

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



Atividade 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.

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>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em 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

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 (antrofonia) 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.

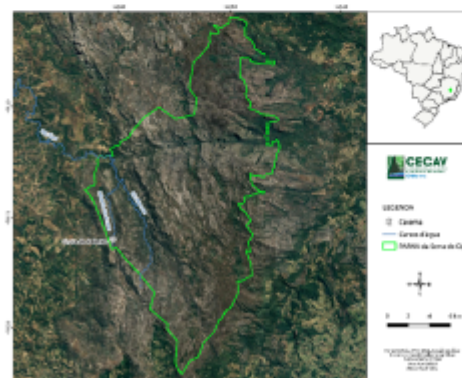


Figura 1: Mapa destacando os limites do Parque Nacional da Serra do Cipó e a localização da Gruta do Palmito. Autor: Tiago Castro Silva.



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).

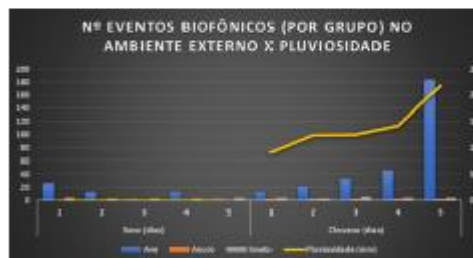


Figura 4: Número de eventos biofônicos por grupo (ave, anuro e inseto) no ambiente externo durante os períodos seco e chuvoso, mostrando a pluviosidade diária nos dois períodos.

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

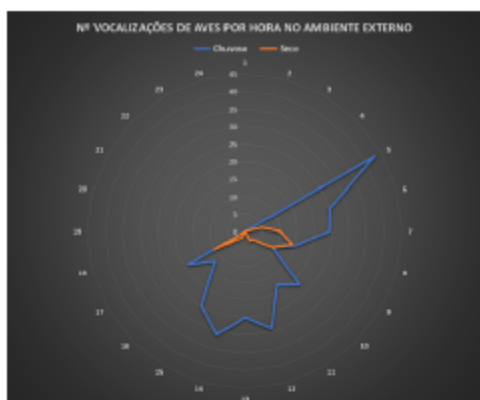


Figura 5: Número de vocalizações de aves por hora no ambiente externo durante os períodos seco e chuvoso.

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.