a critical analysis of the Schiner-Racovitza system from a historical perspective, difficulties of its application and implications for conservation. *Subterranean biology*, v. 22, p. 1, 2017.

VANNI, Stefano; NISTRÌ, Annamaria. *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana*. Regione Toscana, 2006. 379 p.

WARRANT, Eric J. Seeing in the dark: vision and visual behaviour in nocturnal bees and wasps. *Journal of Experimental Biology*, v. 211, n. 11, p. 1737-1746, 2008.

# 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia


26 a 29 de julho de 2023 - Curitiba - PR




A espeleologia brasileira em  
perspectiva: busca de unidade  
para realidades múltiplas

Certificamos para os devidos fins que **Maurício Carlos Martins de Andrade** apresentou, na modalidade oral, o trabalho intitulado **Reprodução de pererecas endêmicas (Anura: Hylidae) em cavernas da serra do Espinhaço Meridional, Brasil**, de autoria de **Maurício Carlos Martins de Andrade, Italo Moreira Martins, Tiago Castro Silva e Paula Cabral Eterovick** no 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, realizado de 26 a 29 de julho de 2023 em Curitiba (PR).

Curitiba, Paraná, 30 de julho de 2023.



Gisèle Cristina Sessegolo  
Presidente do 37º CBE  
GEEP- Açungui



Diego de Medeiros Bento  
Vice-presidente do 37º CBE  
CECAV/ICMBio



Realização



Organização



Ativar o Wi



Curitiba - PR

## ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ANDRADE, M. C. M.; MARTINS, I. M. SILVA, T. C.; ETEROVICK P. C.. Reprodução de pererecas endêmicas (Anura: Hylidae) em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional, Brasil. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.292-300. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe\\_292-300.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_292-300.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## REPRODUÇÃO DE PERERECAS ENDÊMICAS (ANURA: HYLIDAE) EM CAVERNAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, BRASIL

### REPRODUCTION OF ENDEMIC FROGS (ANURA: HYLIDAE) IN CAVES OF THE SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, BRAZIL

Maurício Carlos Martins de ANDRADE (1); Ítalo Moreira MARTINS (1); Tiago Castro SILVA (1);  
Paula Cabral ETEROVICK (2)

(1) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav)/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

(2) Zoologisches Institut, Technische Universität Braunschweig, Germany.

Contatos: [mauricio.andrade@icmbio.gov.br](mailto:mauricio.andrade@icmbio.gov.br)

#### Resumo

Os anuros podem usar o ambiente subterrâneo para se proteger de predadores, abrigar de adversidades climáticas, alimentar e reproduzir. No Brasil, nenhum registro de reprodução de anuros em cavernas foi realizado, constando apenas registros de vocalização e a presença de girinos. O objetivo deste estudo foi verificar a atividade reprodutiva e a presença de indivíduos (girinos e adultos) do gênero *Bokermannohyla* em cavernas de unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional. Os registros de girinos e de comportamentos reprodutivos dos indivíduos adultos, associado à presença de corpos hídricos nas cavidades, evidenciaram a reprodução de duas espécies do gênero *Bokermannohyla* em cavernas. O estudo do uso de cavernas por anuros é crucial para se entender a relação desses com o ambiente subterrâneo, contribuindo para o planejamento de medidas protetivas para ambos.

**Palavras-Chave:** Cavidade natural subterrânea; Ecologia; Anfíbio; Conservação.

#### Abstract

*Anurans can use the subterranean environment to protect themselves from predators, shelter from adverse weather, feed and reproduce. In Brazil, no record of reproduction of anurans in caves has been carried out, with only recordings of vocalization and the presence of tadpoles. The aim of this study was to verify the reproductive activity and the presence of individuals (tadpoles and adults) of the genus Bokermannohyla in caves of conservation units at Serra do Espinhaço Meridional. The records of tadpoles and reproductive behavior of adults, associated with the presence of water bodies in the cavities, showed the reproduction of two species of the genus Bokermannohyla in caves. The study of the use of caves by anurans is crucial to understand their relationship with the subterranean environment, contributing to the planning of protective measures for both.*

**Keywords:** Underground natural cavity; Ecology; Amphibian; Conservation.

#### 1. INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos da presença de anuros em cavernas no Brasil os classificavam como acidentais no ambiente subterrâneo (TRAJANO, 1986; TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1990; PINTO-DA-ROCHA, 1995). Porém, essa premissa vem perdendo força com o avanço dos estudos sobre o uso de cavernas por anuros. Diversos trabalhos têm registrado a presença recorrente de determinadas espécies em cavernas (MATAVELLI *et al.*, 2015; CAMPOS *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022ab), inclusive com uso sazonal e fidelidade de espécimes a cavernas ambientalmente mais estáveis (ANDRADE *et al.*, 2021). Os anuros podem usar o ambiente subterrâneo para se proteger de predadores, abrigar de adversidades climáticas, alimentar e até re-

produzir (MATAVELLI *et al.*, 2015).

Várias espécies epígeas (acidentais ou troglóxenas), incluindo anuros, apresentam distribuição ligada a determinadas características das cavernas (LUNGHI *et al.*, 2013). A ocorrência de anfíbios em cavernas não é aleatória, existindo algum tipo de seleção para características ambientais específicas (LUNGHI *et al.*, 2013). As cavernas geralmente apresentam alta umidade e pouca variação de temperatura (CULVER; PIPAN, 2019), condições microclimáticas que favorecem o uso do ambiente pelos anuros, principalmente durante períodos secos (ANDRADE *et al.*, 2021). A presença de presas também é determinante para o uso do ambiente subterrâneo como micro-habitat para forrageamento por certas espécies de anuros (GOUVEIA *et al.*, 2009; LURÍA-MAN-

ZANO; RAMÍREZ-BAUTISTA, 2017).

O uso do ambiente subterrâneo por anuros também está relacionado a determinadas características da história de vida das espécies (SANTOS *et al.*, 2022b). A presença de discos digitais, membranas interdigitais e hábitos noturnos são características encontradas em algumas espécies de anuros que usam cavernas (BISWAS, 2014; ANDRADE *et al.*, 2021). Espécies de anuros terrestres e com desenvolvimento direto, em comparação com aquelas com estágio de girino, têm maior probabilidade de usar cavernas (SANTOS *et al.*, 2022b). Por outro lado, cavernas com corpos d'água perenes são mais utilizadas pelos anuros em comparação com aquelas sem corpos d'água (SANTOS *et al.*, 2022b). A presença de poças ou de habitats de água doce em cavernas configura um ambiente favorável para colonização e reprodução de anfíbios que dependem da água para reproduzir (LUNGHI *et al.*, 2013).

No mundo, são poucos os relatos de reprodução de anuros em cavernas (ROSA; PENADO, 2013). Porém, existem registros de girinos e relatos de comportamentos reprodutivos em cavernas da Europa (FARAONE; VALVO, 2018), Austrália (TYLER; DAVIES, 1979), América do Norte (RESETARITS JR., 1986) e América Central (DIESEL *et al.*, 1995). No Brasil, nenhum relato de reprodução de anuros em cavernas foi realizado (SANTOS *et al.*, 2022a). Constam apenas registros de comportamento reprodutivo (LIMA *et al.*, 2012; VAZ-SILVA *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022b) e a presença de girinos (MATAVELLI *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2021, 2022; BICHUETTE *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022ab). Porém, os girinos presentes em cavernas podem ser oriundos de uma desova ocorrida a montante da cavidade com posterior carreamento para o interior da mesma (SANTOS *et al.*, 2022a). Assim, apenas o registro de casal em amplexo, de desovas ou a presença de girinos em cavidades que não apresentam curso d'água superficial a montante caracterizaria a reprodução de anuros dentro de cavernas.

O gênero *Bokermannohyla* compreende 30 espécies (SEGALLA *et al.*, 2021) endêmicas e distribuídas nos campos rupestres e Mata Atlântica do sudeste brasileiro, da Bahia, Paraná e Santa Catarina (FAIVOVICH *et al.*, 2005; HADDAD *et al.*, 2013). Existem registros de ocorrência para *Bokermannohyla alvarengai* em cavernas em rochas ferruginosas e quartzíticas no estado de Minas Gerais (MG), *B. nanucae* (rochas calcárias e quartzíticas em MG), *B. martinsi* (rochas calcárias, ferruginosas e quartzíticas

em MG), *B. saxicola* (rochas ferruginosas em MG) (SANTOS *et al.*, 2022a) e *Bokermannohyla hylax* (rochas graníticas no estado de Santa Catarina) (BICHUETTE *et al.*, 2022). Em cavernas, há relatos da presença de girinos de *B. martinsi* (ANDRADE *et al.*, 2022) e de comportamento reprodutivo (vocalização) de indivíduos machos da mesma espécie (ANDRADE *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022b).

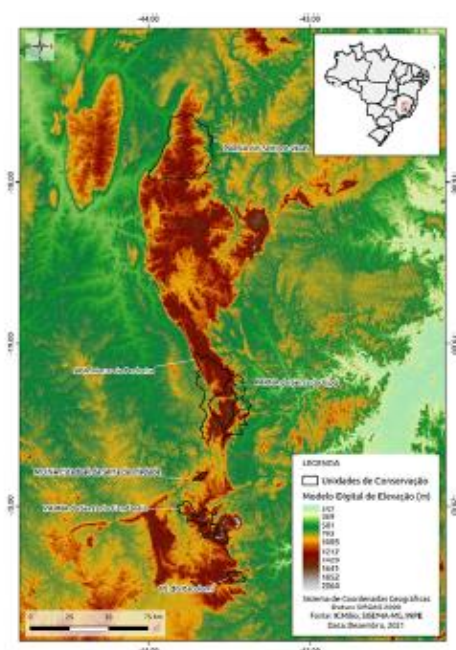
O objetivo deste estudo foi verificar a atividade reprodutiva e a presença de indivíduos (girinos e adultos) do gênero *Bokermannohyla* em cavernas de unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional. Foram analisadas também a litologia das cavernas e a presença de corpos d'água, além do local de predileção das espécies dentro das cavernas e a incidência de luz nesses locais.

## 2. METODOLOGIA

Foram visitadas 50 cavernas distribuídas em seis unidades de conservação (UC) da Serra do Espinhaço Meridional: Parque Nacional (PN) da Serra do Gandarela (20°06'03"S, 43°39'50"W), PN das Sempre-Vivas (17°48'22"S, 43°46'37"W), PN da Serra do Cipó (19°22'45"S, 43°32'07"W), Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira (19°21'00"S, 43°33'13"W), Parque Estadual (PE) do Itacolomi (20°26'32"S, 43°27'46"W) e Monumento Natural Estadual (MNE) da Serra da Piedade (19°49'04"S, 43°40'50"W) (Figura 1).

As amostragens foram realizadas em dez cavidades naturais subterrâneas por unidade de conservação. As cavernas do PN da Serra do Cipó e da APA Morro da Pedreira foram consideradas conjuntamente por estarem localizadas na mesma região, sendo amostradas cinco cavernas em cada UC. Cada caverna foi visitada duas vezes entre outubro de 2022 e março de 2023, período chuvoso no Sudeste do Brasil, respeitando o intervalo mínimo de dois meses entre as coletas de dados. Indivíduos de *Bokermannohyla martinsi* já foram observados em atividade no período diurno em cavernas (ANDRADE *et al.*, 2021), inclusive vocalizando (SANTOS *et al.*, 2022b). Assim, as amostragens foram realizadas no período diurno por esperar encontrar atividades reprodutivas dos anuros durante o dia. A procura por anuros (adultos e girinos) e atividades reprodutivas (vocalização, amplexo, desovas etc.) nas cavernas foi realizada por duas pessoas, com o auxílio de lanternas, por meio de busca ativa sem limitação de tempo, a partir de vocalização e visualização. Os indivíduos encontrados foram fotografados com o auxílio de uma câmera fotográfica digital.

A incidência luminosa do local em que se encontravam os anuros foi classificada em três categorias: (1) eufótica: próxima à entrada, com incidência direta de luz solar em algum momento do dia e presença de organismos fotossintéticos; (2) disfótica: com incidência indireta de luz (sem insolação direta); e (3) afóticas: sem incidência



**Figura 1:** mapa mostrando a região da Serra do Espinhaço Meridional e as unidades de conservação pesquisadas: Parque Nacional (PN) da Serra do Gandarela, PN das Sempre-Vivas, PN da Serra do Cipó, Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, Parque Estadual (PE) do Itacolomi e Monumento Natural Estadual (MNE) da Serra da Piedade. Autor: Tiago Castro Silva.

de luz (adaptado de SOARES *et al.*, 2013). O local onde foram encontrados os anuros foi classificado como dentro d'água, no piso ou na parede teto. Os corpos d'água presentes dentro das cavernas foram classificados como perenes ou intermitentes, bem como léticos ou lóticos. O Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie) do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio/Cecav) e levantamentos bibliográficos foram utilizados para pesquisar a litologia das cavernas, com posterior validação das informações durante as atividades de campo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Resultados

Quatro espécies do gênero *Bokermannohyla* (*B. alvarengai*, *B. martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola*) foram registradas nas cavernas amostradas. Os indivíduos das espécies foram registrados tanto na fase de girinos como em fase adulta, exceto *B. alvaren-*

*gai* que foi observada apenas na fase larval (Figura 2). Espécies do gênero foram registradas em quatro das seis unidades de conservação visitadas: PN das Sempre-Vivas, PN da Serra do Cipó, PN da Serra do Gandarela e PE do Itacolomi.

Foram observados 314 indivíduos, entre adultos (n=72; 23%) e girinos (n=242; 77%), em 21 das 50 cavernas amostradas. *Bokermannohyla martinsi* foi o táxon com maior número de indivíduos adultos registrados (n=53), seguido de *B. nanuzae* (n=14) e *B. saxicola* (n=5). Em relação aos girinos, *B. nanuzae* foi mais representativa (n=119), seguida por *B. martinsi* (n=102), *B. alvarengai* (n=15) e *B. saxicola* (n=6) (Tabela 1). A maioria dos indivíduos das quatro espécies registradas, tanto adultos como girinos, foi encontrada na zona disfótica (n=224; 71%) das cavernas. Apenas espécimes de *B. martinsi* foram registrados em zona afótica (n=54; 17%), sendo 47 em fase larval e sete adultos. Somente indivíduos de *B. alvarengai* (n=15) e *B. martinsi* (n=21) foram encontrados na zona eufótica, sendo 35 girinos e apenas um espécime adulto de *B. martinsi*.



**Figura 2:** girinos e adultos de *Bokermannohyla alvarengai* (a, b), *B. martinsi* (c, d), *B. nanuzae* (e, f) e *B. saxicola* (g, h) registrados em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. O espécime adulto de *B. alvarengai* (b) foi registrado em campanhas anteriores. Fotos: Ítalo M. Martins (a, c, e, g, h) e Maurício C. M. de Andrade (b, d, f).

Ao longo das amostragens, foram registrados 22 indivíduos machos em atividade de vocalização, pertencentes às espécies *B. martinsi* (n=7), *B. nanuzae* (n=11) e *B. saxicola* (n=4). Nas cavernas do PE do Itacolomi foram registrados sete espécimes de *B. martinsi* apenas por vocalização. Já no PN das Sempre-Vivas, dois indivíduos de *B. nanuzae* foram amostrados apenas por zoofonia. O PN da Serra do Cipó foi o único local onde todas as espécies em atividade vocal foram visualizadas, sendo *B. nanuzae* (n=4) e *B. saxicola* (n=4). Fêmeas e girinos da mesma espécie também foram observados nas cavernas onde os machos vocalizavam. Os girinos dos quatro táxons apresentavam diferentes fases de crescimento, observáveis pela variação de tamanho e coloração, sendo que alguns já tinham os membros posteriores em fase inicial de desenvolvimento. Nenhuma imago (fase intermediária onde o girino apresenta cauda e quatro membros desenvolvidos) foi registrada dentro das cavernas.

**Tabela 1:** Registros das espécies do gênero *Bokermannohyla* (adultos e girinos) por unidade de conservação. O gênero não foi registrado no Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade e na Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira. Legenda: Parque Estadual do Itacolomi (PEI), Parque Nacional da Serra do Gandarela (PNSG), Parque Nacional da Serra do Cipó (PNSC), Parque Nacional das Sempre-Vivas (PNSV), Adulto (A), Girino (G), *Bokermannohyla alvarengai* (B.a.), *B. martinsi* (B.m.), *B. nanuzae* (B.n.) e *B. saxicola* (B.s.).

Espécie	PEI		PNSG		PNSC		PNSV	
	A	G	A	G	A	G	A	G
B.a.								15
B.m.	20	102	33					
B.n.					6	19	8	100
B.s.					5	8		

Referente às litologias das cavernas pesquisadas, todas as cavernas do PN das Sempre-Vivas e do PE do Itacolomi são formadas por rochas quartzíticas. No PN da Serra do Gandarela, metade das cavernas amostradas são quartzíticas e metade em rochas ferruginosas. Nove cavernas no MNE da Serra da Piedade são em rochas ferruginosas e uma quartzítica. No PN da Serra do Cipó, três cavernas são quartzíticas e duas em mármore. Já na APA Morro da Pedreira, todas as cavernas são em mármore. As cavernas ferruginosas e em mármore estudadas não possuem corpos d'água em seu interior. A presença de corpos d'água foi registrada em cavernas do MNE da Serra da Piedade (n=1), PN da Serra do Gandarela

(n=2), PN das Sempre-Vivas (n=3), PN das Sempre-Vivas (n=7) e PE do Itacolomi (n=8), todas quartzíticas.

Duas espécies (*B. nanuzae* e *B. saxicola*), em fase adulta, foram majoritariamente encontradas em cavernas associadas a corpos d'água, diferente de *B. martinsi*, que pôde ser visualizada tanto em cavernas com corpos d'água quanto em cavernas do PN da Serra do Gandarela que careciam de microambientes aquáticos. De modo geral, os três táxons anteriormente citados foram encontrados em cavernas com corpos d'água lóticos. Além de água corrente, foi possível observar também empoçamentos distribuídos ao longo da caverna, onde foram registrados girinos das mesmas espécies encontradas na forma adulta. Referente ao local onde os espécimes foram encontrados, 45 adultos estavam no teto/parede das cavernas, 19 no piso e apenas girinos foram observados dentro d'água.

### 3.2 Discussão

As espécies registradas no presente estudo são endêmicas da Serra do Espinhaço (SILVEIRA *et al.*, 2019; ETEROVICK *et al.*, 2020). *Bokermannohyla alvarengai* e *B. saxicola* ocorrem desde a Bahia até Minas Gerais (ETEROVICK *et al.*, 2020; BASTOS *et al.*, 2023), *B. martinsi* ocorre predominantemente no Quadrilátero Ferrífero (QF) (SILVEIRA *et al.*, 2019) e *B. nanuzae* ocorre no Espinhaço Meridional, incluindo o QF (WALKER *et al.*, 2015). Essas espécies de anuros habitam áreas com afloramentos rochosos em altitudes elevadas (acima de 800 m), podendo ser quartzíticos (*B. alvarengai*, *B. martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola*) ou ferruginosos (*B. alvarengai* e *B. martinsi*), geralmente associados a corpos d'água lóticos com fundo pedregoso e formação de poças (PIMENTA *et al.*, 2014; SILVEIRA *et al.*, 2019; ETEROVICK *et al.*, 2020).

*Bokermannohyla nanuzae* é um anuro noturno e arborícola, sendo encontrado em matas ciliares e considerado como especialista de ambientes florestais mais preservados (SILVEIRA *et al.*, 2019; ETEROVICK *et al.*, 2020). As demais espécies (*B. alvarengai*, *B. martinsi* e *B. saxicola*) estão associadas a ambientes rochosos (hábito saxícola) (SILVEIRA *et al.*, 2019; ETEROVICK *et al.*, 2020). Os indivíduos desses quatro táxons foram registrados em sua maioria (70%) ocupando locais acima do piso das cavernas (paredes ou tetos), evidenciando a capacidade de escalada dessas espécies. O hábito saxícola de *B. alvarengai*, *B. martinsi* e *B. saxicola* pode ter facilitado o deslocamento e ocorrência dessas espécies em cavernas, onde a maioria do substrato é rochoso, análogo

aos afloramentos rochosos que habitam na superfície. *Bokermannohyla nanuzae*, embora tenha preferência por substratos lenhosos e herbáceos (ETEROVICK *et al.*, 2020), conseguiu ocupar áreas semelhantes, em termos de verticalidade, dentro das cavernas amostradas. *Bokermannohyla martinsi* já foi observada ocupando substratos de diferentes alturas dentro de cavernas, sendo que indivíduos adultos demonstraram maior preferência por locais mais altos, devido à sua maior mobilidade para escalada (ANDRADE *et al.*, 2021). Várias adaptações morfológicas, como discos digitais glandulares e membranas interdigitais, possibilitam a transição entre os ambientes de superfície e subterrâneos, visto que essas espécies encontradas em cavernas são bem adaptadas para o movimento em locais rochosos (BISWAS, 2014).

O sucesso de uma população dentro de qualquer caverna depende da capacidade do anuro de lidar com a escuridão, devendo ser pré-adaptado a essas condições (BISWAS, 2014). Os táxons estudados apresentam pico de atividade durante a noite, deste modo, possuem tais requisitos, como a visão noturna (PIMENTA *et al.*, 2014; SILVEIRA *et al.*, 2019; ETEROVICK *et al.*, 2020). Durante as amostragens, foi observado que a maioria dos espécimes adultos ocupava a zona disfótica das cavernas, desta forma obtendo certa luminosidade, seja da entrada ou de claraboias. A preferência por locais com alguma incidência de luz já foi documentada em outros estudos, inclusive com a atração dos anuros pela luz quando colocados em ambientes totalmente escuros (YOVANOVICH *et al.*, 2017; DONNER; YOVANOVICH, 2020).

Diferente das demais espécies, *B. alvarengai* possui o comportamento de assoalhar, isto é, repousar sobre rochas exposta ao sol durante o dia, mesmo afastada de qualquer corpo d'água, algo incomum entre os anfíbios (TATTERSALL *et al.*, 2006). No presente estudo, apenas girinos de *B. alvarengai* foram encontrados dentro das cavernas, diferente das demais espécies que também ocorreram na fase adulta. Possivelmente dois fatores podem ter contribuído para a ausência de adultos dentro das cavernas durante a amostragem. Primeiro, a capacidade de *B. alvarengai* termorregular em ambientes em contato direto com o sol, devido às adaptações como mudança de coloração e características da pele, que evitam a perda de água (TATTERSALL *et al.*, 2006). Segundo, visto que essa espécie se reproduz em riachos de campos rupestres entre os meses de outubro a dezembro, no momento do estudo ela se encontrava em período reprodutivo e deve ter se deslocado para ambientes externos (PIMENTA *et al.*, 2014; ETE-

ROVICK *et al.*, 2020). Vale ressaltar que em visitas técnicas preliminares ao estudo, foram avistados indivíduos adultos dessa espécie em repouso dentro de cavernas nos meses de agosto e setembro de 2022, fora da estação chuvosa. Como no momento do estudo foram realizadas atividades de campo somente no período chuvoso, ainda não há como prever se *B. alvarengai* utiliza ambientes subterrâneos em sua fase adulta apenas no período de seca.

Dois espécies (*B. martinsi* e *B. nanuzae*) foram registradas em atividade de vocalização em cinco cavernas com cursos d'água subterrâneos que não apresentam conexão à montante com outros corpos d'água externos. *Bokermannohyla nanuzae* foi registrada vocalizando em uma caverna do PN das Sempre-Vivas e *B. martinsi* em quatro cavernas do PE do Itacolomi. Além disso, juntamente com machos adultos vocalizando, nessas cavernas também foram registrados girinos e fêmeas das mesmas espécies. Essas evidências mostram que *B. nanuzae* e *B. martinsi* se reproduzem dentro dessas cavernas, visto que não há curso d'água externo que pode carrear os girinos para as cavidades através da correnteza ou trombas d'água. Diferente de *B. martinsi* e *B. nanuzae*, foram registrados machos vocalizando e girinos de *B. saxicola* em uma caverna do PN da Serra do Cipó, mas essa possui um curso d'água perene que a atravessa. Assim, não se pode afirmar que a espécie reproduziu nessa caverna pois os girinos registrados podem ser tanto oriundos do meio externo quanto da reprodução dentro da caverna.

Lima *et al.* (2014) observaram que *B. nanuzae* deposita seus ovos em fendas na rocha com água ou em poças à beira de riachos entre as pedras. Já Eterovick *et al.* (2020) relataram o comportamento de *B. saxicola* vocalizar sobre pedras próximas a quedas d'água e corredeiras a poucos centímetros da água, comportamento também observado em cavernas durante o presente estudo. Há registros de machos adultos de *B. martinsi* vocalizando dentro de fendas de rochas em contato com a água (SILVEIRA *et al.*, 2019), comportamento que pode reforçar a reprodução da espécie neste tipo de ambiente. Portanto, os ambientes subterrâneos são ricos em micro-habitats semelhantes aos escolhidos para a desova dessas espécies.

Os registros realizados em cavernas em rochas quartzíticas com corpos d'água mostram que *B. martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola* podem se reproduzir ali, já que apresentam características ambientais propícias para sua reprodução. A presença de cursos d'água, associada à inclinação e morfologia das ver-

tentes, facilita a gênese e ocorrência de cavernas em rochas quartzíticas nesses locais (FABRI; COELHO, 2015). As cavernas em rochas ferruginosas pesquisadas no PN da Serra do Gandarela não apresentam cursos d'água em seu interior devido ao posicionamento altimétrico na paisagem, acima de 1.500 metros, estando próximas ao topo do relevo (PILO *et al.*, 2015). Apesar disso, 88% (n=29) dos espécimes adultos de *B. martinsi* foram observados nessas cavernas. A espécie utiliza essas cavernas como abrigo climático, principalmente no período de seca (ANDRADE *et al.*, 2021). Andrade *et al.* (2021) também observaram que *B. martinsi* apresenta uso contínuo de cavernas em rochas ferruginosas ao longo do ano, sendo alta a fidelidade dos indivíduos aos abrigos em que foram encontrados. Porém, durante a estação chuvosa, os indivíduos dessa espécie precisam sair dessas cavernas para encontrar locais adequados para reprodução.

A vocalização de muitas espécies de anuros é utilizada como forma de competição entre machos e para assegurar o território e a atenção das fêmeas (WELLS, 1978; ROITHMAIR, 1994). *Bokermannohyla martinsi* apresenta comportamentos territoriais como a fidelidade de sítios para a reprodução e combate entre machos (MAGALHÃES *et al.*, 2018). Ao longo das amostragens, foram registrados mais de um macho de *B. martinsi*, *B. nanuzae* e *B. saxicola* vocalizando nas cavernas, sendo que esses nunca estavam próximos entre si. As cavernas em rochas quartzíticas amostradas no presente estudo demonstram potencial para abrigar essas espécies e condições para a atividade reprodutiva, como a presença de cursos d'água, diferente das cavernas em rochas ferruginosas. Assim, são locais valiosos que possibilitam demarcação de território por vocalização dos machos.

As quatro espécies aqui registradas, além de endêmicas, são consideradas indicadoras de qualidade ambiental (SILVEIRA *et al.*, 2019). Ademais, *B. martinsi* é considerada como Quase Ameaçada de extinção nacionalmente (ICMBio, 2023). Essas informações demonstram a importância do entendimento de como essas espécies utilizam seu ambiente, visto que os ambientes que ocupam sofrem grandes pressões antrópicas, como a perda de habitat causada pela atividade minerária. As cavernas em rochas ferruginosas presentes no entorno do PN da Serra do Gandarela encontram-se vulneráveis pela crescente atividade minerária, sendo que cavernas onde havia registro de *B. martinsi* já foram suprimidas (Mauri-

cio Andrade, obs. pess.). As cavernas brasileiras em rochas ferruginosas se encontram em situação delicada, dado que as políticas públicas priorizam muitas vezes a caverna em si e não as espécies que ali ocorrem (ZEPPELINI *et al.*, 2022). Desta forma, estudos que demonstram a relação dos organismos com estes ambientes influenciam nas tomadas de decisões que podem conduzir à proteção das espécies e dos ambientes subterrâneos de forma eficaz.

#### 4. CONCLUSÕES

Os quatro táxons do gênero *Bokermannohyla* observados neste estudo apresentam características morfológicas e ecológicas que não só possibilitaram sua ocupação em cavernas, mas também o uso em processos mais relevantes para sua história natural, como a reprodução no caso de *B. martinsi* e *B. nanuzae*. As diferentes formas que esses táxons utilizam as cavernas é um fator relevante, pois demonstra que esses ambientes são importantes em mais de um processo ecológico, dependendo da espécie.

Estudos que levem em consideração as características ecológicas e comportamentais das espécies encontradas em cavernas são necessários para elucidar o papel dos ambientes subterrâneos nos ciclos de vida e história natural dos vertebrados. O estudo de anuros em cavernas é crucial para a compreensão dessas dinâmicas e assim contribuir para o planejamento de medidas protetivas para ambos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos gestores e funcionários do Parque Nacional da Serra do Gandarela, Parque Nacional das Sempre-Vivas, Núcleo de Gestão Integrada (NGI) - ICMBio Cipó-Pedreira, Parque Estadual do Itacolomi, Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade e Santuário Basílica Nossa Senhora da Piedade pelo auxílio e permissão para as atividades de campo. Às equipes do SISBio/ICMBio e do IEF-MG pelas autorizações para atividades com finalidade científica. O projeto utilizou recursos financeiros do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica (TCCE ICMBio/Vale N° 01/2018), 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), a quem os autores também agradecem.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. C. M.; COSTA, J. C. R.; ETEROVICK, P. C. Fidelity in the use of iron caves by *Bokermannohyla martinsi* (Anura: Hylidae): a step further in unveiling the importance of Brazilian caves for the herpetofauna. *Salamandra*, v. 57, n. 4, p. 502-512, 2021.
- ANDRADE, M. C. M.; MARTINS, Í. M.; SILVA, T. C. Ocorrência de vertebrados em cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. Anais... Campinas: SBE, 2022. p.061-068. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe\\_061-068.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_061-068.pdf)>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- BASTOS, R. P. *et al.* 2023. *Bokermannohyla saxicola* (Bokermann, 1964). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE. Disponível em: <<https://salve.icmbio.gov.br/>>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- BICHUETTE, M. E. *et al.* Frogs of seven granitic caves on Santa Catarina Island, Florianópolis Municipality, Santa Catarina State, southern Brazil. *Herpetology Notes*, v. 15, p. 353-359, 2022.
- BISWAS, J. Occurrence and distribution of cave dwelling frogs of peninsular India. *Ambient Science*, v. 1, n. 2, p. 17-25, 2014.
- CAMPOS, A. L. S.; ANDRADE, M. C. M.; COSTA, J. C. R. Ocorrência sazonal da anurofauna em cavidades naturais ferruginosas das serras do Gandarela e do Rola Moça, MG. In: IX Seminário de Pesquisa e IX Encontro de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2017. Brasília/DF. Anais... Brasília: ICMBio, 2017. p.104-105.
- CULVER, D. C.; PIPAN, T. *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford University Press, 2019. 336 p.
- DIESEL, R.; BÄURLE, G.; VOGEL, P. Cave breeding and froglet transport: a novel pattern of anuran brood care in the Jamaican frog, *Eleutherodactylus cundalli*. *Copeia*, v. 1995, n. 2, p. 354-360, 1995.
- DONNER, K.; YOVANOVICH, C. A. M. A frog's eye view: Foundational revelations and future promises. In: *Seminars in Cell & Developmental Biology*. Academic Press, 2020. Cap. 3, p. 72-85.
- ETEROVICK, P. C.; SOUZA, A. M.; SAZIMA, I. Anfíbios anuros da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil. 1. ed. Belo Horizonte. 2020. 292 p.
- FABRI, F.; COELHO, A. Cavernas em Quartzito. In: AULER, A. *et al.* Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. Belo Horizonte: Carste Ciência e Meio Ambiente, 2015, p.107-151.
- FAIVOVICH, J. *et al.* Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of natural History*, v. 2005, n. 294, p. 1-240, 2005.
- FARAONE, F. P.; VALVO, M. L. First data on cave breeding in *Discoglossus pictus* Otth, 1837 (Anura, Alytidae). *Alytes*, v. 35 (1-4), p. 43-47, 2018.
- GOUVEIA, S. F. *et al.* *Rhinella jimi* (Cururu toad) and *Leptodactylus vastus* (Northeastern pepper frog). Predation on bats. *Herpetological review*, v. 40, n. 2, p. 210, 2009.
- HADDAD, C. F. B. *et al.* *Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia*. Anolis books, 2013. 554p.
- ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Avaliação do Risco de Extinção de *Bokermannohyla martinsi* (Bokermann, 1964) no Brasil. In: Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. ICMBio, 2023. Disponível em: <<https://salve.icmbio.gov.br/>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

- LIMA, A. M. X.; ARAUJO, C. O.; VERDADE, V. K. *Cycloramphus eleutherodactylus* (Alto button frog): Calling among rocks and caves. *Herpetological Bulletin*, v. 120, p. 39-42, 2012.
- LIMA, N. G. S.; GONTIJO, A. S. B.; ETEROVICK, P. C. Breeding behaviour of *Bokermannohyla nanuzae* (Anura: Hylidae) at an Atlantic Forest site in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, v. 48, n. 23-24, p. 1439-1452, 2014.
- LUNGI, E.; MANENTI, R.; FICETOLA, G. F. Do cave features affect underground habitat exploitation by non-troglobite species? *Acta Oecologica*, v. 55, p. 29-35, 2013.
- LURÍA-MANZANO, R.; RAMÍREZ-BAUTISTA, A. Diet comparison between rainforest and cave populations of *Craugastor alfredi* (Anura: Craugastoridae): does diet vary in contrasting habitats? *Journal of Natural History*, v. 51, n. 39-40, p. 2345-2354, 2017.
- MAGALHÃES, R. F. *et al.* Sexual dimorphism in *Bokermannohyla martinsi* (Bokermann, 1964) (Anura, Hylidae) with a report of male-male combat. *South American Journal of Herpetology*, v. 13, n. 2, p. 202-209, 2018.
- MATAVELLI, R. *et al.* Occurrence of anurans in Brazilian caves. *Acta Carsologica*, v. 44, n. 1, 2015.
- PILÓ, L. B. *et al.* Geoespeleologia em Rochas Ferríferas: Cenário Atual e Conservação. In: CARMO, F. F.; KAMINO, L. H. Y. (Org.). *Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais*. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015. Cap. 5, p. 125-148.
- PIMENTA, B. *et al.* *Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim - Minas Gerais*. Bicho do Mato, Belo Horizonte, Brasil, 2014. 196 p.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). *Papéis avulsos de Zoologia*, v. 39, n. 6, p. 61-173, 1995.
- RESETARITS, J. R.; WILLIAM, J. Ecology of cave use by the frog, *Rana palustris*. *American Midland Naturalist*, p. 256-266, 1986.
- ROITHMAIR, M. E. Male territoriality and female mate selection in the dart-poison frog *Epipedobates trivittatus* (Dendrobatidae, Anura). *Copeia*, p. 107-115, 1994.
- ROSA, G.; PENADO, A. *Rana iberica* (Boulenger, 1879) goes underground: subterranean habitat usage and new insights on natural history. *Subterranean Biology*, v. 11, p. 15-29, 2013.
- SANTOS, T. *et al.* Anfíbios e Répteis. In: ZAMPAULO, R. A.; PROUS, X. (Org.). *Fauna Cavernícola do Brasil*. Belo Horizonte. MG: Rupestre, 2022a. Cap. 24, p. 490-509.
- SANTOS, T. *et al.* Going Underground: What the Natural History Traits of Cave Users Can Tell Us about Cave Use Propensity. *Journal of Herpetology*, v. 56, n. 2, p. 153-163, 2022b.
- SEGALLA, M. V. *et al.* List of Brazilian Amphibians. *Herpetologia Brasileira*, v. 10, n. 1, p. 121-216. 2021.
- SILVEIRA, A. L. *et al.* Anfíbios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico. Belo Horizonte: Editora Rupestre, 448p. 2019.
- SOARES, L. G. S. *et al.* Fauna de invertebrados em cavernas de calcário na região de Córrego Fundo, Minas Gerais, Brasil. *Revista Eletrônica de Biologia*, v. 6, p. 48-68. 2013.
- TATTERSALL, G. J.; ETEROVICK, P. C.; DE ANDRADE, D. V. Tribute to RG Boutilier: skin colour and body temperature changes in basking *Bokermannohyla alvarengai* (Bokermann 1956). *Journal of Experimental Biology*, v. 209, n. 7, p. 1185-1196, 2006.
- TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista brasileira de*

*Zoologia*, v. 3, p. 533-561, 1986.

- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. *Revista brasileira de Zoologia*, v. 7, p. 383-407, 1990.
- TYLER, M. J.; DAVIES, M. A new species of cave-dwelling, hylid frog from Mitchell Plateau, Western Australia. *Transactions of The Royal Society of South Australia*, v. 103, p. 149-153, 1979.
- VAZ-SILVA, W. *et al.* A new cryptic species of *Oreobates* (Anura: Craugastoridae) from the seasonally dry tropical forest of central Brazil. *Zootaxa*, v. 4441, n. 1, p. 89-108, 2018.
- ZEPPELINI, D. *et al.* Hotspot in ferruginous rock may have serious implications in Brazilian conservation policy. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, p. 14871, 2022.
- WALKER, M. *et al.* Morphological variation, advertisement call, and tadpoles of *Bokermannohyla nanuzae* (Bokermann, 1973), and taxonomic status of *B. feioi* (Napoli & Caramaschi, 2004) (Anura, Hylidae, Cophomantini). *Zootaxa*, v. 3937, n. 1, p. 161-178, 2015.
- WELLS, K. D. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*): vocalizations and agonistic behaviour. *Animal Behaviour*, v. 26, p. 1051-1063, 1978.
- YOVANOVICH, C. A. M. *et al.* The dual rod system of amphibians supports colour discrimination at the absolute visual threshold. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 372, n. 1717, p. 20160066, 2017.

# 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia


26 a 29 de julho de 2023 - Curitiba - PR




A espeleologia brasileira em  
perspectiva: busca de unidade  
para realidades múltiplas

Certificamos para os devidos fins que **Maurício Carlos Martins de Andrade** apresentou, na modalidade oral, o trabalho intitulado **Bioacústica: o que escutamos dentro e fora da caverna?**, de autoria de **Maurício Carlos Martins de Andrade, Tiago Castro Silva, Ítalo Moreira Martins e Ivan Braga Campos** no 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, realizado de 26 a 29 de julho de 2023 em Curitiba (PR).

Curitiba, Paraná, 30 de julho de 2023.



Gisele Cristina Sessegolo  
Presidente do 37º CBE  
GEEP- Açungui



Diego de Medeiros Bento  
Vice-presidente do 37º CBE  
CECAV/ICMBio



Realização



Organização



Ativo e M...



Curitiba - PR

## ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ANDRADE, M. C. M.; SILVA, T. C.; MARTINS, Í. M.; CAMPOS, I. B.. Bioacústica: o que escutamos dentro e fora da caverna? In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.388-395. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe\\_388-395.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_388-395.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## **BIOACÚSTICA: O QUE ESCUTAMOS DENTRO E FORA DA CAVERNA?**

*BIOACOUSTIC: WHAT DO WE HEAR INSIDE AND OUTSIDE THE CAVE?*

Maurício Carlos Martins de ANDRADE (1); Tiago Castro SILVA (1); Ítalo Moreira MARTINS (1); Ivan Braga CAMPOS (2,3).

(1) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav)/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

(2) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (Cemave)/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

(3) Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Contatos: [mauricio.andrade@icmbio.gov.br](mailto:mauricio.andrade@icmbio.gov.br)

### **Resumo**

Animais emitem sons para se comunicar, ecolocalizar, realizar cortejo sexual, para defender o território e evitar predadores. O monitoramento acústico passivo é hoje uma ferramenta cada vez mais comum em levantamentos de biodiversidade, possibilitando seu uso em estudos ecológicos, comportamentais e de conservação. O objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação preliminar das paisagens sonoras externa e interna em uma caverna do Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, durante um período seco e outro chuvoso. Foi observada uma variação na paisagem acústica dentro e fora da caverna, tanto no período seco quanto no chuvoso. A diferença comportamental observada em alguns grupos provavelmente está relacionada às vantagens ambientais proporcionadas pelo ambiente subterrâneo. O monitoramento acústico passivo é importante para a compreensão da dinâmica acústica subterrânea e dos impactos das alterações ambientais antrópicas nas espécies que utilizam as cavernas.

**Palavras-Chave:** Cavidade natural subterrânea, monitoramento acústico passivo, ecologia.

### **Abstract**

*Animals emit sounds to communicate, echolocate, perform sexual courtship, defend territory and avoid predators. Passive acoustic monitoring is currently an increasingly common tool in biodiversity surveys, enabling its use in ecological, behavioral and conservation studies. The objective of this study was to carry out a preliminary comparison of the external and internal soundscapes in a cave at Serra do Cipó National Park, Minas Gerais, during dry and rainy periods. Differences between the soundscapes from inside and outside the cave were observed, both in the dry and rainy seasons. The behavioral difference observed in some groups is probably related to the environmental advantages provided by the underground environment. Passive acoustic monitoring is important for understanding underground acoustic dynamics and the impacts of anthropic environmental changes on species that use caves.*

**Keywords:** Underground natural cavity; passive acoustic monitoring; ecology.

### **1. INTRODUÇÃO**

Animais emitem sons para se comunicar, ecolocalizar, realizar cortejo (display) sexual, para defender o território e evitar predadores (BROWNING *et al.*, 2017). Há décadas pesquisadores utilizam os sons produzidos pelos animais para identificação de espécies e estudos do comportamento (MARLER, 2004; VIELLIARD, 1993). O avanço tecnológico dos gravadores autônomos permitiu a realização do monitoramento acústico passivo (MAP), com a amostragem sistemática de longo prazo usando cronogramas variados (SUEUR *et al.*, 2012; DIGBY *et al.*, 2013), sem que haja necessidade da permanência constante do pesquisador em campo (PIERETTI

*et al.*, 2015). Por possibilitar a utilização de diversos desenhos amostrais, o MAP é hoje uma ferramenta cada vez mais comum em levantamentos de biodiversidade, possibilitando seu uso em estudos ecológicos, comportamentais e de conservação (SUEUR; FARINA, 2015; RIBEIRO Jr. *et al.*, 2017; WREGE *et al.*, 2017), podendo ser utilizado no estudo de vários grupos (aves, morcegos, mamíferos terrestres e marinhos, anfíbios, peixes e insetos). Outra vantagem desse tipo de amostragem é a possibilidade de estudar os animais de hábitos noturnos, de difícil visualização e os ambientes de difícil acesso ou onde a permanência do pesquisador seja inviável (BROWNING *et al.*, 2017, CAMPOS *et al.*, 2019), como em cavernas.

O monitoramento da paisagem sonora geralmente visa representar os padrões gerais de atividade da comunidade acústica (SUEUR *et al.*, 2008; SERVICK, 2014; GASC *et al.*, 2015), como os níveis de atividade acústica (intensidade do som), de atividade por faixa de frequência das ondas sonoras, níveis por horário do dia e proporção entre as atividades associadas aos diferentes grupos presentes na comunidade acústica (aves, insetos, anfíbios, mamíferos). A proporção entre os sons gerados pela biota (biofonia), aqueles gerados pela atividade humana (antropofonia) e sons gerados por fenômenos naturais abióticos, a geofonia (chuva, vento, riachos etc.), também são foco de estudo e monitoramento. Essas características podem ser utilizadas para a comparação entre diferentes localidades ou em uma mesma localidade ao longo de diferentes intervalos de tempo (sazonalmente, anualmente ou por períodos mais longos).

Cavernas são ambientes caracterizados pela ausência parcial ou total de luz. Porém, diversos invertebrados e vertebrados habitam esse ambiente de maneira temporária (troglótenos e troglófilos) ou definitiva (troglóbios), possuindo algum tipo de adaptação para sobreviver nesse ambiente (ANDRADE *et al.*, 2022). A ecolocalização, emissão de uma onda sonora, é um tipo de adaptação que os morcegos e algumas espécies de aves utilizam para se locomover em locais com total ausência de luz (BRINKLOV *et al.*, 2013). A presença de anuros, aves e mamíferos tem sido relatada em cavernas brasileiras (ANDRADE *et al.*, 2022; COSTA *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022ab). Algumas espécies de aves utilizam as cavernas como local de nidificação (SICK, 1997; ANDRADE *et al.*, 2020). Já os anuros as utilizam como abrigo climático e local para alimentação (ANDRADE *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2009; GOUVEIA *et al.*, 2009).

Alguns estudos envolvendo a bioacústica e o MAP em ambientes hipógeos vem sendo realizados em algumas partes do mundo para roedores (SCHLEICH; FRANCESCOLOI, 2018), morcegos (THOMAS; DAVISON, 2020) e peixes cavernícolas (HYACINTHE *et al.*, 2022). No Brasil, o MAP em cavernas vem sendo utilizado para verificar o impacto antrópico sobre comunidades e para o monitoramento de áreas protegidas (CAMPOS *et al.*, 2021; DUARTE *et al.*, 2019; MUZZI *et al.*, 2023). Em cavernas brasileiras, a bioacústica tem sido utilizada para o estudo ecológico de colônias de morcegos (BARROS; BERNARD, 2023). Porém, o estudo da paisagem sonora ainda não foi realizado em cavernas do Brasil.

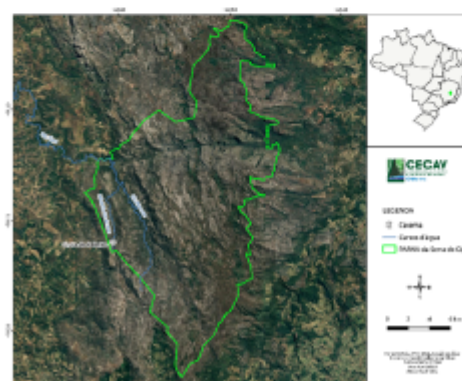
O objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação preliminar das paisagens sonoras externa e interna em uma caverna do Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, durante um período seco e outro chuvoso.

## 2. METODOLOGIA

Gravadores foram instalados no ambiente interno e externo da Gruta do Palmito (19°25'07.4"S, 43°36'19.1"W), sudoeste do Parque Nacional da Serra do Cipó, a 1.094 metros de altitude (Figura 1). A cavidade está registrada no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie) como "Gruta do Palmito (Gruta do Capão)" por possuir duas entradas (sumidouro e ressurgência), acreditando-se anteriormente que se tratava de duas cavernas. Porém, para fins didáticos, utilizou-se o nome "Gruta do Palmito". No ambiente externo, existe um predomínio de Campos Rupestres, enquanto uma estreita mata de galeria acompanha as margens do Ribeirão das Areias, cujo fluxo de água perene atravessa a caverna. Um gravador foi instalado no interior da caverna e outro a montante, na margem do ribeirão, ambos cerca de 40 metros de distância da entrada da gruta (Figura 2).

Os arquivos de áudio foram amostrados utilizando gravadores da marca Audiomonth, firmware versão 1.7.1. Utilizou-se a taxa de amostragem de 384 kHz e um cronograma de 1/10 (um minuto de amostragem seguidos de nove minutos de pausa) durante os períodos de 03 a 07/09 (período seco) e de 09 a 13/11/2022 (período chuvoso). Os dados de pluviosidade de Jaboticatubas, Minas Gerais, foram utilizados para seleção dos períodos seco e chuvoso (AGRITEMPO, 2023).

Para facilitar a visualização e análise dos dados, os áudios de um minuto foram convertidos a uma taxa de amostragem de 44 kHz e unidos de forma a representarem a amostragem acústica de cada dia, contendo 2h24min de gravação. Para esse tratamento utilizou-se os pacotes *turner* e *searwave* no R.



**Figura 1:** Mapa destacando os limites do Parque Nacional da Serra do Cipó e a localização da Gruta do Palmito. Autor: Tiago Castro Silva.



**Figura 2:** Instalação dos gravadores na Gruta do Palmito (a) e no ambiente externo (b) do Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais. Autor: Ítalo M. Martins.

Espectrogramas diários foram gerados por meio do programa Raven Pro 1.6. Os eventos acústicos de um dia de gravação, exceto aqueles produzidos por aves, foram identificados na visualização em tela cheia (monitor 22"). Os eventos acústicos das aves têm duração muito inferior aos dos demais grupos. Assim, optou-se por pagar a visualização dos espectrogramas em intervalos de 60 segundos e restringir a uma faixa de frequência de 2,5 a 9,0 kHz para aumentar as chances de detecção dos eventos acústicos emitidos pelas aves.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Resultados

O período chuvoso apresentou uma pluviosidade de 69,9mm (13,98±4,73mm), já durante o período seco não houve chuva precipitada (AGRITEM-PO, 2023). Ao longo dos dez dias de gravação foram registrados 543 eventos acústicos gerados pela fauna (eventos biofônicos), sendo 403 no ambiente externo e 140 dentro da caverna. Ocorreram 76 eventos no período seco em ambos os ambientes. No período chuvoso, ocorreram 327 eventos fora da caverna e 64 em seu interior (Figura 3).

No ambiente externo, durante o período seco, os eventos biofônicos foram produzidos por aves (n=59) e insetos (n=17) (Figura 4). As vocalizações das aves se concentraram entre 06:00 e 09:00 (n=38), reduzindo a frequência até às 11:00. À tarde,



**Figura 3:** Número de eventos biofônicos na Gruta do Palmito e no ambiente externo durante os períodos seco e chuvoso, mostrando a pluviosidade diária nos dois períodos.

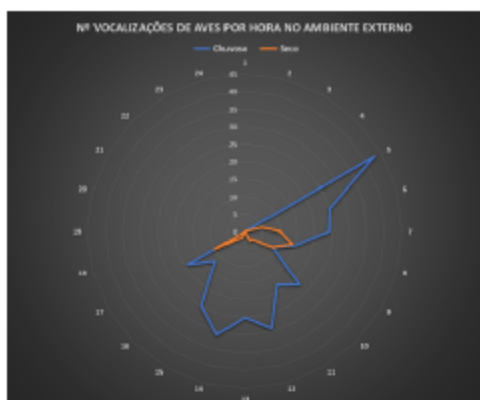
as vocalizações iniciaram às 15:00 (n=2), com pico às 17:00 (n=10) (Figura 5). A estridulação de insetos iniciou, em média, às 18:30 (SD 1h12min) e estenderam de forma quase contínua por, em média, 10,4 horas (SD 2h48min).

No período chuvoso, fora da caverna, foram registrados eventos biofônicos produzidos pelas aves (n=297), insetos (n=20) e anuros (n=10) (Figura 4). As vocalizações das aves nesse período iniciaram às 05:00, sendo esse o pico da manhã (n=43), e se estenderam volumosas até às 17:00, sendo às 14:00 o pico da tarde (n=31) (Figura 5). A estridulação de insetos iniciou às 18:15 horas em média (SD 1h30min), estendendo-se de forma quase contínua por, em média, 16 horas (SD 7h).



**Figura 4:** Número de eventos biofônicos por grupo (ave, anuro e inseto) no ambiente externo durante os períodos seco e chuvoso, mostrando a pluviosidade diária nos dois períodos.

Atividades acústicas de anuros foram observadas nos dois ambientes apenas no período chuvoso, sendo todos os registros pertencentes à espécie *Bokermannohyla saxicola*. Diferentemente das aves, os eventos acústicos correspondentes à vocalização de *B. saxicola* foram visíveis no espectrograma na visualização de 24 horas, com toda faixa de frequência



**Figura 5:** Número de vocalizações de aves por hora no ambiente externo durante os períodos seco e chuvoso.

na tela. Desta forma, como a marcação desses eventos não se deu de forma tão individualizada como para as aves, não foi possível analisar esses eventos em termos de quantidade. No ambiente externo, durante o período seco, as vocalizações de *B. saxicola* iniciaram por volta das 18:10 (SD 2 min), e se estenderam em média por 9h22min (SD 1h31min) até às 03:30 (SD 10 min), vocalizando no período vespertino e noturno.

No interior da Gruta do Palmito, durante o período seco, morcegos (n=64) e insetos (n=12) foram os responsáveis pela atividade sonora (Figura 6). Os eventos dos morcegos ocorreram durante quase todo o dia, sendo que foram observados picos às 05:00, 18:00 e 19:00, durando em média um minuto (SD 2min). No mesmo período, as estridulações de insetos iniciaram entre 18:00 e 22:00 e entre 04:00 e 06:00, durando em média 31 minutos (SD 45min). Dentro da caverna não foram registrados eventos biofônicos de aves em nenhum dos dois períodos.



**Figura 6:** Número de eventos biofônicos por grupo (morcego, anuro e inseto) na Gruta do Palmito durante os períodos seco e chuvoso, mostrando a pluviosidade diária nos dois períodos.

Durante o período chuvoso, os eventos referentes a estridulação de insetos aumentaram na caverna (n=26), com eventos sonoros também de anuros (n=23) e de morcegos (n=15) (Figura 6). *Bokermannohyla saxicola* vocalizou durante quase todo o dia. Os eventos iniciaram às 12:00 e aumentaram com o passar do tempo, durando em média 2h44min (SD 2h35min). Picos de vocalizações foram observados entre 15:00 e 00:00 horas. As estridulações de insetos ocorreram durante quase todo o dia, com picos às 00:00 e 01:00 que duraram em média 3h15min (SD 4h33min). Já os eventos de morcegos ocorreram entre 00:00 e 08:00, com apenas um evento registrado às 15:00. Esses eventos duraram em média 8h18min (SD 8h45min).

### 3.2 Discussão

O número de eventos acústicos dentro e fora da Gruta do Palmito foi igual durante o período seco. Externamente, aves e insetos foram responsáveis pelos eventos biofônicos e, internamente, insetos e morcegos. No período chuvoso, houve um aumento da atividade acústica no ambiente externo, relacionada a uma maior vocalização das aves. Durante esse período, houve uma tendência de aumento no número de eventos biofônicos externos, acompanhando o aumento diário da pluviosidade. Dentro da caverna, observou-se uma queda da atividade acústica no período chuvoso. Importante mencionar que o número de eventos acústicos não pode ser relacionado com a abundância relativa dos grupos com base nos nossos dados, já que não foram realizados levantamentos populacionais.

Os eventos acústicos registrados para as aves tiveram curta duração quando comparados aos dos demais grupos. Assim, apesar do número maior de eventos para as aves, é provável que o tempo total dos eventos acústicos de anuros e insetos foi maior do que o de aves. As vocalizações de aves são curtas e por isso foram computadas individualmente, enquanto eventos contínuos no tempo, como os computados para anuros e insetos, foram contabilizados somente uma vez, mesmo com duração muito longa.

As aves são mais ativas durante o período de reprodução, período no qual vocalizam mais (SICK, 1997). No Brasil, o período reprodutivo da maioria das aves concentra-se na estação chuvosa (primavera e verão) (ANDRADE, 1993). Nesse período, mudanças fisiológicas ocorrem nas aves e existe uma grande oferta de alimentos, principalmente frutos, flores, grãos e insetos, fonte de proteína e energia para reprodução e para os filhotes desenvolverem (POUGH *et al.*, 2003). No inverno, muitas espécies param de

cantar ou diminuem a atividade vocal (SICK, 1997). A aves foram aqui registradas apenas no ambiente externo, seja no período seco ou chuvoso. Observou-se um aumento de 403% dos eventos acústicos das aves no período chuvoso, quando a maioria das aves estão reproduzindo.

As atividades acústicas das aves se concentram no amanhecer e no entardecer (ANDRADE, 1993). No presente estudo, os eventos acústicos ocorreram exclusivamente no amanhecer e no entardecer durante o período seco. Entretanto, no período chuvoso, eles se estenderam durante todo o dia.

Os eventos biofônicos de morcegos, por sua vez, foram registrados apenas dentro da caverna. A atividade acústica deles foi maior no período seco, ocorrendo durante todo o dia e com picos ao amanhecer e ao anoitecer. Durante o período chuvoso, os eventos acústicos dos morcegos ocorreram durante a madrugada até o amanhecer, mostrando comportamentos distintos entre os dois períodos. O gravador externo não captou eventos acústicos de morcegos provavelmente por utilizarem a entrada da ressurgência para sair da caverna.

A Gruta do Palmito abriga uma colônia de morcegos insetívoros com mais de 500 indivíduos e outra pequena colônia de morcegos hematófagos. Porém, é necessário averiguar mais precisamente quantos táxons a ocupam e se há alternância sazonal entre eles. Cavernas maiores e com maior estabilidade ambiental favorecem a coexistência entre os táxons pois oferecem maior variedade de microambientes, reduzindo a sobreposição de nichos em seu interior (BARROS; BERNARD, 2023). Portanto, a mudança da atividade acústica na gruta ao longo do dia e da época do ano pode ocorrer devido às características intrínsecas dos táxons de quirópteros que ali residem, como época reprodutiva, migração ou estratégias e horários de forrageio.

O número de eventos acústicos dos insetos no ambiente externo foi semelhante nos dois períodos, com início ao anoitecer. Porém, durante o período seco, eles cessaram durante a madrugada e, no período chuvoso, se estenderam durante a manhã. Já na Gruta do Palmito, o número de eventos foi menor no período seco, comparado com o ambiente externo e com o período chuvoso. Dentro da caverna, os eventos acústicos foram mais duradouros e ocorreram por quase todo o dia nas chuvas. Na seca, os eventos acústicos ocorreram distintamente ao anoitecer e ao amanhecer.

Estudos ecoacústicos voltados para insetos ainda são escassos quando comparados a outros gru-

pos da fauna (GOMEZ-MORALEZ; ACEVEDO-CHARRY, 2022). Os padrões de atividade acústica dos insetos respondem a fatores ambientais como temperatura, precipitação e fases da Lua (GASC *et al.*, 2018). Durante este estudo não foram observadas mudanças na atividade acústica externa entre os dois períodos. Entretanto, dentro da caverna, houve um aumento na atividade acústica durante o período chuvoso, podendo estar relacionado ao período reprodutivo das espécies ou ao ambiente protegido de interferências externas, como predadores e chuvas. É necessário inventariar as espécies de insetos no local, mas a provável existência de um menor número de insetos na caverna leva a uma menor competição acústica, o que pode contribuir para uma atividade acústica mais intensa durante o período chuvoso.

*Bokermannohyla saxicola* é um anuro endêmico da Serra do Espinhaço que habita áreas com afloramentos rochosos quartzíticos, geralmente associados à corpos d'água lóticos (PIMENTA *et al.*, 2014; SILVEIRA *et al.*, 2019). Os machos da espécie vocalizam sobre rochas ou dentro de frestas próximas a quedas d'água e corredeiras (ETEROVICK *et al.*, 2020), comportamento que também foi observado dentro da caverna. Neste estudo, *B. saxicola* vocalizou apenas no período chuvoso, tanto no ambiente externo como na caverna. Entretanto, em seu interior, vocalizou ao longo do dia, diferente do observado do lado de fora, onde cantou apenas durante a noite. Essa espécie possui hábito noturno, abrigando-se e repousando em frestas e embaixo de pedras durante o dia (ETEROVICK *et al.*, 2020). O ambiente subterrâneo propicia alta umidade, baixa luminosidade e proteção contra diversos predadores, o que contribui não só para a ocupação, mas também possibilita a atividade acústica, mesmo durante o dia. A reverberação do som e a presença de um corpo d'água semelhante ao que utiliza no ambiente epigeo provavelmente é um fator relevante para a atividade vocal intensa dentro da caverna. Todos esses fatores, além de serem recursos importantes para a espécie, propiciam um período reprodutivo diário maior, sendo uma vantagem reprodutiva para os machos, que provavelmente competem pelo ambiente. Estudos complementares envolvendo *B. saxicola* dentro de cavernas são necessários para averiguar a diferença de comportamento entre os ambientes e a importância do ambiente subterrâneo na ecologia da espécie.

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo mostrou variação na paisagem acústica dentro e fora da caverna, tanto no período

- COSTA, J. C. R. *et al.* Aves. In: ZAMPAULO, Robson de Almeida; PROUS, Xavier (Org.). **Fauna Cavernícola do Brasil**. Belo Horizonte. MG: Rupestre, 2022. Cap. 24, p. 511-545.
- DIGBY, A. *et al.* A practical comparison of manual and autonomous methods for acoustic monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 4, n. 7, p. 675-683, 2013.
- DUARTE, M. H. L. *et al.* Effects of mining truck traffic on cricket calling activity. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 146, p. 656-664, 2019.
- ETEROVICK, P. C.; SOUZA, A. M.; SAZIMA, I. **Anfíbios anuros da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte. 2020. 292 p.
- FERREIRA, A.; DANTAS, M. A. T.; DONATO, C. R. Ocorrência de *Leptodactylus vastus* Lutz, 1930 (Amphibia - Anura: Leptodactylidae) na Caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 30, 2009, Montes Claros, MG. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2009.
- GASC, A. *et al.* Acoustic indices for biodiversity assessments: Analyses of bias based on simulated bird assemblages and recommendations for field surveys. *Biological Conservation*, v. 191, p. 306-312, 2015.
- GASC, A. *et al.* Cricket calling communities as an indicator of the invasive ant *Wasmannia auropunctata* in an insular biodiversity hotspot. *Biological Invasions*, v. 20, p. 1099-1111, 2018.
- GOMEZ-MORALES, D. A.; ACEVEDO-CHARRY, O. Satellite remote sensing of environmental variables can predict acoustic activity of an orthopteran assemblage. *PeerJ*, v. 10, p. e13969, 2022.
- GOUVEIA, S. F. *et al.* *Rhinella jimi* (Cururu Toad) and *Leptodactylus vastus* (Northeastern Pepper Frog). Predation on bats. *Herpetological Review*, v. 40, n. 2, p. 210, 2009.
- HYACINTHE, C. *et al.* Acoustic signatures in cavefish populations inhabiting different caves. *bioRxiv*, p. 2022.03.29.486255, 2022.
- MARLER, P. Bird calls: their potential for behavioral neurobiology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1016, n. 1, p. 31-44, 2004.
- MUZZI, G. M. *et al.* Acoustic monitoring of anuran communities in road noise disturbed soundscapes. *Herpetological Journal*, v. 33, p. 34-42, 2023.
- PIERETTI, N. *et al.* Determining temporal sampling schemes for passive acoustic studies in different tropical ecosystems. *Tropical Conservation Science*, v. 8, n. 1, p. 215-234, 2015.
- PIMENTA, B. *et al.* **Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim – Minas Gerais. Bicho do Mato, Belo Horizonte, Brasil**. 2014. 196 p.
- POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 2003.
- RIBEIRO JR, J. W.; SUGAI, L. S. M.; CAMPOS-CERQUEIRA, M. Passive acoustic monitoring as a complementary strategy to assess biodiversity in the Brazilian Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, v. 26, n. 12, p. 2999-3002, 2017.
- SANTOS, T. *et al.* Anfíbios e Répteis. In: ZAMPAULO, Robson de Almeida; PROUS, Xavier (Org.). **Fauna Cavernícola do Brasil**. Belo Horizonte. MG: Rupestre, 2022a. Cap. 24, p. 490-509.
- SANTOS, T. *et al.* Going Underground: What the Natural History Traits of Cave Users Can Tell Us about Cave Use Propensity. *Journal of Herpetology*, v. 56, n. 2, p. 153-163, 2022b.
- SCHLEICH, C.; FRANCESCOLO, G. Three decades of subterranean acoustic communication studies. *Rodent bioacoustics*, p. 43-69, 2018.
- SERVICK, K. Eavesdropping on ecosystems. *Science*, v. 343, n. 6173, 834-837, 2014.

- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 912 p.
- SILVEIRA, A. L. *et al.* *Anfibios do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais): atualização do conhecimento, lista comentada e guia fotográfico*. Belo Horizonte: Editora Rupestre, 448p. 2019.
- SUEUR, J. *et al.* Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. *PloS one*, v. 3, n. 12, p. e4065, 2008.
- SUEUR, J. *et al.* Global estimation of animal diversity using automatic acoustic sensors. *Sensors for ecology*. Paris: CNRS, p. 99-117, 2012.
- SUEUR, Jérôme; FARINA, Almo. Ecoacoustics: the ecological investigation and interpretation of environmental sound. *Biosemiotics*, v. 8, p. 493-502, 2015.
- THOMAS, R.; DAVISON, S. Passive acoustic monitoring and automated analysis as an alternative to trapping for monitoring species richness and seasonal swarming behaviour of *Myotis* bats. *Authorea Preprints*, 2020.
- VIELLIARD, J. M. E. Recording wildlife in tropical rainforest. *Bioacoustics*, v. 4, n. 4, p. 305-311, 1993.
- WREGE, P. H. *et al.* Acoustic monitoring for conservation in tropical forests: examples from forest elephants. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 8, n. 10, p. 1292-1301, 2017.

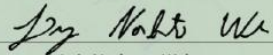
**X Congresso Brasileiro de Herpetologia**

# CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **USO E PREFERÊNCIA DE AMBIENTES PELA HERPETOFAUNA EM CAVERNAS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, BRASIL** de autoria de Italo Moreira Martins, Tiago Castro Silva, Paula Cabral Eterovick, Maurício Carlos Martins de Andrade, foi apresentado no formato Apresentação Oral durante o **X Congresso Brasileiro de Herpetologia**, realizado de 11 a 15 de setembro de 2023, na cidade de Porto Seguro/BA.



Denise de Cerqueira Rossa-Feres  
PRESIDENTE DA SBH



Luiz Norberto Weber  
PRESIDENTE DO EVENTO

REALIZAÇÃO



**SBH**  
SOCIETY BRASILEIRA DE  
HERPETOLOGIA

APOIO



**UFSB**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO SUL DA BAHIA

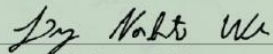
**X Congresso Brasileiro de Herpetologia**

# CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **ATIVIDADE ACÚSTICA DE BOKERMANNHYLA SAXICOLA (ANURA: HYLIDAE) EM CAVERNA** de autoria de Italo Moreira Martins, Tiago Castro Silva, Ivan Braga Campos, Paula Cabral Eterovick, Maurício Carlos Martins de Andrade, foi apresentado no formato Pôster durante o **X Congresso Brasileiro de Herpetologia**, realizado de 11 a 15 de setembro de 2023, na cidade de Porto Seguro/BA.



Denise de Cerqueira Rossa-Feres  
PRESIDENTE DA SBH



Luiz Norberto Weber  
PRESIDENTE DO EVENTO

REALIZAÇÃO



**SBH**  
SOCIETY BRASILEIRA DE  
HERPETOLOGIA

APOIO



**UFSB**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO SUL DA BAHIA

## Anexo 2 – Licença para manuseio e coleta de fauna silvestre do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SisBio) do ICMBio.



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Maurício Carlos Martins De Andrade	CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.	

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Publicações científicas.	06/2022	06/2024
2	Coleta e análise de dados.	04/2022	12/2023

#### Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Tiago Castro Silva	Coleta, análise de dados e redação científica.	059.590.676-17	Brasileira
2	Italo Moreira Martins	Coleta, análise de dados e redação científica.	104.622.756-47	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 1/7

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		
<b>Dados do titular</b>		
Nome: Maurício Carlos Marins De Andrade		CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.		

### Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação e serem seguidas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso de substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso de substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/gen">www.mma.gov.br/gen</a> .
8	O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação de legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiarem a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 2/7

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Maurício Carlos Martins De Andrade	CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.	

#### Outras ressalvas

1		APA do Morro da Pedreira
2		CEMAVE Cabedelo-PB
3		CENAP Atibaia-SP
4		CEPTA Pirassununga-SP
5		COINF
6		PARNA da Serra do Cipó
7		PARNA da Serra do Gandarela
8	1. Para a eutanásia dos espécimes a serem coletados (removidos do ambiente e sacrificados) o proponente deverá aplicar método ético, devidamente preconizado em protocolo oficial, como, por exemplo, a Resolução CFBio nº 301/2012; 2. Esta Autorização SISBIO não exime o (a) pesquisador (a) de apresentar este projeto para o comitê de ética (CEUA) de sua instituição ou de instituição parceira e só deverá iniciar os trabalhos após aprovação do mesmo pelo comitê.	RAN Galinha-OO
9	Em caso de necessidade de apoio, por parte da equipe do PN das Sempre-Vivas, para as atividades de campo, solicitamos entrar em contato com antecedência mínima de 15 dias.	PARNA das Sempre-Vivas

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
2	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
3	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
4	Parque Estadual do Itacolomi	Ouro Preto-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
5	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
6	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
7	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
8	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
9	Parque Nacional da Serra do Cipó	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
10	Parque Nacional da Serra do Cipó	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
11	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
12	Parque Nacional da Serra do Gandarela	MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Federal
13	Parque Nacional da Serra do Gandarela	MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Federal
14	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
15	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 3/7

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Maurício Carlos Martins De Andrade	CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.	

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
16	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
17	Parque Estadual do Itacolomi	Ouro Preto-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
18	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
19	Estação Ecológica de Fecho	Nova Lima-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
20	Parque Estadual da Serra de Ouro Branco	Ouro Branco-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
21	Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda	Moeda-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
22	APA Sul RMBH	Santa Bárbara-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
23	RPPN Santuário do Caraça	Catas Altas-MG	Mata Atlântica	Sim	Fora de UC Federal
24	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
25	Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Caeté-MG	Mata Atlântica	Sim	Dentro de UC Estadual
26	Parque Nacional das Sempre-Vivas	MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Federal
27	Parque Estadual da Serra do Rola Moça	Nova Lima-MG	Cerrado	Sim	Dentro de UC Estadual

#### Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Dentro de Caverna
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Dentro de UC Federal
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
4	Captura de animais silvestres in situ	Dentro de UC Federal
5	Captura de animais silvestres in situ	Dentro de Caverna
6	Captura de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
7	Observação e gravação de imagem ou som de taxon em UC federal	Dentro de UC Federal
8	Levantamento de dados abióticos em UC federal	Dentro de UC Federal
9	Observação e gravação de imagem ou som em caverna	Dentro de UC Federal
10	Observação e gravação de imagem ou som em caverna	Dentro de Caverna
11	Levantamento de dados abióticos em caverna	Dentro de UC Federal
12	Levantamento de dados abióticos em caverna	Dentro de Caverna
13	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dentro de Caverna
14	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 4/7

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Maurício Carlos Martins De Andrade	CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.	

#### Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
15	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Squamata	-
2	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Squamata	-
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Squamata	-
4	Captura de animais silvestres in situ	Squamata	-
5	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Strigiformes	-
6	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Strigiformes	-
7	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Strigiformes	-
8	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Passeriformes	-
9	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Passeriformes	-
10	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Passeriformes	-
11	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Apodiformes	-
12	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Apodiformes	-
13	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Apodiformes	-
14	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Actinopterygii	-
15	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Actinopterygii	-
16	Captura de animais silvestres in situ	Actinopterygii	-
17	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Actinopterygii	-
18	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Actinopterygii	5
19	Observação e gravação de Imagem ou som em caverna	Anura	-
20	Captura de animais silvestres in situ	Anura	-
21	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Anura	-
22	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Anura	5
23	Observação e gravação de Imagem ou som de táxon em UC federal	Anura	-
24	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Chiroptera	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 5/7

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59446-2	Data da Emissão: 22/03/2023 14:47:10	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Maurício Carlos Martins De Andrade	CPF: 861.619.706-00
Título do Projeto: Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional.	

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtds.
25	Observação e gravação de imagem ou som de táxon em UC federal	Chiroptera	-
26	Observação e gravação de imagem ou som em caverna	Chiroptera	-
27	Observação e gravação de imagem ou som em caverna	Rodentia	-
28	Coleta/transporte de amostras biológicas In situ	Rodentia	-
29	Observação e gravação de imagem ou som de táxon em UC federal	Rodentia	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

#### Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Anfíbios)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Fezes, Outras amostras biológicas (Conteúdo estomacal para identificação de Invertebrados e fragmentos de pele para exame de DNA.)
2	Amostras biológicas (Aves)	Ovos, Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Fezes, Penas, Outras amostras biológicas (Ninho.)
3	Amostras biológicas (Outros mamíferos)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Fezes
4	Amostras biológicas (Peixes)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele
5	Amostras biológicas (Répteis)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Fezes
6	Método de captura/coleta (Anfíbios)	Bioacústica, Captura manual, Peneira
7	Método de captura/coleta (Peixes)	Peneira
8	Método de captura/coleta (Répteis)	Captura manual, Laço de Lutz

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Sociedade Mineira de Cultura	Coleção

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0594460220230322

Página 6/7



## Anexo 3 – Licença para manuseio e coleta de fauna silvestre do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG).

05/04/2023, 10:46

SEI/GOV/MG - 63381220 - Autorização para Realização de Pesquisa



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
 INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS  
 Gerência de Criação e Manejo de Unidades de Conservação - Pesquisa

AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA CIENTÍFICA NO ESTADO DE MINAS GERAIS			
<b>Número da Autorização</b>	<b>Data da Emissão</b>	<b>Prazo de Validade</b>	
015/2022 Renovação I	30/03/2023	30/03/2024	
INFORMAÇÕES DO RESPONSÁVEL E DO PROJETO			
<b>Título do Projeto</b>	Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas do Espinhaço Meridional		
<b>Instituição</b>	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV)/ ICMBio		
<b>Responsável</b>	Maurício Carlos Martins de Andrade	<b>CPF</b>	861.619.706-00
<b>Telefone</b>	-	<b>Celular</b>	(31) 99496-5023
<b>E-mail</b>	mauricio.andrade@icmbio.gov.br		
INTEGRANTES DA EQUIPE			
<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>CPF/RG</b>	<b>Função</b>
Tiago Castro Silva	ICMBio – CECAV/MG	059.590.676-17	Coleta, tratamento e análise dos dados
Ítalo Moreira Martins	ICMBio – CECAV/MG	104.622.756-47	Bolsista contratado para coleta, tratamento e análise dos dados
INFORMAÇÕES/TIPOS DE ATIVIDADES			
<input checked="" type="checkbox"/> Captura <input checked="" type="checkbox"/> Coleta <input checked="" type="checkbox"/> Transporte <input type="checkbox"/> Sem Coleta/Captura			
<input checked="" type="checkbox"/> Abiótica <input type="checkbox"/> Microrganismo <input type="checkbox"/> Fungo <input type="checkbox"/> Botânica <input type="checkbox"/> Invertebrados			
<input checked="" type="checkbox"/> Anfíbios <input checked="" type="checkbox"/> Répteis <input type="checkbox"/> Aves <input type="checkbox"/> Mamíferos <input checked="" type="checkbox"/> Ictiofauna			
<b>OBSERVAÇÕES</b>	Esta autorização permite a coleta/transporte de peixes ( <i>Actinopterygii</i> ) e anuros (máximo de cinco por espécie por ano por unidade de conservação), não identificados em campo, conforme tabela de estimativa de coleta em anexo.		

file:///C:/Users/ICMBIO/Downloads/Autoriza%20cao\_para\_Realizacao\_de\_Pesquisa\_63381220.html

1/5

05/04/2023, 10:46

SEI/GOV/MG - 63381220 - Autorização para Realização de Pesquisa

<p>Esta autorização não exime seu titular da necessidade de atender ao disposto na Resolução Normativa 30 do CONCEA de 02/02/2016 - Diretriz Brasileira de Prática para Cuidado e Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos.</p> <p>Esta autorização permite a coleta de animais encontrados mortos ou parte desses (carcaças), para posterior identificação da espécie.</p> <p>Esta autorização permite a captura de répteis para identificação e obtenção de imagens da espécie, com imediata devolução desses aos locais em que foram encontrados após o procedimento, conforme tabela de estimativa de coleta em anexo.</p> <p>Esta autorização permite a coleta/transporte das fezes encontradas nas cavernas e das soluções resultantes das lavagens estomacais feitas em espécimes do anuro <i>Bokermannohyla martinsi</i>.</p> <p>Para a captura/coleta está autorizada a utilização de peneiras e laço de Lutz.</p> <p>Esta autorização permite o uso de câmera digital, a instalação de armadilhas fotográficas nas cavernas e também o uso e instalação de gravadores digitais para registros sonoros dos animais e registro da paisagem acústica, respectivamente.</p> <p>Esta autorização permite o uso de planilhas, GPS, trena digital, luxímetro digital e termo-higrômetros digitais para a análise dos locais envolvidos na pesquisa.</p> <p>Esta autorização NÃO permite a coleta/transporte de espeleotemas.</p> <p>Quanto ao deslocamento no interior das cavidades recomenda-se que a movimentação, dentro do possível, ocorra sempre pelo mesmo caminho, para que o pisoteio seja mais restrito e, que também atente à fragilidade do piso quanto à presença de espeleotemas.</p> <p>Recomenda-se a retirada de todo e qualquer material levado para o interior da cavidade, imediatamente após a finalização da última etapa de campo.</p> <p>As campanhas deverão ser agendadas com o responsável pela Unidade de Conservação, com <b>antecedência mínima de 10 dias das atividades de campo.</b></p>				
LOCAL DA ATIVIDADE – EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO ESTADUAL				
Unidade de Conservação	Responsável pela UC	Contato (Telefone e e-mail)	Endereço da UC	Assinatura do Responsável pela UC
Parque Estadual do Itacolomi	Maria Lucia Coimbra Cristo Canto Yanez	(31) 3551-6193 (31) 98416-2312	Rodovia BR 356, Km 98 – Ouro Preto CEP: 35.400-000	

file:///C:/Users/ICMBIO/Downloads/Autoriza%20cao\_para\_Realizacao\_de\_Pesquisa\_63381220.html

2/5

		maria.cristo@meioambiente.mg.gov.br peitacolomi@meioambiente.mg.gov.br	
Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	André Portugal Santana	(31) 3455-5266 (31) 9-9129-4976 andre.santana@meioambiente.mg.gov.br	<b>Endereço de localização:</b> Avenida Jair Dantas, 216, Sala 25, Bairro José Brandão, Caeté – MG CEP: 34800-000 <b>Endereço de correspondência:</b> Rua da Cavalariça, 99, B. Serra Verde – Belo Horizonte CEP: 31.630-363
Parque Estadual da Serra de Ouro Branco	Ana Paula Cerqueira de Barros Pinheiro	(32) 3052-1707 ana.pinheiro@meioambiente.mg.gov.br	Avenida Maria Firmina da Silva, s/nº, Praça de Eventos - Bairro Centro - Ouro Branco – CEP 36.420-000
Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda	Henri Dubois Collet	(31) 3563-4974 (31) 3581-3535 (31) 99984-2536 henri.collet@meioambiente.mg.gov.br	<b>Endereço de localização:</b> BR 040 km 575 -Água Limpa - Itabirito <b>Endereço de correspondência:</b> R. Prefeito José Emílio Filho, 17, Centro – Moeda CEP: 35.470-000
Área de Proteção Ambiental Sul RMBH		(31)99842536 (31) 35813131 perolamoca@meioambiente.mg.gov.br henri.collet@meioambiente.mg.gov.br	Av. Montreal S/Nº - Jardim Canadá – CEP 34000-000 Nova Lima – MG <b>Endereço de localização:</b> Rod. BR 356 - Nova Lima - MG (em frente a Polícia Rodoviária) <b>Endereço de correspondência:</b> Av. Montreal S/Nº - Bairro Jardim Canadá – Nova Lima – CEP: 34.000-000
Estação Ecológica de Fechos		(31) 99842536 (31) 3581-3523 perolamoca@meioambiente.mg.gov.br henri.collet@meioambiente.mg.gov.br	Av. Montreal S/Nº - Bairro Jardim Canadá – Nova Lima – CEP: 34.000-000
Parque Estadual da Serra do Rola Moça			
<b>Esta autorização será válida apenas com a autenticação do responsável pela(s) Unidade(s) de Conservação.</b>			
<b>TRANSPORTE – DESTINO DO MATERIAL COLETADO</b>			
<b>Instituição(ões)</b>	Museu de História Natural da PUC Minas		

<b>Endereço(s)</b>	Rua Dom José Gaspar, 290, Bairro Coração Eucarístico, BH, CEP 30535-901
<b>Outras Observações e Ressalvas:</b>	
<p>1. Esta autorização não exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena, da unidade de conservação federal, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação estadual cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso;</p> <p>2. O pesquisador titular deverá contatar a administração dessa unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade de conservação, quando for o caso;</p> <p>3. O Instituto Estadual de Florestas não se responsabiliza por qualquer dano a equipamentos, acidentes ou lesões físicas ou psíquicas, estando ainda, o pesquisador responsável e sua equipe ciente da vulnerabilidade da área de realização da pesquisa;</p> <p>4. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.</p> <p>5. O titular da autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos e empregar esforços de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condições <i>in situ</i>, quando for o caso;</p> <p>6. Esta autorização não permite captura/coleta/transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• para fins comerciais, industriais ou esportivos;</li> <li>• para realização de atividades integrantes do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos, conforme resolução do CONAMA de nº 237 de 19/12/97, salvo quando especificado;</li> <li>• de espécies ameaçadas de extinção em lista oficial federal, salvo quando constante de projeto específico autorizado pelo SISBIO;</li> <li>• de espécies ameaçadas de extinção em lista oficial estadual, salvo quando constante de projeto específico autorizado pelo IEF;</li> <li>• de fauna e flora em áreas de domínio privado, sem o consentimento expresso ou tácito do proprietário nos termos do Código Civil;</li> </ul> <p>7. Esta autorização não permite transporte interestadual e internacional de material biológico;</p> <p>8. Esta autorização não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br">www.mma.gov.br</a>;</p> <p>9. O titular desta autorização, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização suspensa ou revogada pelo IEF e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação em vigor;</p> <p>10. O responsável poderá, durante a validade desta autorização e conforme Termo de Compromisso firmado, solicitar à Gerência de Criação e Manejo de Unidades de Conservação do IEF a Renovação, Cancelamento ou Conclusão, conforme instruções no site do IEF (<a href="http://www.ief.mg.gov.br/pesquisa-cientifica">http://www.ief.mg.gov.br/pesquisa-cientifica</a>);</p> <p>11. Esta autorização é válida somente sem emendas ou rasuras e exclusivamente no estado de Minas Gerais;</p> <p>12. O pesquisador deverá estar sempre acompanhado desta autorização para apresentá-la às autoridades, quando solicitado.</p>	
<b>REGISTRO DE COLETA IMPREVISTA DE MATERIAL BIOLÓGICO</b>	
De acordo com a Portaria 130/2017, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada ao IEF e ao responsável da UC, em até 30 dias após a atividade de campo, por meio do	

envio da cópia do registro de coleta imprevista de material biológico. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica.

Unidade de Conservação	Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data	Justificativa

\* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.



Documento assinado eletronicamente por **Rosinalva da Cunha dos Santos, Servidor (a) Público (a)**, em 30/03/2023, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leticia Horta Vilas Boas, Gerente**, em 04/04/2023, às 10:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **63381220** e o código CRC **4CBC4E24**.

**Anexo 4 – Carta de aceite da coleção científica de herpetofauna do Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).**



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Museu de Ciências Naturais

MCN/CA-31/2022

Belo Horizonte, 15 de fevereiro de 2022

Ao Órgão Ambiental Competente

**CARTA DE ACEITE**

O Museu de Ciências Naturais PUC Minas manifesta o interesse em receber exemplares da Herpetofauna provenientes do projeto intitulado "Ecologia de Vertebrados Associados a Cavernas do Espinhaço Meridional".


O trabalho será coordenado pelo Biólogo Italo Moreira Martins (CRBio.: 104648/04 – D).

Os laboratórios do Museu de Ciências Naturais PUC Minas encontram-se plenamente capacitados a receber o referido material sob condições satisfatórias de armazenamento e consulta. Todos os espécimes depositados nesta instituição estarão à disposição de pesquisadores.

Informamos que as normas dos laboratórios do Museu para recebimento dos exemplares são: o material da Herpetofauna deverá ser entregue via úmida e devidamente fixado; todo material biológico deve ser acompanhado de planilha constando data de coleta, local (incluindo município e coordenadas geográficas) e cópia da licença do Órgão Ambiental Competente.

É essencial que os técnicos responsáveis pela realização do trabalho de campo tenham conhecimento dos procedimentos citados acima. Caso o material não se encontre conforme explicitado ou na ausência de dados e/ou documentos, o mesmo não será aceite.

Solicitamos que caso nenhum material testemunho for coletado gentileza comunicar aos curadores das coleções.

  
Marco Aurélio Cerqueira Veloso  
(CRBio 030736/04D)

  
Prof. Bonifácio José Teixeira  
Coordenador