Revista EDUCAmazônia
Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente, Humaitá, LAPESAM/GISREA/UFAM/CNPq/EDUA –ISSN 1983-3423 –IMPRESSA –ISSN 2318 –8766 –CDROOM –ISSN 2358-1468 -DIGITAL ONLINE
UFAM

REESMA, Humaitá - Amazonas, Ano 18, Volume XVIII, nº ESPECIAL, Jul-dez. 2025

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DA BIODIVERSIDADE VIA MONITORAMENTO ACÚSTICO PASSIVO

BIODIVERSITY SAMPLING PROTOCOL VIA PASSIVE ACOUSTIC MONITORING

Tainara V. Sobroza[1], Anderson S. Bueno[2], Anaís Prestes[3], Gabriel S. Masseli[4] Giulliana Appel[5], Gustavo M. Martins[4,6], Hevana Lima[7], Igor L. Kaefer[1], João Vitor Chaves dos Santos[8], Jonathan Ramos[7], Lina Paola Acosta Rodrígues[9], Luciana Moraes Costa[10], Luciano N. Naka[7], Maria Alice S. Alves[11], Neucir Szinwelski[12], Paulo E. D. Bobrowiec[4,5], Rafael de S. Saint-Clair[11], Renato Daniel Senden[10], Sâmia Letícia Reolon da Cruz [13]; Tomaz Nascimento de Melo[14] & Thiago Bicudo[3,14]

Resumo:

Os métodos de monitoramento acústico passivo (MAP) são ferramentas não invasivas que permitem avaliar a biodiversidade e monitorar processos ecológicos e impactos ambientais. As gravações capturam sons biológicos, geofísicos e antrópicos, possibilitando análises da paisagem acústica, detecção de organismos e quantificação de impactos antropogênicos, tais como poluição acústica e caça. Com o avanço tecnológico e o uso de métodos padronizados como o RAPELD, o MAP tem potencial para ampliar estudos comparativos e embasar ações de conservação. Aqui apresentamos um protocolo para o uso de monitoramento acústico passivo em sistema RAPELD. Recomendamos que pelo menos um gravador seja utilizado e instalado no centro da parcela RAPELD (~125 m). As configurações de gravação, número de dias e de horários de amostragem dependerão, principalmente, da natureza dos sons a serem amostrados (audíveis ou ultrassônicos) e do equipamento escolhido para a amostragem. Neste protocolo, apresentamos algumas opções visando a padronização e comparabilidade dos dados. Ainda, sugerimos algumas boas práticas para a condução da coleta de dados, bem como o posterior armazenamento e triagem dos dados. Com o uso deste protocolo, pode-se acessar informações sobre populações e comunidades de diferentes organismos acusticamente ativos como insetos, anuros, aves, morcegos e primatas, além de paisagens acústicas.

Palavras-chave: Detecção automática, paisagem acústica, bioacústica, populações, comunidades, delineamento amostral.

[1] Departamento de Biologia, Universidade Federal do Amazonas. Avenida General Rodrigo Otávio, 1200, CEP 69067-005. Manaus - AM, Brasil. Email: tv.sobroza@gmail.com

Abstract:

Passive acoustic monitoring (PAM) is a non-invasive method that allows the assessment of biodiversity and the monitoring of ecological processes and environmental impacts. The recordings capture biological, geophysical, and anthropogenic sounds, enabling analyses of the soundscape, detection of organisms, and quantification of anthropogenic impacts such as noise pollution and hunting. With technological advances and the use of standardized methods like RAPELD, PAM has the potential to expand comparative studies and support conservation efforts. Here we present a protocol for the use of passive acoustic monitoring in RAPELD systems. We recommend that at least one recorder be used and installed at the center of the RAPELD plot (~125 m). The recording configurations, as well as the number of days and sampling times, will depend mainly on the nature of the sounds to be sampled (audible or ultrasonic) and on the equipment chosen for sampling. In this protocol, we present some options aimed at the standardization and comparability of data. Additionally, we suggest some best practices for conducting data collection, as well as for the subsequent storage and sorting of the data. Using this protocol, it would be possible to access information about populations and communities of various acoustically active organisms, such as insects, anurans, birds, bats, and primates, in addition to soundscapes.

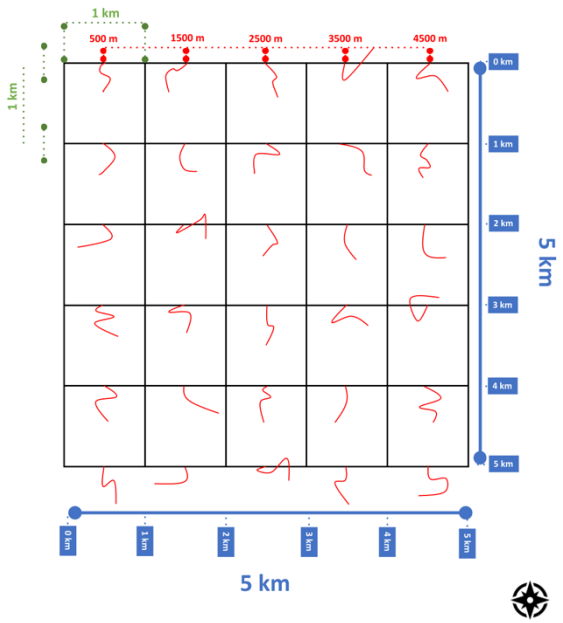
Keywords: Automatic detection, soundscape, bioacoustics, populations, communities, sampling design.

[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Júlio de Castilhos - RS, Brasil.
[3] Grupo de Pesquisa em Ecologia de Vertebrados Terrestres, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brasil.
[4] Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM, Brasil
[5] Instituto Tecnológico Vale, Belém - PA, Brasil.
[6] Department of Biological Sciences and Museum of Natural Science, Louisiana State University, Baton Rouge - LA, EUA.
[7] Laboratório de Ecologia & Evolução de Aves, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil.
[8] Programa de Pós-graduação em Conservação e Uso de Recursos Naturais, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho - RO, Brasil.
[9] Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, Brasil.
[10] Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.
[11] Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.
[12] Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, Brasil.
[13] Laboratório de Biodiversidade e Ecologia Funcional, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM, Brasil.
[14] WildMon, Dale - TX, EUA.

O que é o RAPELD?

O RAPELD é um sistema padronizado de infraestrutura de campo voltado ao monitoramento integrado da biodiversidade e de processos ecossistêmicos. Ele combina padronização e flexibilidade, permitindo sua aplicação em diferentes ecossistemas. Seu objetivo é atender à demanda por **levantamentos rápidos de biodiversidade** (RAP) e por uma metodologia padrão para **pesquisas ecológicas de longa duração** (PELD). A infraestrutura consiste em grades (*grids*) ou módulos de pesquisa com trilhas principais de 5 km e parcelas uniformemente distribuídas de 250 metros, instaladas a cada 1 km. Em áreas com cursos d'água, incluem-se parcelas ripárias (250 metros) e aquáticas (50 metros), complementando a amostragem em ambientes específicos. Essa disposição maximiza a representatividade de diferentes grupos taxonômicos e variações ambientais, sendo facilmente replicável em outras localidades, o que permite comparações em diversas escalas espaciais e temporais. Além disso, favorece a integração de dados ecológicos e informações sobre uso sustentável de recursos, sendo amplamente aplicado no Brasil para subsidiar políticas de manejo ambiental.

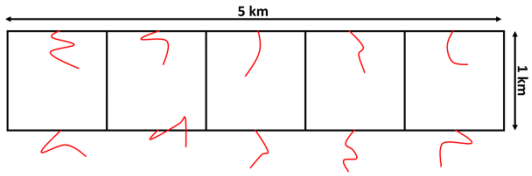
Grid de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



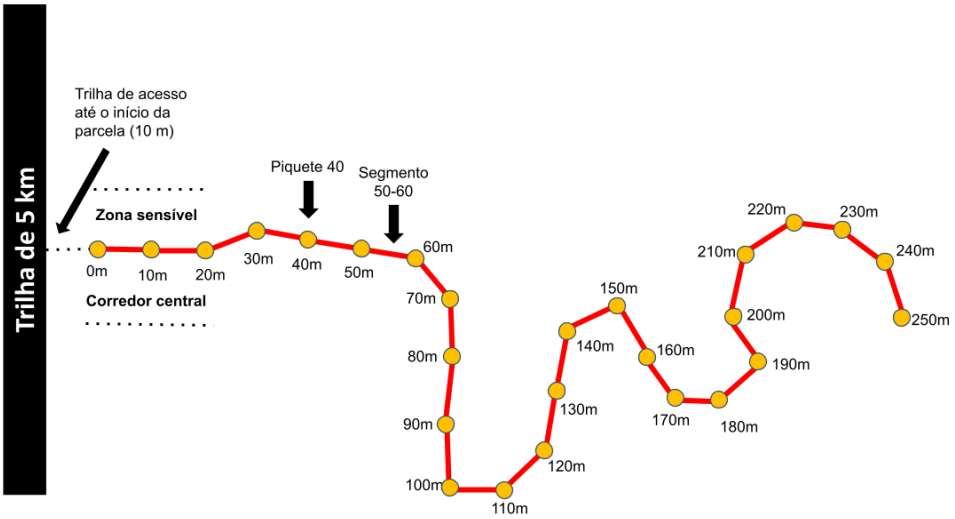
As **parcelas uniformemente distribuídas** são transectos de 250 metros de comprimento posicionados ao longo de curvas de nível, com larguras ajustadas conforme o grupo taxonômico ou variável estudada. Essa disposição minimiza os efeitos da topografia sobre as condições ambientais dentro das parcelas, garantindo que as variações sejam registradas entre parcelas, e não dentro delas, já que cada parcela é a unidade amostral central na maioria dos estudos. Piquetes são instalados a cada 10 metros e conectados por uma linha central marcada com barbante plástico ou fitilho, facilitando a aplicação dos protocolos metodológicos. À esquerda da linha central, localiza-se a **zona sensível**, uma faixa de 1,5 metros dedicada a estudos de regeneração florestal, onde o trânsito de pesquisadores é restrito para evitar pisoteio. À direita, há um **corredor de deslocamento** de 1 metro de largura que permite a movimentação dos pesquisadores.

As **parcelas ripárias** estão localizadas às margens de pequenos cursos d'água, também com 250 metros de comprimento. Cada parcela é demarcada ao longo da margem direita do curso d'água, seguindo em direção à nascente (montante), com piquetes a cada 10 metros. Elas sempre começam onde a trilha principal do grid ou módulo cruza o curso d'água

Módulo de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



As **parcelas aquáticas fixas** são posicionadas nos canais dos riachos, geralmente a 10 metros da trilha principal. Cada parcela mede 50 metros de comprimento, com piquetes nos pontos 0, 16, 32 e 50 metros, instalados próximos às margens para representar adequadamente o ambiente aquático.



1 INTRODUÇÃO

Os métodos de monitoramento da biodiversidade são importantes para avaliar a necessidade e direcionamento de ações de conservação. Nos últimos anos, o uso de coleções sonoras tem se destacado como uma ferramenta eficiente para monitorar espécies e processos ecológicos que ocorrem em um determinado local (Pijanowski, 2011; Farina & Pieretti, 2012). Embora a identificação direta das espécies não seja sempre possível, algumas métricas acústicas podem ser usadas para identificar o tipo de vegetação de um local (Do Nascimento et al., 2020), além do impacto e recuperação de áreas afetadas pelo fogo, espécies invasoras e atividades de caça (Gasc et al., 2018; Dobbins et al., 2020; Duarte et al., 2021; Rappaport et al., 2022). O monitoramento acústico passivo (MAP), que se baseia na gravação e análise dos sons de um ambiente, tem a vantagem de não ser invasivo, não exercendo influência sobre o comportamento dos indivíduos. Ainda, o uso de múltiplos equipamentos de gravação permite a amostragem simultânea de vários pontos, tanto de dia quanto à noite, o que é difícil de ser alcançado com a maioria dos métodos de amostragem tradicionais (Hill et al., 2018; de Aguiar-Silva et al., 2022). Outra vantagem é que a obtenção das gravações pode servir como documentação da presença das espécies, podendo ser depositadas em coleções de áudio para futuras referências (Aide et al., 2013). Avanços tecnológicos têm revolucionado a capacidade de utilizar dados acústicos, principalmente devido ao desenvolvimento de equipamentos, aprimoramento da capacidade de armazenamento de dados e melhorias nos métodos analíticos (Kasten et al., 2012; Hill et al., 2018; Phillips et al., 2018).

Muitas espécies acusticamente ativas também são frequentemente foco de ações de monitoramento e conservação, como é o caso de insetos, anuros, aves, morcegos e primatas. Esses grupos possuem diferentes funções ecológicas, atuando como polinizadores (Michel et al., 2020; Ramírez-Fráncel et al., 2022) e dispersores ou predadores de sementes (Norconk et al., 1998; Ichihara et al., 2012; Galetti et al., 2013; Santana et al., 2016; Heymann et al., 2019; Ramírez-Fráncel et al., 2022). Além disso, atuam no controle biológico de “pragas” (Lima et al., 2006) e, em alguns casos, são considerados indicadores de qualidade ambiental (Lima et al., 2006; Stouffer, 2020). Ademais, muitas espécies são fontes de alimento para outros organismos, como os ortópteros que constituem uma importante fonte alimentar para vários grupos de animais

insetívoros (Mallott et al., 2017). Ainda, algumas espécies de primatas não-humanos são importantes componentes da dieta de comunidades humanas e povos tradicionais (Pereira et al., 2019). Assim, monitorar as populações desses grupos animais por meio do MAP é de grande importância para o manejo de recursos naturais e para a compreensão de interações e processos ecológicos, além de possibilitar a compreensão de como os efeitos antropogênicos afetam essas populações ao longo do tempo e espaço.

Outra forma de se explorar as informações contidas nas gravações é por meio das análises da paisagem acústica (*soundscape*). O conceito de paisagem acústica se refere à totalidade de sons em uma determinada localidade e um dado tempo, incluindo sons biológicos (biofonia), processos naturais, como chuva e vento (geofonia), e sons produzidos por atividades humanas, como motores, tráfego e música (antropofonia) (Pijanowski, 2011; Gasc et al., 2017). Diversos estudos têm correlacionado mudanças na paisagem acústica aos impactos e alterações ambientais (Tucker et al., 2014; Kuehne et al., 2013; Deichmann et al., 2017; Duarte et al., 2021). Tais correlações são possíveis devido ao desenvolvimento de índices que sumarizam informações sobre as comunidades acústicas amostradas, semelhante aos índices comumente utilizados em ecologia de comunidades para descrever as diversidades α e β (Sueur et al., 2008, 2014; Fuller et al., 2015). Outra aplicabilidade associada ao MAP é o monitoramento de longo prazo de atividades antrópicas como a caça ilegal em unidades de conservação. Isso é possível através da detecção de antropofonias como disparos de armas de fogo ou a presença de veículos em áreas de preservação. Essa aplicabilidade da ferramenta pode ser uma forte aliada em ações de conservação, tornando a detecção e o combate à caça ilegal mais eficientes e com menor custo, já que permite indicar áreas prioritárias para atividades de fiscalização (Astaras et al., 2020, 2023).

Um dos métodos que tem sido amplamente utilizado em pesquisas e monitoramentos de longo prazo é o sistema RAPELD, por ser proeminente em estimular a padronização da coleta de dados em múltiplos sítios de amostragem (Magnusson et al., 2005, 2013), possibilitando a comparação de dados sobre a biodiversidade em diferentes escalas temporais e espaciais (Bergallo et al., 2023). Embora muitos grupos biológicos ainda sejam subamostrados (Guimarães et al. 2024), o conhecimento gerado a partir de pesquisas que usam o sistema RAPELD tem sido extremamente útil para conhecer e catalogar espécies, investigar processos ecológicos, embasar e endossar ações e políticas

para a conservação da biodiversidade (Costa et al., 2024). Nesse sentido, o uso do MAP pode contribuir para a produção de conhecimento a respeito da distribuição dos animais e relações ecológicas em sítios RAPELD. No entanto, não há protocolos unificados para o uso deste método em sistema RAPELD e muitos protocolos para o uso de MAP são focados em grupos específicos (Sugai et al., 2020; López-Baucells et al., 2021). O objetivo deste trabalho é propor um protocolo para o uso de MAP para diferentes grupos taxonômicos e variáveis ecológicas e antrópicas em sistema RAPELD, visando promover a padronização e comparabilidade de dados e facilitar as colaborações em pesquisas futuras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

- Gravadores autônomos (no mínimo um por parcela RAPELD).
- Computador contendo os *softwares* específicos para configuração de gravadores de acordo com o modelo.
- Cartões de memória classe 3 de no mínimo 64 GB (no caso de armazenamento de ultrassons, o cartão deve ter uma velocidade de pelo menos 190 mb/s), sendo utilizado um cartão por gravador.
- Cabo USB de transferência de dados para configuração dos gravadores.
- Pilhas alcalinas, preferencialmente, que não sejam recarregáveis e que sejam de boa qualidade – por exemplo, Duracell ®. Recomendamos modelos com carga de 2500 mAh.
- Caixas plásticas acolchoadas para transporte e armazenamento dos gravadores.
- Abraçadeiras plásticas.
- Naftalina para evitar formigas e outros insetos.
- Sacos plásticos com fecho hermético (por exemplo, *Ziploc*), capas à prova d'água para celular, ou caixas protetoras específicas para os gravadores.
- Absorvente íntimo (por exemplo, OB®) ou sílica para reter umidade.
- Caderno de campo/planilha/lápis.
- HD/SSD externo para armazenamento dos dados (1 TB ou mais).
- Etiquetas para registrar a localização e código do gravador (guardadas nos sacos plásticos com fecho hermético ou caixas protetoras).

- GPS ou aplicativos de celular para registrar a localização onde o gravador foi instalado.

Há diversos gravadores autônomos disponíveis no mercado, sendo que eles tendem à miniaturização e ao barateamento. Um dos gravadores autônomos que tem sido cada vez mais utilizado é o AudioMoth (https://www.openacousticdevices.info/audiomoth), útil para a detecção de espécies que emitem sons audíveis (20 a 20.000 Hz) e ultrassônicos (acima de 20.000 Hz). O preço relativamente acessível desse equipamento, seu pequeno tamanho e a capacidade de gravar sons audíveis e ultrassônicos, têm popularizado seu uso entre pesquisadores e consultores ambientais. Sempre que possível, compre mais unidades de gravadores do que o mínimo necessário para sua amostragem, pois eles podem danificar ao longo da amostragem devido à umidade e ação de insetos, como formigas. Além disso, há a possibilidade de roubo ou vandalismo desse equipamento. Os gravadores da marca AudioMoth são vendidos sem uma caixa de proteção embutida, embora seja possível a compra de caixa específica vendida pelo fornecedor.

Outros gravadores estão disponíveis no mercado, dentre os quais podemos indicar os modelos Song Meter SM4, Mini 2, Micro 2 e Song Meter SM4Bat FS e Mini Bat 2 da empresa Wildlife Acoustics, Inc., EUA (www.wildlifeacoustics.com). Tais gravadores possuem microfones com relação sinal-ruído (*signal-to-noise-ratio* - SNR) superior aos do AudioMoth v1.2.0. O microfone do AudioMoth v1.2.0 possui 63 dBA de SNR (Open Acoustic Devices, 2023) enquanto o microfone do Micro 2 tem 95 dBA (Wildlife Acoustics 1, 2024) e o SMM-U2, que grava ultrassom, tem 118 dBA de SNR (Wildlife Acoustics 2, 2024). A relação de sinal-ruído aumenta a chance de detectar sons distantes e fracos, um fator que deve ser considerado na análise dos dados (Darras et al., 2018).

Para pesquisas com morcegos, os microfones de alta sensibilidade e SNR são importantes para registrar as espécies que emitem sons de alta frequência (Darras et al., 2020). Além disso, os gravadores da Wildlife Acoustics possibilitam uma configuração simplificada por meio de aplicativos próprios de celular, o que facilita tanto a configuração quanto a verificação de seu funcionamento em campo. Esses equipamentos são mais robustos e resistentes às intempéries, tornando-se, assim, mais duráveis. Os modelos da Wildlife Acoustics têm proteção contra poeira e água, sendo adequados para monitoramentos de longo prazo, principalmente em ambientes tropicais.

Comparativamente, os gravadores AudioMoth dependem de materiais adicionais para alcançar níveis de proteção similares, o que pode impactar sua durabilidade e praticidade no uso em campo.

O modelo Song Meter Mini Bat 2, apesar de ser destinado unicamente à gravação de sons ultrassônicos, pode ser programado para gravar sons não ultrassônicos (e.g., insetos, anuros, aves e primatas) desde que acoplado à microfone externo que possua sensibilidade de gravação na faixa do audível. Importante lembrar que as gravações em sons audíveis e ultrassônicos podem ser realizadas separadamente no mesmo dia, porém não simultaneamente no mesmo equipamento.

2.2 Métodos

2.2.1 Pré-campo

Teste todos os gravadores e seus microfones para conferir se não há nenhum problema com eles. Observe representações gráficas dos sons (espectrogramas) em seu computador para detectar possíveis ruídos eletrônicos. Programas computacionais como Audacity e Raven podem ser utilizados para tal finalidade. Teste também os cartões de memória, pois, ao longo do uso, alguns podem ser corrompidos. É aconselhável que os cartões de memória sejam formatados pelo próprio aplicativo de configuração do gravador, o que garante que o cartão esteja no formato correto para seu funcionamento.

Se os gravadores forem do tipo AudioMoth, certifique-se de que o *firmware* dos equipamentos esteja atualizado. Por fim, sugerimos que os gravadores sejam levados para o campo configurados, visando otimizar o tempo durante as expedições. Os gravadores devem ser configurados já com as pilhas e as mesmas não devem ser retiradas. Caso isso ocorra, os equipamentos deverão ser configurados novamente. Se o pesquisador optar por usar pilhas recarregáveis, recomendamos verificar a carga das pilhas com um medidor de carga, como um voltímetro, e realizar testes piloto para testar a durabilidade das pilhas em campo.

2.2.2 Configurações

As configurações vão depender do grupo-foco do estudo (Material Suplementar S1) e das perguntas a serem respondidas, mas algumas configurações importantes são: 1)

taxa de amostragem (*sample rate*); 2) duração de cada gravação e o tempo de intervalo entre gravações; 3) período da gravação e 4) duração total das amostragens.

1) A taxa de amostragem para a gravação de qualquer som deve ser, no mínimo, duas vezes a frequência do som de interesse, o que é conhecido como frequência Nyquist. Por exemplo, para espécies que emitem sons audíveis, como anuros, aves e primatas, recomenda-se o uso de uma taxa de amostragem de 44,1 ou 48 kHz (capaz de reconstruir ondas de até 22,05 ou 24 kHz, respectivamente). Para animais que emitem ultrassons, como morcegos, tem sido recomendado a taxa de amostragem máxima de frequência compatível com cada gravador (384 kHz para AudioMoths e 500 kHz para gravadores da Wildlife Acoustics), para abranger espécies como *Natalus macrourus, Furipterus horrens* e *Thyroptera* spp., que atingem frequências de máxima energia acima de 100 kHz (Falcão et al., 2015; Arias-Aguilar et al., 2018).

2) Para capturar sons audíveis, recomenda-se configurar o gravador para registrar um minuto a cada cinco minutos. Assim, para que a gravação comece no quinto minuto, os gravadores devem ser programados com um intervalo de quatro minutos entre cada registro. Para sons ultrassônicos, recomenda-se utilizar 15 segundos de gravação com intervalo de 45 segundos.

3) Recomenda-se que os sons audíveis sejam gravados durante 24 horas, pois, mesmo que esses dados não sejam utilizados na sua pesquisa específica, poderão ser úteis para pesquisas futuras, além de servir como um registro da paisagem acústica naquele momento do tempo. Sugere-se ainda que os gravadores sejam programados para começar a gravar a partir das 00h00 em dia futuro. Assim, todos os gravadores iniciarão suas atividades ao mesmo tempo.

Para os sons ultrassônicos, sugere-se que os gravadores iniciem as gravações 30 minutos antes do pôr do sol e parem de gravar 30 minutos após o nascer do sol.

4) Para sons audíveis, recomenda-se pelo menos sete dias de amostragem em cada parcela RAPELD por estação (~34 horas por parcela por estação). Para sons ultrassônicos, recomenda-se três noites de amostragem por parcela RAPELD por estação (9 horas por parcela por estação).

Dependendo do modelo do gravador, as configurações acima podem ser feitas diretamente no gravador ou com uso de aplicativos de configuração. Em gravadores do tipo AudioMoth, esses aplicativos permitem configurar a data, hora e taxa de amostragem, bem como o cronograma de gravações. É importante que o seu computador esteja com o horário correto, uma vez que ele reconhece data e hora a partir dele. Os aplicativos também devem estar sempre atualizados. Por padrão, o horário utilizado para configurar os AudioMoth e gerar os nomes dos arquivos será definido em Tempo Universal Coordenado (*Coordinated Universal Time* – UTC).

As configurações desse tipo de gravador são feitas em um computador, onde o equipamento deve ser conectado utilizando um cabo USB com capacidade de transferência de dados. Cabos que servem apenas para alimentação de energia não funcionarão. Também sugerimos manter o ganho (*gain*) de gravação no nível médio e acionar o disparador (*trigger*) de amplitude de 0,005%. Todas essas configurações devem ser realizadas no gravador já com as pilhas e cartões de memória inseridos, sendo importante que não sejam retirados até que a amostragem esteja completa, pois a retirada dos mesmos pode desconfigurar o equipamento. Sugerimos que o transporte dos equipamentos para campo seja realizado em caixas protetoras acolchoadas para evitar que as pilhas se desloquem e os gravadores desconfigurem ou danifiquem.

Para ultrassom, caso sejam utilizados os gravadores da Wildlife Acoustics (https://www.wildlifeacoustics.com), existe a opção de usar o *triggering* que só dispara a gravação de 15 s quando o som ultrapassa o ruído do ambiente ("*background noise*"), não necessitando a programação de gravação (15 segundos a cada 45 segundos de intervalo). Essa opção de *triggering* pode ser utilizada quando a pergunta do estudo envolve entender

a atividade e comportamento dos animais que emitem ultrassons em diferentes ambientes e escalas temporais (Dias-Silva et al., 2018; Falcão et al., 2021; Appel et al., 2023).

2.2.3 Instalação dos gravadores em campo

Deve ser instalado pelo menos um gravador por parcela RAPELD, sendo instalado no centro da parcela (~125 m), dentro do segmento 120-130 m.

Para a instalação de gravadores do tipo AudioMoth, sugerimos o uso de sacos plásticos com fecho hermético (Ex. *Ziploc*) ou as caixas protetoras específicas para os gravadores. Dentro do saco plástico, junto ao gravador, sugere-se que seja incluído algum tipo de desumidificador (e.g., absorvente íntimo ou sílica) e naftalina para afugentar insetos. Cuidado para que tais itens não sobreponham o microfone (Figura 1) e impeçam a gravação adequada do som. Os gravadores do tipo AudioMoth emitem luzes de *led* que indicam que o aparelho está gravando ou está no intervalo entre gravações. Recomenda-se colocar uma fita isolante que possa cobrir as luzes para diminuir as chances de furto do gravador, pois à noite, essas luzes podem chamar atenção de transeuntes.

Na parcela RAPELD, o gravador deve ser instalado em uma árvore ou arvoreta no centro do segmento 120-130 m para manter a consistência ao longo das amostragens. Sugere-se que os gravadores sejam instalados no corredor central da parcela, ou, no máximo, a 10 m dele. O microfone deve ser direcionado para o lado oposto do corredor central em locais não obstruídos. Retire pequenos galhos que possam ficar à frente do gravador, para reduzir o registro de ruídos provenientes do farfalhar da vegetação. Utilize as abraçadeiras para prender o gravador na vegetação a uma altura de aproximadamente 1,5 m (Figura 1).

É extremamente importante anotar a identidade do gravador que foi instalado em cada parcela RAPELD. Sempre que possível, nomeie o cartão de memória de acordo com a identidade do gravador. Além disso, pode-se colocar junto ao gravador um pequeno pedaço de papel vegetal contendo o número de identificação do gravador, escrito a lápis, evitando assim a remoção da numeração caso fique úmido. Deve-se anotar também o dia e hora de instalação e de retirada dos equipamentos. Caso as gravações iniciem instantaneamente após a ativação do equipamento, recomendamos que o pesquisador fale, informando o dia, mês e ano seguido da hora exata, localidade e componentes da equipe

que estavam presentes durante a instalação. Assim, o primeiro arquivo de gravação passa a ser um arquivo de segurança contendo os metadados acerca da coleta de dados.

Figura 1. Fotografia demonstrando um gravador autônomo instalado no segmento 120-130 m de uma parcela RAPELD. Em primeiro plano um gravador com um material absorvente para evitar umidade, bem como naftalinas para afugentar insetos. Ao fundo é possível ver as linhas de demarcação do corredor central da parcela.

2.2.4 Armazenamento e compartilhamento dos dados

Após a coleta de dados, transfira imediatamente os arquivos de áudio para um HD ou SSD externo. Organize os arquivos por sítio de coleta e por parcela, criando uma estrutura clara de pastas. Se mais de um gravador for utilizado em uma mesma parcela RAPELD, crie subpastas adicionais para cada gravador dentro da pasta de localidade correspondente. Isso facilitará a identificação e evitará confusões durante as análises. É importante que pelo menos uma cópia dos dados e metadados (Figura 2) fique sob responsabilidade dos núcleos PPBio.

Metadados a serem incluídos junto ao depósito de dados em repositórios públicos

- Identidade do sítio amostrado
- Identidade e coordenadas da parcela amostrada
- Data de início da coleta de dados
- Data de fim da coleta de dados
- Pessoa responsável pela coleta de dados
- Pessoa responsável pela triagem dos dados
- Táxon amostrado
- Número de dias de amostragem
- Número de gravações
- Gravador utilizado
- Taxa de amostragem utilizada
- Duração de cada gravação
- Duração do intervalo entre gravações
- Estimativa de falsos positivos e negativos de detectores automáticos (caso tenham sido utilizados)

Figura 2 - Itens que devem constar junto aos metadados ao depositar os dados triados. Recomenda-se depositar os dados triados em repositórios públicos. Os áudios brutos podem ser armazenados em nuvem. Sempre inclua nos metadados os itens acima (para um exemplo de planilha de metadados, veja o Material Suplementar S2).

Os gravadores geralmente nomeiam os arquivos automaticamente, indicando data e hora da gravação. No entanto, como gravadores diferentes podem gerar arquivos com nomes idênticos, é fundamental evitar a sobrescrição dos dados. Durante a transferência, também é importante conferir a integridade dos arquivos, certificando-se de que nenhum arquivo foi corrompido. Isso pode ser feito por meio da reprodução de arquivos aleatórios. É importante também manter na pasta, junto com as gravações, o arquivo ".txt" de metadados das gravações gerado pelos próprios gravadores. Esse arquivo registra as configurações do gravador durante as gravações e pode ser utilizado posteriormente como fonte de consulta. Adicione a ele o nome do sítio, parcela e coordenadas geográficas.

Após a transferência dos áudios para meios físicos, sugere-se o armazenamento dos dados em nuvem, pois, caso os HDs/SSDs danifiquem, haverá uma cópia de segurança (*backup)*. Para monitoramentos de longa duração é recomendado o armazenamento em servidor de arquivos centralizado (NAs), pois este permite que vários usuários acessem os dados. Uma outra plataforma que tem sido comumente utilizada é a

Arbimon (https://arbimon.org/), que é gratuita, facilita o compartilhamento de dados, além de possuir algumas ferramentas que facilitam a triagem e detecção de espécies-alvo. Sugerimos que sejam apagados os arquivos dos cartões de memória somente depois que eles tiverem sido devidamente armazenados em nuvem.

2.2.5 Triagem e detecção automática

Aconselha-se a triagem manual, por meio de audição e inspeção visual de espectrogramas de pelo menos um dia completo de gravações por parcela para a detecção das espécies-alvo. Para otimizar o processo de análise para determinados grupos de espécies, é possível utilizar ferramentas de detecção automática dos sinais acústicos de interesse. Isso pode ser feito com o uso de diferentes linguagens de programação como R, Python e MATLAB, as quais possuem pacotes e bibliotecas específicas para isso. Para a detecção automática, podem ser utilizados algoritmos de inteligência artificial que utilizam desde abordagens mais simples, como o reconhecimento de padrões dos sinais acústicos de interesse (*Pattern Matching*), até abordagens mais complexas envolvendo algoritmos de florestas de decisões aleatórias (*Random Forest*) ou aprendizagem de máquina com redes neurais convolucionais (CNN) (Mac Aodha et al., 2018). Além disso, existem soluções *online* (por exemplo, *Arbimon, Chirpity*), ou aplicativos para celular e computador (por exemplo, BirdNET Sound ID; Kahl et al., 2021) que oferecem modelos de detecção automática. Essas ferramentas facilitam a identificação de espécies-alvo, acelerando a análise ou inspeção das gravações.

Para morcegos neotropicais, ainda não tem sido uma prática comum a utilização de detectores automáticos, devido à baixa capacidade de detecção desses organismos e à grande variação dos chamados de algumas espécies (Gilliam et al., 2010; Hintze, et al., 2016). Assim, a identificação dos sonotipos deve ser realizada manualmente até o menor nível taxonômico possível, seguindo chaves acústicas, fonotecas locais e outras referências bibliográficas pertinentes. Mesmo que detectores automáticos não sejam comumente utilizados para a detecção de morcegos, algumas ferramentas podem ser usadas durante a triagem. Pode-se, por exemplo, filtrar bandas de frequências de interesse que cobrem chamados de morcegos específicos ou filtrar para eliminar ruídos que possam atrapalhar a identificação das espécies através de inspeção visual dos espectrogramas.

Uma ferramenta útil para a realização de tais filtros é o software *Kaleidoscope Lite* primeira versão (Wildlife Acoustics).

2.2.6 Bibliotecas de referência

Identificar os sons de organismos vivos em qualquer nível taxonômico depende de bibliotecas de referência de qualidade. Para pesquisadores que trabalham em locais onde o seu grupo de estudo foi pouco explorado, construir uma biblioteca própria é um dos primeiros passos para realizar um MAP refinado. As bibliotecas acústicas (fonotecas) geralmente são constituídas pelo registro acústico associado à visualização ou captura e identificação do organismo que emitiu o som para não haver dúvidas que o som emitido é da espécie atribuída ao mesmo. Registros acústicos sem a determinação taxonômica não devem ser inseridos nas fonotecas (Fraser et al., 2020). Algumas fonotecas estão disponíveis *online* e podem ser acessadas gratuitamente (Material Suplementar S3). Além disso, para alguns grupos como morcegos, existem chaves acústicas no Brasil (López-Baucells et al., 2016; Arias-Aguilar et al., 2018). Se sua região não possui bibliotecas disponíveis, uma alternativa pode ser solicitar os dados acústicos para pesquisadores que fizeram monitoramentos acústicos anteriores na região.

2.2.7 Paisagem acústica

A análise de paisagens acústicas envolve a detecção de sons que por vezes podem passar despercebidos na maioria dos estudos. Uma importante aplicabilidade de tal análise, por exemplo, é avaliar o impacto de antropofonias e seus efeitos na biodiversidade. Estudos voltados para paisagens acústicas frequentemente utilizam índices acústicos. Índices acústicos são baseados em métricas com características objetivas das gravações, como frequência e amplitude e os padrões temporais dos sons detectados em uma gravação (Bradfer-Lawrence et al., 2020; Metcalf et al., 2022). Esses índices podem ser utilizados com diversas finalidades, como indicar a riqueza de espécies, composição de comunidades biológicas e apontar especificidades da paisagem acústica local. Índices acústicos possuem diferentes complexidades, dos mais básicos, como indicar a frequência de ocorrência de eventos acústicos, aos mais complexos, como o número de picos de frequência de um evento acústico durante um intervalo de tempo. Dentre os índices mais comumente utilizados na literatura atual estão os índices de

complexidade acústica, índice de diversidade acústica e índice de uniformidade acústica (Metcalf et al., 2022). Diante da atual crise da biodiversidade, compreender a dinâmica das paisagens acústicas é um relevante fator para um maior entendimento dos impactos das antropofonias nas comunidades biológicas. Isso permite nortear tomadores de decisões e políticas públicas voltadas para a mitigação desses efeitos (Marques & De Araújo, 2014; Kang & Aletta, 2018; Bradfer-Lawrence et al., 2019).

3 PERSPECTIVAS

O uso de MAP associado ao RAPELD tem muitos potenciais, pois o método exige relativamente baixo esforço de campo, o que favorece a coleta de dados ao longo do tempo. Em um estudo de monitoramento acústico de morcegos realizado em sítios RAPELD, na Ilha Grande- RJ, foi registrado pela primeira vez o gênero *Promops* no estado. Esse gênero não havia sido capturado em redes de neblina, demonstrando a importância da complementaridade de métodos acústicos com redes de neblina no trabalho de campo para ampliar o monitoramento da biodiversidade (Costa et al., 2021). Essa associação de métodos aumenta a chance de registrar espécies raras e/ou difíceis de serem registradas por métodos tradicionais (Appel et al. 2021). Um outro aspecto interessante do MAP é que ele pode servir tanto para monitoramento de populações a longo prazo, quanto para avaliação de padrões comportamentais das espécies. Também no sistema RAPELD da Ilha Grande, observou-se que o MAP foi mais eficiente do que redes de neblina para determinar os padrões de horário de atividade dos morcegos do gênero *Myotis* (Lopes et al., em preparação).

Na Amazônia brasileira, o MAP no sistema RAPELD foi utilizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke, em Manaus, para estudos populacionais e de comunidades de morcegos. Nos estudos populacionais foram investigados os efeitos da temperatura, precipitação e intensidade do luar na atividade de morcegos insetívoros tropicais (Appel et al., 2017, 2019). Já no estudo de comunidades, foi investigado o efeito de gradientes ambientais na estruturação da comunidade de morcegos insetívoros aéreos (Cabral et al., 2023). Esses estudos demonstram o potencial do MAP no sistema RAPELD para o entendimento de padrões ecológicos espaciais e temporais, já que há possibilidade de o gravador permanecer no local por muitos dias, diminuindo os custos de campo, a presença

de pesquisadores e as constantes vistorias quando comparado com a utilização de redes de neblina.

Além dos sons biológicos, estudos que acessam atividades antrópicas por meio dos sons também têm sido realizados em sítios RAPELD, como no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, RJ, onde foi implementado um sistema de detecção de caça ilegal similar ao de Astaras et al. (2020). Por meio da utilização de gravadores AudioMoth foram detectados disparos de armas de fogo, o que indicaria uma potencial ameaça à fauna cinegética local. Com os mesmos dados acústicos, foram detectados impactos de ruídos gerados por aeronaves comerciais que sobrevoavam a unidade de conservação, um fator que pode afetar a ocupação de mamíferos de médio e grande porte, bem como diversos outros animais terrestres e aquáticos (Erbe et al., 2022). Esse é um exemplo de como o monitoramento acústico passivo padronizado, associado ao método RAPELD, pode auxiliar tanto na amostragem da biodiversidade quanto na avaliação de potenciais impactos sobre ela, utilizando um mesmo conjunto de dados. Isso torna as pesquisas mais eficientes, com menor custo, e gera resultados que podem nortear gestores e atores políticos ligados à conservação da biodiversidade.

Já o sistema RAPELD propicia uma coleta padronizada de diferentes grupos biológicos em diferentes locais, o que favorece a comparação e compreensão de processos ecológicos em larga escala (Magnusson et al., 2013). Adicionalmente, dados ambientais que geralmente são coletados dentro das mesmas parcelas RAPELD podem ser associadas aos dados acústicos, possibilitando melhor compreensão dos padrões de ocorrência dos organismos e suas paisagens acústicas. Ainda, o sistema RAPELD com parcelas permanentes a 1 km de distância entre si, propicia que os dados acústicos coletados sejam, em geral, independentes entre si. Um estudo feito com gravadores AudioMoth em Porto Rico, por exemplo, demonstrou que 200 m entre um gravador e outro são suficientes para que dois gravadores não detectem os mesmos indivíduos de anuros e aves (Ribeiro Jr. et al., 2022). No entanto, o raio de detecção dos gravadores dependerá das características do som de interesse, da estrutura física do local e do comportamento do animal. Sempre que possível, é pertinente realizar experimentos de propagação com o som das espécies de interesse para estimar a distância máxima em que o gravador é capaz de detectá-las. Algumas espécies que possuem sons com maior amplitude, como guaribas (*Alouatta* spp.) e o capitão-da-mata (*Lipaugus vociferans*),

podem emitir sons entre 90 e 110 dB (Nemeth, 2004; de Cunha et al., 2015), e esses sons podem ser detectados em mais de uma parcela. Nesse caso, aconselha-se inspecionar os espectrogramas de gravadores de parcelas adjacentes para verificar se os sons estão sendo capturados por mais de um equipamento simultaneamente. Espécies altamente móveis, como aves, também podem ser detectadas quando estão de passagem por mais de uma parcela de amostragem. No entanto, o histórico de ocorrências e a intensidade dos sons podem fornecer pistas sobre se a espécie está, de fato, ocupando aquele ambiente ou apenas de passagem (Figueira et al., 2015).

Como outros métodos, o MAP apresenta limitações. As gravações não compreendem toda a comunidade de espécies, pois muitas espécies não são vocalmente ativas (e.g., urubus), mas limitações também se aplicam a quaisquer outros métodos que sejam aplicados de maneira isolada. Para inventários completos, a combinação de abordagens complementares pode fornecer melhores representações de diferentes facetas da diversidade (e.g., filogenética, funcional e taxonômica) da comunidade local (Appel et al., 2021; Carvalho et al., 2023; Cardoso et al., 2024).

Além disso, é importante considerar que o tempo de processamento dos dados, mesmo com a aplicação de detectores automáticos e pacotes de processamento de dados para paisagens acústicas, ainda é significativamente alto se comparado aos métodos tradicionais de amostragem. Esse tempo elevado se deve ao grande volume de dados gerados, à complexidade das paisagens acústicas e à necessidade de validação manual para evitar erros de identificação, o que garante maior precisão nos resultados obtidos. O tempo de processamento de dados acústicos para morcegos, por exemplo, pode variar dependendo da experiência de quem está processando, mas em média são necessárias 11 horas para processar manualmente uma noite inteira de gravação configurada em regime contínuo (Froidevaux et al., 2014).

Ainda, ao mesmo tempo que o rápido avanço e a evolução dos equipamentos (inclusive entre diferentes versões de um mesmo equipamento) pode ser útil para melhorar a capacidade de detecção de espécies, pode também dificultar análises comparativas ao longo do tempo devido às diferentes configurações acústicas empregadas (Darras et al., 2020; Goodwin et al., 2024). Finalmente, é necessário estar ciente dos custos de aquisição dos gravadores e cartões de memórias, dos potenciais problemas de falhas no funcionamento e na detecção das espécies em condições climáticas adversas e

da possibilidade de furto de equipamentos (Williams et al., 2018). Neste protocolo, fizemos um recorte para sons que se propagam no ar, mas o volume de estudos que envolvem paisagens acústicas aquáticas e subterrâneas têm crescido (Erbs, et al. 2023; Metcalf et al., 2024 a,b). Uma vez que esses métodos sejam melhor estabelecidos, podem ser aplicados também no sistema RAPELD, proporcionando uma visão mais abrangente da biodiversidade local.

;

4 MATERIAL SUPLEMENTAR

S1. Sumário das configurações e do cronograma de amostragem

S2. Modelo de planilha de metadados;

S3. Bibliotecas acústicas de referência disponíveis para a identificação de espécies acusticamente ativas.

Material disponível em:
https://github.com/ProtocolosRAPELD/EducAmazonia_VolumeXVIII_N.ESPECIAL_2025/tree/main/MS_Protocolo_Bioac%C3%BAstico

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos editores pela organização desta edição especial da Revista Educamazônia e aos dois revisores anônimos pelas sugestões para melhoria do manuscrito. ARPR agradece ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável (IDSM) pela bolsa de pesquisa concedida. GA e PEDB agradecem ao Instituto Tecnológico Vale (ITV) pelas bolsas de pós-doutorado (PEDB: BEI 056/2024). ILK agradece ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa (PQ #3100078/2022-9). LMC agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa de pós-doutorado durante o trabalho de campo e pelo financiamento do estudo na Ilha Grande (E-26/101.399/2014) e ao Programa de Apoio à Pesquisa e Docência da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pela bolsa concedida. MASA recebeu financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (PQ #308.615/2022-0), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (CNE #201126/2022) e Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ/FAPERJ - Prociência) durante suas pesquisas. NS agradece ao CNPq pelo suporte financeiro (processo nº

446003/2024). Este artigo integra uma edição especial financiada pelos projetos PPBio Amazônia Ocidental (CNPq, processos nº 441260/2023-3 e 441228/2023-2), INCT-CENBAM (CNPq, processo nº 406474/2022-2) e CAPACREAM (CNPq, processo nº 444350/2024-1).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aide, T. M., Corrada-Bravo, C., Campos-Cerqueira, M., Milan, C., Vega, G., & Alvarez, R. (2013). Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification. *PeerJ*, *1*, e103.

Appel, G., López-Baucells, A., Ernest-Magnusson, W., & Bobrowiec, P. E. D. (2017). Aerial insectivorous bat activity in relation to moonlight intensity. *Mammalian Biology*, *85*, 37-46.

Appel, G., López-Baucells, A., Magnusson, W. E., & Bobrowiec, P. E. D. (2019). Temperature, rainfall, and moonlight intensity effects on activity of tropical insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, *100*(6), 1889-1900.

Appel, G., Capaverde, U. D., De Oliveira, L. Q., Pereira, L. G. do. A., Tavares, V. C., López-Baucells, A., Magnusson, W. E., Baccaro, F. B., & Bobrowiec, P. E. D. (2021). The use of complementary methods to sample bats in the Amazon. *Acta Chiropterologica*, *23*(2), 499-511.

Appel, G., Meyer, C. F., & Bobrowiec, P. E. D. (2023). Fear or food? Prey availability is more important than predation risk in determining aerial insectivorous bat responses across a disturbed tropical forest landscape. *Biodiversity and Conservation*, *32*(10), 3217-3235.

Arias-Aguilar, A., Hintze, F., Aguiar, L. M., Rufray, V., Bernard, E., & Pereira, M. J. R. (2018). Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*, *63*, 231-253.

Astaras, C., Linder, J. M., Wrege, P., Orume, R., Johnson, P. J., & Macdonald, D. W. (2020). Boots on the ground: The role of passive acoustic monitoring in evaluating anti-poaching patrols. *Environmental Conservation*, *47*(3), 213-216.

Astaras, C., Sideri-Manoka, Z. A., Vougioukalou, M., Migli, D., Vasiliadis, I., Sidiropoulos, S., Barboutis, C., Manolopoulos, A., Vafeiadis, M., & Kazantzidis, S. (2023). Acoustic monitoring confirms significant poaching pressure of european turtle doves (*Streptopelia turtur*) during spring migration across the Ionian Islands, Greece. *Animals*, *13*(4), 687.

Bergallo, H. G., Rosa, C., Ochoa, A. C., Manzatto, A. G., Guimaraes, A. F., Banhos, A., Castinho, C. V., Barros, C. F., Norris, D., Drucker, D. P., Domingos, J. R., Baccaro, F. B., Lourenço, I. H., Zuanon, J., Stegmann, L. S., Anjos, M. R., Silveira, M., Araújo, P. S. G., Bobrowiec, P. E. D., Fadini, R., Neckel-Oliveira, S., Emílio, T., , Santorelli-Junior, S., & Magnusson, W. E. (2023). Long-term Ecological Research:

Chasing fashions or being prepared for fashion changes? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *95*(3), e20230051.

Bradfer-Lawrence, T., Bunnefeld, N., Gardner, N., Willis, S. G., & Dent, D. H. (2020). Rapid assessment of avian species richness and abundance using acoustic indices. *Ecological Indicators*, *115*, 106400.

Bradfer-Lawrence, T., Gardner, N., Bunnefeld, L., Bunnefeld, N., Willis, S. G., & Dent, D. H. (2019). Guidelines for the use of acoustic indices in environmental research. *Methods in Ecology and Evolution*, *10*(10), 1796-1807.

Cabral, R. C. C., Appel, G., de Oliveira, L. Q., Lopez-Baucells, A., Magnusson, W. E., & Bobrowiec, P. E. D. (2023). Effect of environmental gradients on community structuring of aerial insectivorous bats in a continuous forest in Central Amazon. *Mammalian Biology*, *103*(2), 227-237.

Cardoso, P., Arnedo, M. A., Macías-Hernández, N., Carvalho, W. D., Carvalho, J. C., & Hilário, R. (2024). Optimal inventorying and monitoring of taxonomic, phylogenetic and functional diversity. *PLoS One*, *19*(7), e0307156.

Carvalho, W. D., Miguel, J. D., da Silva Xavier, B., Lopez-Baucells, A., de Castro, I. J., Hilário, R. R., Toledo, J. J, Rocha, R., & Palmeirim, J. M. (2023). Complementarity between mist-netting and low-cost acoustic recorders to sample bats in Amazonian rainforests and savannahs. *Community Ecology*, *24*(1), 47-60.

Costa, F. R. C., Marengo, J. A., Albernaz, A. L. M., Cunha, A. P., Cuvi, N., Espinoza, J. C., Joice, F., Fleischmann, A. S., Jimenez-Muñoz, J. C., Páez, M. B., Querido, L. C. A., Schöngart, J. (2024) Policy brief: droughts in the Amazon. Disponível em < https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/pb-droughts>.

Costa, L. M., Lourenço, E. C., Hintze, F., Vilela, E., & Bergallo, H. G. (2021). First record of the genus *Promops* (Chiroptera, Molossidae) in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos*, *3*.

Darras, K., Batáry, P., Furnas, B., Celis-Murillo, A., Van Wilgenburg, S. L., Mulyani, Y. A., & Tscharntke, T. (2018). Comparing the sampling performance of sound recorders versus point counts in bird surveys: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, *55*(6), 2575-2586.

Darras, K. F., Deppe, F., Fabian, Y., Kartono, A. P., Angulo, A., Kolbrek, B., Mulyani, Y. A., & Prawiradilaga, D. M. (2020). High microphone signal-to-noise ratio enhances acoustic sampling of wildlife. *PeerJ*, *8*, e9955.

de Aguiar-Silva, C., Machado, R. B., Silveira, M., & Aguiar, L. M. (2023). Listening in the dark: acoustics indices reveal bat species diversity in a tropical savannah. *Bioacoustics*, *32*(1), 17-32.

de Cunha, R. G. T., de Oliveira, D. A. G., Holzmann, I., & Kitchen, D. M. (2015). Production of loud and quiet calls in howler monkeys. Kowalewski, M. M., Garber, P. A., Cortés-Ortiz, L., Urbani, B., & Youlatos, D. (Eds), *Howler monkeys: Adaptive radiation, systematics, and morphology* (337-368). Nova York: Springer.

Deichmann, J. L., Hernández-Serna, A., Campos-Cerqueira, M., & Aide, T. M. (2017). Soundscape analysis and acoustic monitoring document impacts of natural gas exploration on biodiversity in a tropical forest. *Ecological Indicators*, *74*, 39-48.

Dias-Silva, L., Duarte, G. T., Alves, R., Pereira, M. J. R., & Paglia, A. (2018). Feeding and social activity of insectivorous bats in a complex landscape: the importance of gallery forests and karst areas. *Mammalian Biology*, *88*, 52-63.

Do Nascimento, L. A., Campos-Cerqueira, M., & Beard, K. H. (2020). Acoustic metrics predict habitat type and vegetation structure in the Amazon. *Ecological Indicators*, *117*, 106679.

Dobbins, M., Sollmann, R., Menke, S., Almeyda Zambrano, A., & Broadbent, E. (2020). An integrated approach to measure hunting intensity and assess its impacts on mammal populations. *Journal of Applied Ecology*, *57*(11), 2100-2111.

Duarte, M. H. L., Sousa-Lima, R. S., Young, R. J., Vasconcelos, M. F., Bittencourt, E., Scarpelli, M. D. A., Farina, A., & Pieretti, N. (2021). Changes on soundscapes reveal impacts of wildfires in the fauna of a Brazilian savanna. *Science of the Total Environment*, *769*, 144988.

Erbe, C., Dent, M. L., Gannon, W. L., McCauley, R. D., Römer, H., Southall, B. L., Stanbury, A. L., Stoeger, A. S., & Thomas, J. A. (2022). The effects of noise on animals. In Exploring animal behavior through sound: volume 1: methods (pp. 459-506). Cham: Springer International Publishing.

Erbs, F., Gaona, M., van der Schaar, M., Zaugg, S., Ramalho, E., Houser, D., & André, M. (2023). Towards automated long-term acoustic monitoring of endangered river dolphins: a case study in the Brazilian Amazon floodplains. *Scientific reports*, *13*(1), 10801.

Falcão, F., Ugarte-Núñez, J. A., Faria, D., & Caselli, C. B. (2015). Unravelling the calls of discrete hunters: acoustic structure of echolocation calls of furipterid bats (Chiroptera, Furipteridae). *Bioacoustics*, *24*(2), 175-183.

Falcão, F., Dodonov, P., Caselli, C. B., dos Santos, J. S., & Faria, D. (2021). Landscape structure shapes activity levels and composition of aerial insectivorous bats at different spatial scales. *Biodiversity and Conservation*, *30*(8), 2545-2564.

Farina, A., & Pieretti, N. (2012). The soundscape ecology: A new frontier of landscape research and its application to islands and coastal systems. *Journal of Marine and Island Cultures*, *1*(1), 21-26.

Figueira, L., Tella, J. L., Camargo, U. M., & Ferraz, G. (2015). Autonomous sound monitoring shows higher use of Amazon old growth than secondary forest by parrots. *Biological Conservation*, *184*, 27-35.

Fraser, E. E., Silvis, A., Brigham, R. M., & Czenze, Z. J. (2020). Bat echolocation research: a handbook for planning and conducting acoustic studies. Austin, Texas, USA: Bat Conservation International.

Froidevaux, J. S. P., Zellweger, F., Bolmann, K., & Obrist, M. K. (2014). Optimizing passive acoustic sampling of bats in forests. *Ecology and Evolution*, *4*(24), 4690-4700.

Fuller, S., Axel, A. C., Tucker, D., & Gage, S. H. (2015). Connecting soundscape to landscape: Which acoustic index best describes landscape configuration? *Ecological Indicators*, *58*, 207-215.

Galetti, M., Guevara, R., Côrtes, M. C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A. B., Labecca, F., Ribeiro, R., Carvalho, C. S., Collevatti, R. G., Pires, M. M., Guimarães, P. R., Brancalion, P. H., Ribeiro, M. C., & Jordano, P. (2013). Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science*, *340*(6136), 1086-1090.

Gasc, A., Francomano, D., Dunning, J. B., & Pijanowski, B. C. (2017). Future directions for soundscape ecology: The importance of ornithological contributions. *The Auk: Ornithological Advances*, *134*(1), 215-228.

Gasc, A., Anso, J., Sueur, J., Jourdan, H., & Desutter-Grandcolas, L. (2018). Cricket calling communities as an indicator of the invasive ant *Wasmannia auropunctata* in an insular biodiversity hotspot. *Biological Invasions*, *20*, 1099-1111.

Goodwin, K. R., Kirschbaum, A., & Gillam, E. H. (2024). Comparing field performance of ultrasonic microphones to facilitate analysis of long-term acoustic bat monitoring data. *Wildlife Society Bulletin*, *48*(4), e1547.

Guimarães, A. F., Querido, L. C. A., Rocha, T., Rodrigues, D. J., Viana, P. L., Bergallo, H. G., ... & Dala-Corte, R. B. (2024). Disentangling the veil line for Brazilian biodiversity: An overview from two long-term research programs reveals huge gaps in ecological data reporting. *Science of The Total Environment*, 174880.

Heymann, E. W., Culot, L., Knogge, C., Smith, A. C., Tirado Herrera, E. R., Müller, B., Stojan- Dolar, M., Ferrer, Y. L., Kubisch, P., Kubish, D., Slana, D., Koopmann, M. L., Ziegenhagen, B., Bialozyt, R., Mengel, C., Hambuckers, J., & Heer, K. (2019). Small Neotropical primates promote the natural regeneration of anthropogenically disturbed areas. *Scientific Reports*, *9*(1), 10356.

Hill, A. P., Prince, P., Piña Covarrubias, E., Doncaster, C. P., Snaddon, J. L., & Rogers, A. (2018). AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *Methods in Ecology and Evolution*, *9*(5), 1199-1211.

Hintze, F., Bernard, E., Aguiar, L., Pereira, M.J., Bobrowiec, P.; Falcão, F. (2019). Comitê de Bioacústica. SBEQ 2019.v2. Disponível em < https://sbeq.org.br/comite-bioacustica >. Acesso em: 5 de nov, de 2024.

Hintze, F., Arias-Aguilar, A., Aguiar, L. M., Pereira, M. R., & Bernard, E. (2016). Uma nota de precaução sobre a identificação automática de chamados de ecolocalização de morcegos no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, *77*, 163-171.

Ichihara, M., Inagaki, H., Matsuno, K., Saiki, C., Yamashita, M., & Sawada, H. (2012). Postdispersal seed predation by *Teleogryllus emma* (Orthoptera: Gryllidae) reduces the seedling emergence of a non-native grass weed, Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Biology and Management*, *12*(3), 131-135.

Kahl, S., Wood, C. M., Eibl, M., & Klinck, H. (2021). BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring. *Ecological Informatics*, *61*, 101236.

Kang, J., & Aletta, F. (2018). The impact and outreach of soundscape research. *Environments*, *5*(5), 58.

Kasten, E. P., Gage, S. H., Fox, J., & Joo, W. (2012). The remote environmental assessment laboratory's acoustic library: An archive for studying soundscape ecology. *Ecological Informatics*, *12*, 50-67.

Kuehne, L. M., Padgham, B. L., & Olden, J. D. (2013). The soundscapes of lakes across an urbanization gradient. *PLoS One*, *8*(2), e55661.

Lima, A. P., Magnusson, W. E., Menin, M., Erdtmann, L. K., Rodrigues, D. J., Keller, C., & Hödl, W. (2006). *Guia de sapos da reserva Adolpho Ducke*. Manaus: Áttema Design Editorial.

López-Baucells, A., Rocha, R., Bobrowiec, P. E. D., Bernard, E., Palmeirim, J., Meyer, C. F. (2016). *Field Guide to Amazonian Bats*. Manaus: Editora INPA.

López-Baucells, A., Yoh, N., Rocha, R., Bobrowiec, P. E., Palmeirim, J. M., & Meyer, C. F. (2021). Optimizing bat bioacoustic surveys in human-modified Neotropical landscapes. *Ecological Applications*, *31*(6), e02366.

Mac Aodha, O., Gibb, R., Barlow, K. E., Browning, E., Firman, M., Freeman, R., Harder, B., Kinsey, L., Mead, G. R., Newson, S. E., Pandourski, I., Parsons, S., Russ, J., Szodoray-Paradi, A., Szodoray-Paradi, F., Tilova, E., Girolami, M., Brostow, G., & Jones, K. E. (2018). Bat detective—Deep learning tools for bat acoustic signal detection. *PLoS Computational Biology*, *14*(3), e1005995.

Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F. R., Castilho, C. V. D., & Kinupp, V. F. (2005). RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, *5*, 19-24.

Magnusson, W., Braga-Neto, R., Pezzini, F., Baccaro, F., Bergallo, H., Penha, J., Rodrigues, D., Verdade, L. M., Lima, A., Albernaz, A. L., Hero, J.-M., Lawson, B., Castilho, C., Drucker, D... & Pontes (2013). *Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado*. Manaus: Átema Editorial.

Mallott, E. K., Garber, P. A., & Malhi, R. S. (2017). Integrating feeding behavior, ecological data, and DNA barcoding to identify developmental differences in invertebrate foraging strategies in wild white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Physical Anthropology*, *162*(2), 241-254.

Marques, P. A., & De Araújo, C. B. (2014). The need to document and preserve natural soundscape recordings as acoustic memories. In *Proceedings Invisible Places Conference.* Disponível em: <http://invisibleplaces.org/2014/pdf/ip2014-marques.pdf>. Accessado em: 17 de jan., de 2025.

Metcalf, O. C., Baccaro, F., Barlow, J., Berenguer, E., Bradfer-Lawrence, T., Rossi, L. C., Vale, E. M., & Lees, A. C. (2024a). Listening to tropical forest soils. *Ecological Indicators*, *158*, 111566.

Metcalf, O. C., Nunes, C. A., Abrahams, C., Baccaro, F. B., Bradfer-Lawrence, T., Lees, A. C., Vale, E. M., & Barlow, J. (2024b). The efficacy of acoustic indices for monitoring abundance and diversity in soil soundscapes. *Ecological Indicators*, *169*, 112954.

Metcalf, O., Abrahams, C., Ashington, B., Baker, E., Bradfer-Lawrence, T., Browning, E., Carruthers-Jones, J., Darby, J., Dick, J., Eldridge, A., Elliot, D., Heath, B., Howden-Leach, P., Johnston, A., Lees, A., Meyer, C., Arana, U., R., & Smyth, S. (2023). Good practice guidelines for long-term ecoacoustic monitoring in the UK.

Michel, N. L., Whelan, C. J., & Verutes, G. M. (2020). Ecosystem services provided by Neotropical birds. *The Condor*, *122*(3), duaa022.

Nemeth, E. (2004). Measuring the sound pressure level of the song of the Screaming Piha *Lipaugus vociferans*: One of the loudest birds in the world? *Bioacoustics*, *14* (3), 225-228.

Norconk, M. A., Grafton, B. W., & Conklin-Brittain, N. L. (1998). Seed dispersal by Neotropical seed predators. *American Journal of Primatology*, *45*(1), 103-126.

Open Acoustic Devices (2023). AudioMoth USB Microphone 1.0.1 Datasheet. Disponível em: <https://github.com/OpenAcousticDevices/Datasheets/blob/main/AudioMoth_USB_Microphone_1_0_1_Datasheet/AudioMoth_USB_Microphone_1_0_1_Datasheet.pdf>. Acesso em: 21 de out. de 2024.

Pereira, P. M., Valsecchi, J., & Queiroz, H. (2019). Spatial patterns of primate hunting in riverine communities in Central Amazonia. *Oryx*, *53*(1), 165-173.

Phillips, Y. F., Towsey, M., & Roe, P. (2018). Revealing the ecological content of long-duration audio-recordings of the environment through clustering and visualisation. *PloS One*, *13*(3), e0193345.

Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecology*, *26*, 1213-1232.

Ramírez-Francel, L. A., García-Herrera, L. V., Losada-Prado, S., Reinoso-Flórez, G., Sánchez-Hernández, A., Estrada-Villegas, S., Lim, B. K., & Guevara, G. (2022). Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology*, *17*(1), 2-23.

Rappaport, D. I., Swain, A., Fagan, W. F., Dubayah, R., & Morton, D. C. (2022). Animal soundscapes reveal key markers of Amazon forest degradation from fire and logging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *119*(18), e2102878119.

Ribeiro Jr., J. W., Harmon, K., Leite, G. A., Melo, T. N., Lebien, J., & Campos-Cerqueira, M. (2022). Passive acoustic monitoring as a tool to investigate the spatial distribution of invasive alien species. *Remote Sensing*, *14*(8), 4565.

Santana, F. D., Baccaro, F. B., & Costa, F. R. C. (2016). Busy nights: high seed dispersal by crickets in a Neotropical forest. *The American Naturalist*, *188*(5), E126-E133.

Stouffer, P. C. (2020). Birds in fragmented Amazonian rainforest: Lessons from 40 years at the Biological Dynamics of Forest Fragments Project. *The Condor*, *122*(3), duaa005.

Sueur, J., Pavoine, S., Hamerlynck, O., & Duvail, S. (2008). Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. *PloS One*, *3*(12), e4065.

Sueur, J., Farina, A., Gasc, A., Pieretti, N., & Pavoine, S. (2014). Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation. *Acta Acustica United with Acustica*, *100*(4), 772-781.

Sugai, L. S. M., Desjonqueres, C., Silva, T. S. F., & Llusia, D. (2020). A roadmap for survey designs in terrestrial acoustic monitoring. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, *6*(3), 220-235.

Tucker, D., Gage, S. H., Williamson, I., & Fuller, S. (2014). Linking ecological condition and the soundscape in fragmented Australian forests. *Landscape Ecology*, *29*, 745-758.

Wildlife Acoustics 1. (2024). AudioMoth 1.2.0 VS Song Meter Micro 2. Disponível em: <https://www.wildlifeacoustics.com/products/micro-2-vs-audiomoth>. Acesso em: 21 de out. de 2024.

Wildlife Acoustics 2. (2024). Ultrasonic Microphone Plots of SM4Bat Recorder. Disponível em: <https://www.wildlifeacoustics.com/products/song-meter-sm4bat>. Acesso em: 21 de out. de 2024.

Williams, E. M., O'Donnell, C. F., & Armstrong, D. P. (2018). Cost-benefit analysis of acoustic recorders as a solution to sampling challenges experienced monitoring cryptic species. *Ecology and Evolution*, *8*(13), 6839-6848.

Submetido em: **30 de outubro de 2024**
Aprovado em: **22 de maio de 2025**
Publicado em: **15 de julho de 2025**

AUTORIA

Autor 1:
Nome: Tainara Venturini Sobroza
Breve currículo: Doutora em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
Instituição: Universidade Federal do Amazonas
E-mail: tv.sobroza@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4081-276X
País: Brasil

Autor 2:
Nome: Anderson Saldanha Bueno
Breve currículo: Doutor em Ciências Ambientais pela University of East Anglia.
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – *Campus* Júlio de Castilhos
E-mail: anderson.bueno@iffar.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7416-6626
País: Brasil

Autor 3:
Nome: Anaís Rebeca Prestes Rowedder
Breve currículo: Mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Bolsista de Pesquisa no Grupo de Ecologia de Vertebrados Terrestres, Instituto Mamirauá.
Instituição: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Instituto Mamirauá
E-mail: anaisrprestes@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2115-7034
País: Brasil

Autor 4:
Nome: Gabriel Salles Masseli
Breve currículo: Doutorando em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
Email: masselisp@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5762-758X
País: Brasil

Autor 5:
Nome: Giulliana Appel
Breve currículo: Doutora em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Pesquisadora Pós doutoranda do Instituto Tecnológico Vale.
Instituição: Instituto Tecnológico Vale – ITV
E-mail: giu.appel@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3073-1149
País: Brasil

Autor 6:
Nome: Gustavo de Melo Martins
Breve currículo: Mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
Instituição: Louisiana State University
E-mail: gustavo95melo@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3210-5814
País: Brasil

Autor 7:
Nome: Hevana S. Lima
Breve currículo: Doutora em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco, Pesquisadora do PPBio Semiárido RABECA.
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
E-mail: hevanaslima@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9425-2991
País: Brasil

Autor 8:
Nome: Igor Luís Kaefer
Breve Currículo: Professor Associado no Depto de Biologia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM).
Instituição: Universidade Federal do Amazonas
E-mail: kaeferigor@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6515-0278
País: Brasil

Autor 9:
Nome: João Vitor Chaves dos Santos
Breve currículo: Biólogo, mestrando em Conservação e Uso de Recursos Naturais (PPGReN), Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
Instituição: Universidade Federal de Rondônia
E-mail: tenoriojvc5@gmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2867-0404
País: Brasil

Autor 10

Nome : Jonathan Ramos Ribeiro
Breve currículo: Doutorando em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco
E-mail: jonathan.ramos@ufpe.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7346-9051
País: Brasil

Autor 11:
Nome: Lina Paola Acosta Rodriguez
Breve currículo: Bacharel em Ciências Biológicas - Ecologia e Biodiversidade pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), atualmente Mestranda no programa de Pós graduação em Conservação e Manejo de Recursos naturais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Pesquisadora do Laboratório de Ecologia de Metacomunidades.
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: lacost0729@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-5392-0601
País: Brasil

Autor 12:
Nome: Luciana Moraes Costa
Breve currículo: Bióloga, Doutora em Ecologia e Evolução pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, diretora executiva da empresa Piper 3D - Pesquisa, Educação e Consultoria Ambiental.
Instituição: Piper 3D - Pesquisa, Educação e Consultoria Ambiental
E-mail: costalucianam@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8080-4954
País: Brasil

Autor 13:
Nome: Luciano Nicolas Naka
Breve currículo: Professor Associado no Departamento de Zoologia e Curador da Coleção de Aves da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestrado em Ecologia Tropical pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e doutorado em Ecologia, Sistemática e Evolução pela Louisiana State University (EUA). Já atuou como professor visitante nas universidades de Harvard (EUA) e James Cook (Australia).

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
E-mail: luciano.naka@ufpe.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7716-3401
País: Brasil

Autor 14:
Nome: Maria Alice S. Alves
Breve Currículo: Ph.D, Professora Titular do Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).
Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro
E-mail: masaalves19@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0622-270X
País: Brasil

Autor 15:
Nome: Neucir Szinwelski
Breve currículo: Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa, Professor associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: neucir.szinwelski@unioeste.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4049-3121
País: Brasil

Autor 16:
Nome: Paulo Estefano Dineli Bobrowiec
Breve currículo: Pesquisador pós-doutorando pelo Instituto Tecnológico Vale (ITV) e docente do Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva do INPA, doutor pelo Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia do INPA e Biólogo formado em licenciatura e bacharelado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
E-mail: paulobobro@gmail.com
ID lattes: http://lattes.cnpq.br/2401311988343812
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-8945-6105
País: Brasil

Autor 17:
Nome: Rafael Saint Clair
Breve currículo: Mestrado em Ecologia e Evolução pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).
Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro
E-mail: rafael.s.saintclair@gmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5846-4500
País: Brasil

Autor 18:
Nome: Renato Daniel Senden
Breve currículo: Mestrado em Ecologia e Evolução pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Bolsista DTI-B no programa PPBio Mata Atlântica.
Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro
E-mail: renatosenden@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0658-6770
País: Brasil

Autor 19:
Nome: Sâmia Letícia Reolon da Cruz
Breve currículo: Mestre em Biodiversidade Animal pela Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista DTI do PPBIO Ecossistemas
Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
E-mail: samiac16@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6244-035X
País: Brasil

Autor 20:
Nome: Tomaz Nascimento de Melo
Breve currículo: Doutor em Zoologia pela Universidade Federal do Amazonas, Cientista de Biodiversidade na companhia WildMon.
Instituição: WildMon (wildmon.ai)
E-mail: tomazramphotrigon@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1525-5957
País: Brasil

Autor 21:
Nome: Thiago Bicudo
Breve currículo: Doutor em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Ecólogo Quantitativo na WildMon, Pesquisador associado do Grupo de Pesquisa em Ecologia de Vertebrados Terrestres, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
Instituição: WildMon
E-mail: bicudotks@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7868-6696
País: Brasil