



# Biodiversidade Brasileira

Revista Científica

Ano 14 – Número 3 – 2024

ISSN 2236 2886

## Fluxo Contínuo e Edição Temática: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos

### Editores ICMBio:

Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade  
Marcos de Souza Fialho  
Elildo Alves Ribeiro de Carvalho Junior  
Gerson Buss  
Cecilia Cronemberger de Faria  
Willian Ricardo da Silva Fernandes  
Carla Natacha Marcolino Polaz  
Raone Beltrão-Mendes  
Norah Costa Gamarra

### Editores Fluxo Contínuo:

Onildo João Marini Filho  
Fernanda Oliveto





v. 14 n. 3 (2024)

## **Fluxo Contínuo e Edição Temática: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos**

---

- 1-20 Diagnóstico sobre participação e dificuldades de remuneração de monitores comunitários do Programa Monitora na Amazônia Brasileira
- 21-35 Participação social no monitoramento da biodiversidade em Carajás: perfil socioeconômico, análise de percepção e relatos de experiências
- 36-50 Breeding dynamics and population trend in the largest colony of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) in the South Atlantic
- 51-70 Áreas de dispersão e recrutamento de larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, nos Manguezais Paranaenses
- 71-104 Aves da Reserva Biológica do Gurupi: implementação de protocolo avançado de monitoramento e atualizações
- 105-120 Programa Monitora e a amostragem em contraste: narrativas da implementação em uma floresta nacional na Amazônia
- 121-144 Avaliação das estratégias de capacitação para o monitoramento da biodiversidade em unidades de conservação
- 145-162 A contribuição de Carajás na formação de monitores e pontos focais do Programa Monitora
- 163-176 Tendências populacionais de vertebrados de médio e grande porte em áreas protegidas da Amazônia brasileira
- 

### **Fluxo contínuo**

- 1-6 First record of *Tonatia bidens* bats foraging on moss
- 7-18 Ciência cidadã aplicada à conservação de uma espécie ameaçada: o caso do papagaio-de-peito-roxo
- 19-31 O que os planos de manejo integrado do fogo informam sobre a gestão do fogo no Cerrado?
- 32-50 Áreas úmidas nas unidades de conservação do Cerrado: subsídios para a gestão
- 51-67 Avaliação de áreas para criação de unidade de conservação em região de transição de Cerrado e Mata Atlântica, centro sul de Minas Gerais, Brasil





v. 14 n. 3 (2024)

## Fluxo Contínuo e Edição Temática: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos

### Editor-chefe

*Onildo João Marini Filho*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

### Coeditora-chefe

*Cecília Cronemberger de Faria*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

### Editora-assistente

*Fernanda Oliveto*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

### Conselho editorial

*Onildo João Marini Filho*

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Restauração Ecológica (CBC), editor-chefe

*Cecília Cronemberger de Faria*

Coordenação-Geral de Pesquisa e Monitoramento da Biodiversidade (CGPEQ/DIBIO), coeditora-chefe

*Daniel Luis Zanella Kantek*

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos (CMA)

*Rosenil Dias de Oliveira*

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais (CNPT/AC)

*Roberta Aguiar dos Santos*

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul (CEPSUL)

*Celso Sanchez*

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

*Fábio Scarano*

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

*Jacques Hubert Charles Delabie*

Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

*Marlúcia Bonifácio Martins*

Museu Paraense Emílio Goeldi

### Comitê Temático

#### Conservação e manejo de unidades de conservação

*Anderson Alves Santos*

Instituto Federal Minas Gerais (IFMG)- campus Formiga

*Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco*

Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE)

*Daniel Medina Corrêa Santos*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

*Demétrio Luis Guadagnin*

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

*Diógenes Félix da Silva Costa*

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

*Fernanda Loffler Niemeyer Attademo*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

*Guilherme Cândido de Campos Tebet*

Observatório de Áreas Protegida (OBSERVA- UFSC)

*Lucas Cunha Ximenes*

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

*Pollyanna Coêlho de Sousa*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

#### Gestão e uso sustentável

*Carlos Eduardo Silveira da Silva*

Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia (PCTSul)

*Diego Maia Zacardi*

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

*Diesse Aparecida de Oliveira Sereia*

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

*Jairo Fernando Pereira Linhares*

Pesquisador independente

*Norah Costa Gamarra*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

*Paula Soares Pinheiro*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

*Shirley Cintra Portela de Sá Peixoto*

Universidade Federal do Tocantins (UFT)

*Suelma Ribeiro Silva*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

#### Biodiversidade e espécies ameaçadas

*Alexander Roldán Arévalo Sandi*

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

*Felipe Santana Machado*

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

*Livia de Moura Oliveira Corassari*

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)



**Marilene Vasconcelos da Silva Brazil**

Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Acre (SEMA/AC)

**Matheus Gonçalves dos Reis**

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (INAU)

**Raone Beltrão-Mendes**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Ricardo Eduardo Vicente**

Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP)

**Welber Senteio Smith**

Universidade Paulista (UNIP)

**Yulie Shimano Feitoza**

Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP)

**Fiscalização e proteção****Daniela Teodoro Sampaio**

Instituto Bicho D'água: Conservação Socioambiental (IBD)

**Henrique Leão Teixeira Zaluar**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Rodrigo Cambará Printes**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Editores convidados****Daniel Kantek**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Keila Rego Mendes**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Editor de layout****Denys Márcio de Sousa**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Revisoras de textos em Língua Portuguesa****Fernanda Oliveto**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Aline Soares Passos**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Estagiária da revista****Mariana Soares Aragão Miranda**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Avaliadores da edição****Alex Garcia Cavalleiro de Macedo Klautau**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Ana Carolina Pont**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

**Ana Cristyna Reis Lacerda**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Andrei Langeloh Roos**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Angélica Vilas Boas Frota**

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

**Cecília Cronemberger de Faria**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Cláudia Silva Barbosa**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Denis Domingues**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Erich Arnold Fischer**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

**Fabiano Gumier Costa**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Felipe Santana Machado**

Escola Estadual Professora Celina De Rezende Vilela

**Guilherme Sousa da Silva**

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

**Ivan Braga Campos**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Karla Mayara Almada Gomes**

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

**Laura Shizue Moriga Masuda**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Leandro Bugoni**

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

**Milton José de Paula**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

**Otávio Augusto Pereira Leão Vulcão**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

**Patrícia Americano Costa**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Patrícia Luciano Mancini**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

**Rodrigo Moraes**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Selma Cristina Ribeiro**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

**Sheina Koffler**

Universidade de São Paulo (USP)

**Thiago Orsi Laranjeiras**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)





## Diagnóstico sobre participação e dificuldades de remuneração de monitores comunitários do Programa Monitora na Amazônia Brasileira

Jessica dos Anjos Oliveira<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-1243-6576>

\* Contato principal

Elildo Alves Ribeiro de Carvalho-Jr<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4356-2954>

Thalinne Mafra Aquino de Moraes<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0004-3259-0727>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada Terra do Meio/NGI Terra do Meio, Altamira/PA, Brasil. <jessica.oliveira@icmbio.gov.br, thalinne.morais@icmbio.gov.br>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros/CENAP, Atibaia/SP, Brasil. <elildo.carvalho-junior@icmbio.gov.br>.

Recebido em 08/01/2024 – Aceito em 19/07/2024

### Como citar:

Oliveira JA, Carvalho-Jr EAR, Moraes TMA. Diagnóstico sobre participação e dificuldades de remuneração de monitores comunitários do Programa Monitora na Amazônia Brasileira. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 1-20. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2516

**Palavras-chave:** Monitoramento da biodiversidade; participação social; unidades de conservação; pagamento por serviços ambientais.

**RESUMO** – O envolvimento de populações tradicionais/locais residentes ou próximas de unidades de conservação (UCs) é um princípio do Programa Monitora, iniciativa nacional de monitoramento da biodiversidade, mas depende de remuneração apropriada. O Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa), maior financiador do Monitora, tem arranjo robusto e inovador, porém possui modalidades de execução financeira que dificultam a operacionalização pelos gestores, como a falta de mecanismo apropriado de pagamento de monitores comunitários nas UCs da Terra do Meio (Altamira, Pará). Para caracterizar os monitores e qualificar se as dificuldades encontradas na região são compartilhadas por outras UCs amazônicas implementando o Monitora, realizou-se um diagnóstico baseado no conhecimento dos gestores. Enviamos um questionário sobre recursos financeiros, perfil dos monitores, formas de pagamento dos comunitários e desafios na realização de pagamentos, que foi respondido por gestores de 94% das UCs federais amazônicas executando o Monitora. O diagnóstico revelou que comunitários representam mais da metade dos monitores para 38% das UCs. Para 81% das UCs foi reportado recebimento de benefícios sociais pelos monitores, que podem ser suspensos após contratação pontual com serviço de autônomo (indicado para pagamentos via Arpa). Os gestores relataram desvantagens desse mecanismo, sendo que para 58% das UCs foi reportada dificuldade de realizar pagamentos. Gestores de 67% das UCs consideram que a viabilidade do Monitora pode ser comprometida devido à dificuldade de pagamento dos comunitários. Esses resultados devem ser usados para buscar soluções, como auxílio ou bolsa para remunerar monitores, e auxiliar para que um aspecto operacional não comprometa a execução do Monitora.



## Diagnosis on participation and remuneration challenges of local monitors of the Monitora Program in the Brazilian Amazon

**Keywords:** Biodiversity monitoring; social participation; conservation units; payment for environmental services.

**ABSTRACT** – The involvement of traditional/local populations residing in or close to conservation units (CUs) is a principle of the Monitora Program, a national biodiversity monitoring initiative, but depends on appropriate remuneration. The Amazon Protected Areas Program (Arpa), Monitora's largest financier, has a robust and innovative arrangement, but has financial modalities that hampers execution of resources by managers, for example the lack of an appropriate payment mechanism for community monitors in the CUs of Terra do Meio (Altamira, Pará, Brazil). To characterize the monitors and qualify whether the difficulties encountered in the region are shared by other Amazon CUs implementing Monitora, we made a diagnosis based on the managers' knowledge. We sent a questionnaire with questions about financial resources, profile of monitors, payment methods for community monitors and challenges in making payments, which was answered by managers from 94% of the Amazonian federal CUs implementing Monitora. The diagnosis revealed that community members represent more than half of the monitors for 38% of CUs. For 81% of CUs, monitors receive social benefits, which can be suspended because of contracting with "autônomo" service (mechanism recommended for payments via Arpa). Managers reported disadvantages of this mechanism, with 58% of CUs reporting difficulty in making payments. Managers of 67% of CUs consider that Monitora's viability could be compromised due to the challenges in paying community monitors. These results must be used to seek solutions, such as assistance or grants to pay monitors, thus preventing an operational aspect from compromising the execution of Monitora Program.

## Diagnóstico de las dificultades de participación y remuneración de los monitores comunitarios del Programa Monitora en la Amazonía Brasileña

**Palabras clave:** Monitoreo de la biodiversidad; participación social; unidades de conservación; pago por servicios ambientales.

**RESUMEN** – La participación de poblaciones tradicionales/locales residentes cerca o adentro de unidades de conservación (UCs) es un principio del Programa Monitora, una iniciativa nacional de monitoreo de la biodiversidad, pero depende de remuneración adecuada. El Programa Áreas Protegidas da Amazonia (Arpa), el mayor financista de Monitora, tiene una estructura robusta y innovadora, pero tiene modalidades financieras que dificultan la ejecución de los recursos por los administradores, por ejemplo, falta un mecanismo de pago adecuado para los monitores comunitarios en las UCs de Terra do Meio (Altamira/PA, Brasil). Para caracterizar a los monitores y calificar si las dificultades encontradas son compartidas por otras UCs amazónicas que implementan Monitora, realizamos un diagnóstico. Enviamos un cuestionario con preguntas sobre recursos financieros, perfil de los monitores, métodos y desafíos para realizar los pagos, el cual fue respondido por administradores del 94% de las UCs federales amazónicas que implementan Monitora. Monitores comunitarios representan más de la mitad de los monitores en 38% de las UCs. Para el 81% de las UCs, los monitores reciben beneficios sociales, que pueden ser suspendidos por contratación como autónomos (mecanismo recomendado para pagos vía Arpa). Administradores reportaron desventajas del mecanismo y para 58% de las UCs informaron dificultades para realizar los pagos. Administradores del 67% de las UCs consideran que la viabilidad de Monitora podría verse comprometida debido a los desafíos para pagar a los monitores comunitarios. Esos resultados deben subvencionar soluciones, como asistencia o beca de investigación para pagar a los monitores, evitando que un aspecto operativo comprometa el Monitora.

## Introdução

O monitoramento ecológico é uma importante ferramenta para gerar informações baseadas em evidências, que podem subsidiar estratégias de manejo dos recursos naturais e de conservação de espécies[1]. Programas de monitoramento de longa duração são especialmente relevantes em unidades de conservação (UCs), áreas protegidas que agem como barreiras contra o avanço do desmatamento e frequentemente sofrem com pressões externas[2] [3]. Apesar de atuarem como obstáculos para a degradação de ambientes tropicais, as áreas protegidas variam em sua efetividade para conservar a biodiversidade[3][4][5]. Para detectar ameaças às populações naturais e acompanhar a efetividade das UCs em sua missão de preservação, é necessário desenvolver programas de monitoramento da biodiversidade *in situ* que se mantenham ao longo do tempo, com indicadores que levem em consideração interesses locais e globais[5][6][7].

O sucesso na implementação de programas de monitoramento da biodiversidade em países em desenvolvimento parece estar condicionado ao envolvimento de comunidades locais nos trabalhos[8][9][10], seja pela possibilidade de manutenção a longo prazo (já que essas pessoas vivem na área), seja pela redução de custos (menos gastos com deslocamentos de pessoas de fora ou com pesquisadores especialistas) [6] ou seja porque elas também fazem o uso dos recursos naturais. A participação comunitária é essencial para garantir três pilares da conservação: o provimento de informações sobre as tendências da biodiversidade, o empoderamento das comunidades locais e a implementação efetiva de ações de manejo[10].

O Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora[11][12] é um programa institucional do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de longa duração, com objetivo de monitorar o estado da biodiversidade e serviços ecossistêmicos associados das UCs para subsidiar a avaliação da efetividade destas, a adaptação às mudanças climáticas, o manejo da biodiversidade e as estratégias para conservação de espécies ameaçadas e controle de espécies exóticas invasoras no país. Dentre as diretrizes do Monitora estão o estímulo ao monitoramento participativo nas várias etapas do programa e o fortalecimento do protagonismo de comunidades locais no manejo e no uso dos recursos naturais em conjunto com a gestão das UCs[7][12]. As UCs federais da Amazônia

representam 61% das UCs federais que implementam o Monitora (69 de 113), demonstrando a relevância da região para o programa[13]. Essa ampla participação das UCs amazônicas está associada ao fato de que o Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa), que apoia UCs do bioma, tem sido a principal fonte de financiamento do Programa Monitora[7].

O Programa Arpa, criado em 2002, é considerado o maior programa de conservação de florestas tropicais do planeta[14], sendo coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e gerenciado financeiramente pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio). A partir de doações de múltiplas fontes, o programa assegura recursos financeiros para apoiar as UCs em atividades de fiscalização, consolidação territorial, formação de conselhos, monitoramento e outras ações necessárias. Desde sua criação, o Arpa apoia estratégias de fortalecimento comunitário e de uso sustentável dos recursos naturais por comunidades locais usuárias e beneficiárias de UCs, baseado em seu princípio fundamental de gestão descentralizada e participativa[15]. Em sua terceira fase, o Arpa objetiva completar ou manter a consolidação das 120 UCs participantes segundo 15 marcos referenciais estabelecidos, que vinculam cada atividade desenvolvida pelos gestores das UCs com metas estabelecidas para o programa. Um dos marcos referenciais é o monitoramento, cuja meta para UCs de Grau I é a implementação de protocolos básicos de monitoramento da biodiversidade, uso de recursos ou integridade da paisagem[16]. Para o monitoramento da biodiversidade em UCs de Grau II, deve ser garantida a implementação de protocolos oficiais aprovados pelo Programa Arpa. Os conjuntos de alvos e protocolos do Programa Monitora foram estabelecidos pelo Arpa como os oficiais para atingimento do marco referencial de monitoramento pelas UCs apoiadas[17].

Cerca de metade das UCs federais amazônicas implementando o Programa Monitora são de uso sustentável que, em sua maioria, permitem ou foram criadas para a permanência de populações tradicionais locais (florestas nacionais, reservas extrativistas e reservas de desenvolvimento sustentável). As demais são UCs de proteção integral, que na Amazônia frequentemente possuem interface com populações tradicionais, seja por sobreposição com terras indígenas e territórios quilombolas ou pela presença de comunidades ribeirinhas, indígenas e quilombolas no interior ou entorno destas UCs[18]. Comunidades tradicionais residentes no interior e

entorno de áreas protegidas da Amazônia possuem conhecimentos sobre animais, plantas e ecossistemas locais que se revelam precisos e fundamentais para implementar o monitoramento da biodiversidade[19][20][21]. Por isso, é necessário reconhecer as contribuições dos agentes comunitários envolvidos no monitoramento, inclusive remunerando-os adequadamente pelo serviço especializado que prestam e por se ausentarem de suas atividades produtivas cotidianas para contribuir com uma agenda estratégica para a gestão territorial (22). Entretanto, o engajamento de comunidades locais e o financiamento constituem alguns dos desafios a serem superados por experiências de monitoramento participativo na Amazônia Brasileira para alcançar o sucesso nos objetivos de conservação[10][23].

Apesar de normalmente não sofrerem com falta de recursos financeiros para realização de atividades como outros gestores de UCs amazônicas[23], gestores de UCs que fazem parte do Programa Arpa enfrentam dificuldades com mecanismos de execução financeira disponibilizados pelo Funbio, o que compromete a operacionalização desse recurso [24]. As dificuldades com mecanismos burocráticos e operacionais para execução dos recursos financeiros do Arpa, que por vezes não são adequados à realidade amazônica, resultam em questões como o atraso na aquisição de equipamentos e na contratação de serviços[25]. No âmbito do monitoramento, o principal mecanismo para remuneração de monitores comunitários disponibilizado pelo Funbio é o serviço de autônomo, uma contratação de pessoa física para serviços pontuais que atende às exigências do Sistema de Escrituração Digital das Obrigações Fiscais, Previdenciárias e Trabalhistas (eSocial) [26]. O eSocial é um sistema que unifica e padroniza a comunicação e os registros de cumprimento de obrigações trabalhistas, fiscais e previdenciárias. Na prática, a modalidade de contratação de autônomo requer aprovação prévia pelo Funbio, com definição dos prestadores, do preço do serviço e do período, sem possibilidade de alteração de valor ou datas. O prestador de serviço deve possuir conta bancária como titular e não devem ser feitas contratações recorrentes da mesma pessoa. Ainda, contratações pontuais como autônomo podem culminar na suspensão de benefícios sociais recebidos pelo prestador, como Bolsa Família ou Seguro Defeso[26]. Além do serviço de autônomo, há a possibilidade de contratação de serviços prestados por pessoa jurídica (empresa) para pagamento dos monitores, o que depende de empresas aptas na região ou dos monitores possuírem CNPJ/MEI. Fundamentalmente, a contratação de

pessoa jurídica culminaria na mesma possibilidade de perda de benefícios sociais pelos prestadores, já que a subcontratação dos monitores pelas empresas deve seguir a legislação trabalhista preconizada pelo Programa Arpa. Uma terceira alternativa, caso haja deslocamento desses monitores entre municípios distintos para o monitoramento, seria a participação voluntária deles, com pagamento de diárias (como “colaborador eventual”) para custear deslocamento, alimentação e hospedagem do monitor durante a atividade, sem, portanto, considerar sua participação como uma prestação de serviço[26].

O Núcleo de Gestão Integrada (NGI) ICMBio Terra do Meio faz a gestão de cinco UCs participantes do Arpa em Altamira/PA: Estação Ecológica da Terra do Meio, Parque Nacional da Serra do Pardo, Reserva Extrativista (Resex) Rio Iriri, Resex Rio Xingu e Resex Riozinho do Anfrísio. Nessa região o pagamento de monitores comunitários que atuam no Programa Monitora tem sido um desafio desde o início dos trabalhos, em 2014[27]. A partir da implementação do serviço de autônomo com o eSocial como mecanismo padrão de remuneração dos monitores, tornou-se inviável a execução do recurso para esse fim, sendo necessário recorrer ao apoio de instituições parceiras para realizar os pagamentos. Isso porque nessa região os monitores locais são ribeirinhos pescadores e extrativistas residentes nas UCs, que vivem em localidades derivadas das colocações da época do ciclo da borracha, distantes da cidade mais próxima entre 350 e 600 km de Altamira via fluvial por rios de baixa navegabilidade[28]. Em sua maioria, esses monitores possuem dificuldades de documentação e de comunicação (alguns se comunicam apenas via rádio), recebem benefícios sociais governamentais (Bolsa Família e/ou Seguro Defeso) e precisam ser remunerados ao atuar no monitoramento, pois se ausentam de suas atividades produtivas principais como roça, pesca, coleta de castanha e outros produtos florestais[29]. Com isso, os mecanismos disponibilizados pelo Funbio para pagamento destes monitores não podem ser utilizados, principalmente devido à possibilidade de perda de benefícios sociais, mas também devido à ausência de contas bancárias como titulares e à baixa frequência com que essas pessoas vão à cidade. No entanto, a participação dos comunitários no monitoramento é essencial devido à legitimidade de seu envolvimento desde o início e à contribuição com seus conhecimentos[21]. Assim, a continuidade do Monitora nessas UCs está ameaçada e, hoje, depende de parceiros, que pagam os monitores comunitários com recursos de projeto de monitoramento integrado

(com prazo para acabar), que prevê remuneração deles por meio das associações de moradores, como forma de “indenização” por ausência de suas atividades cotidianas para apoio ao projeto.

Apesar de a realidade de implementação do Programa Monitora em cada UC ser distinta, é possível que haja semelhança no perfil de monitores atuando na Amazônia e que outros gestores de UCs do bioma compartilhem as dificuldades de execução financeira encontradas pela equipe gestora do NGI Terra do Meio. Entretanto, não há dados quantificando nem qualificando as dificuldades impostas por mecanismos de pagamento de monitores de comunidades tradicionais (referidos a partir daqui como “monitores comunitários”). Para contribuir com essa questão, fizemos um diagnóstico sobre: (I) a participação de monitores comunitários no Monitora; (II) o perfil destes monitores; e (III) os desafios relacionados a mecanismos de pagamento destas pessoas usando recursos do Programa Arpa. O diagnóstico foi desenvolvido com base no conhecimento dos pontos focais do Monitora e/ou gestores das UCs federais amazônicas que implementam o programa.

## Material e Métodos

O Programa Monitora é estruturado em três subprogramas, de acordo com os tipos de ambientes abrangidos: Terrestre, Aquático Continental e Marinho e Costeiro. Cada subprograma possui diferentes ecossistemas relacionados, denominados componentes, contendo seus respectivos alvos de monitoramento, que podem ser grupos taxonômicos, grupos funcionais, formas de vida, sistemas ou processos ecológicos ou *habitat* (Figura 1). Independente do subprograma, os protocolos básicos e os desenhos amostrais para monitoramento dos alvos são desenvolvidos para serem simples, de baixo custo, de forma a permitir continuidade ao longo do tempo e a participação de pessoas com qualquer nível educacional, incluindo pessoas analfabetas que possuam grande conhecimento ecológico local [7], como é o caso dos monitores comunitários. Das 129 unidades de conservação federais amazônicas, 69 implementam o Programa Monitora (Figura 2), estando 61 em operação, cinco em implantação e três inoperantes. Nessas UCs, são monitorados alvos dos três subprogramas.

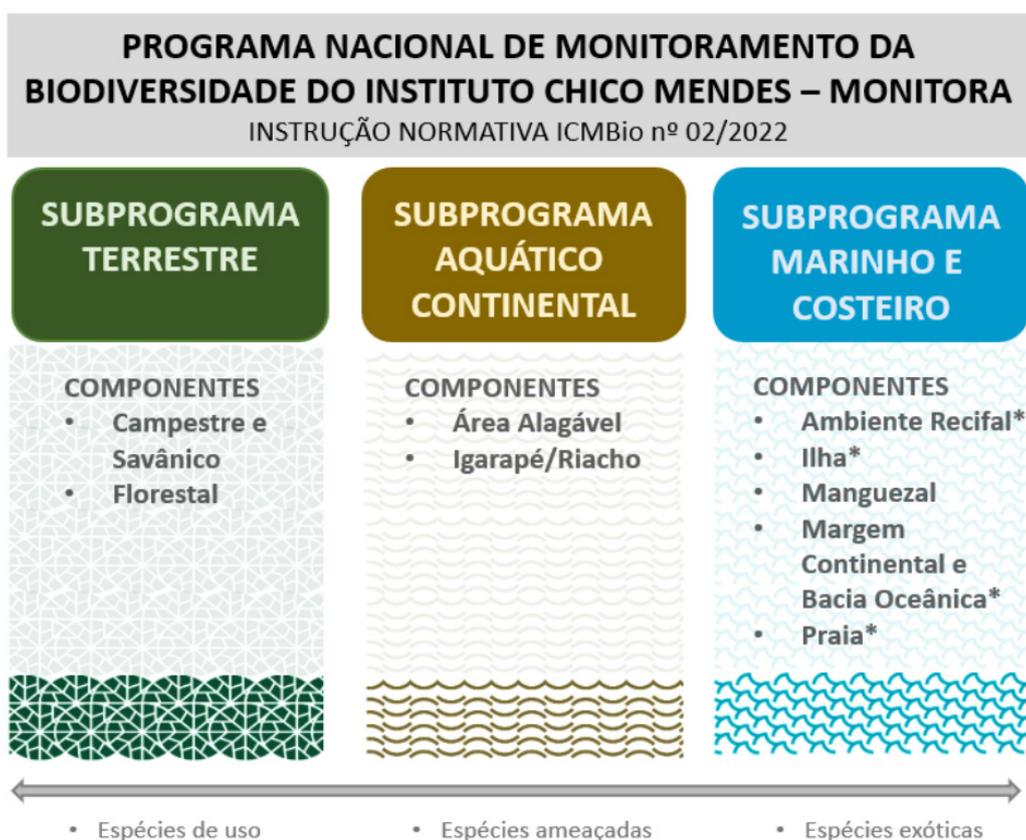


Figura 1 – Estrutura do Programa Monitora. Atualizado em dezembro de 2022. “\*”: em fase de estruturação (seleção de alvos, indicadores e elaboração dos protocolos de monitoramento). Fonte: Guia de Implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade [30].

Entre os meses de setembro e dezembro de 2023, enviamos um questionário aos responsáveis pela implementação do Programa Monitora (pontos focais e gestores) em cada unidade de conservação federal amazônica que participa do programa. Além dos e-mails, foram feitos contatos por meio de conversas via plataforma Teams e aplicativo *Whatsapp*, o que aumentou consideravelmente a proporção de respostas ao questionário. O questionário continha perguntas sobre as fontes de recursos financeiros para o Monitora, o perfil dos monitores que atuam nas UCs e, para aquelas apoiadas pelo Programa Arpa, formas de pagamento dos monitores comunitários e desafios enfrentados pelos gestores para realizar tais pagamentos. O questionário completo, que foi enviado aos pontos focais/gestores, está apresentado no Anexo 1.

As respostas foram anonimizadas de forma a manter o sigilo e preservar a identidade dos pontos focais e gestores que responderam ao questionário. A partir das respostas ao questionário, calculamos os percentuais de respostas para as perguntas objetivas e apresentamos os resultados em gráficos e sínteses descritivas.

## Resultados e Discussão

Ao todo, 43 pontos focais do Monitora e/ou gestores de UCs responderam ao questionário para 65 UCs federais, o que corresponde a 94% (65 de 69) das UCs federais amazônicas que fazem parte do Programa Monitora (Figura 2; Tabela 1).

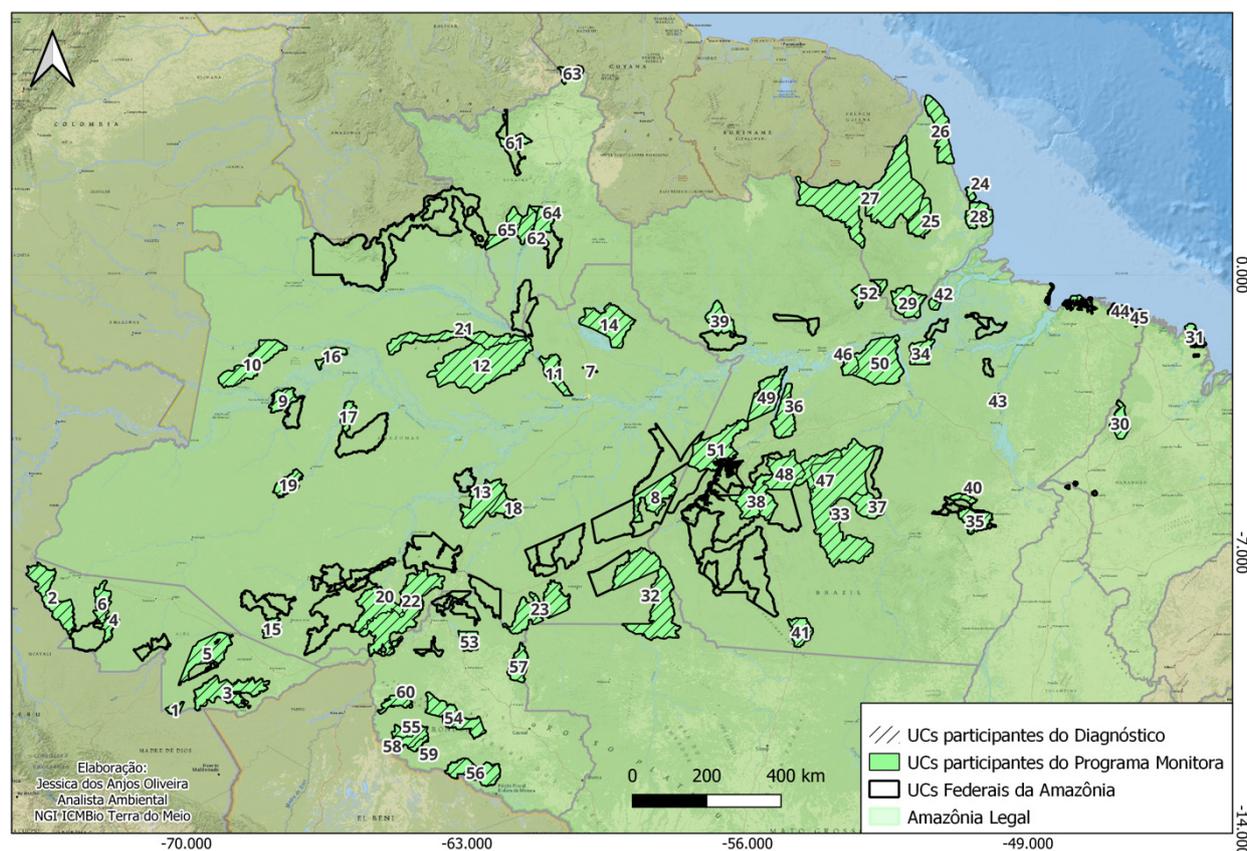


Figura 2 – Mapa localizando as unidades de conservação (UCs) federais amazônicas, com destaque às que implementam o Monitora e, destas, as que participaram do diagnóstico. Os números indicam o nome da UC na Tabela 1.

Tabela 1 – Lista das unidades de conservação federais amazônicas que implementam o Programa Monitora e participaram do diagnóstico.

	<b>Unidade de conservação</b>	<b>Estado</b>
1	Estação Ecológica do Rio Acre	AC
2	Parque Nacional da Serra do Divisor	AC
3	Reserva Extrativista Chico Mendes	AC
4	Reserva Extrativista do Alto Tarauacá	AC
5	Reserva Extrativista do Cazumbá-Iracema	AC
6	Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade	AC
7	Área de Relevante Interesse Ecológico Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais	AM
8	Estação Ecológica Alto Maués	AM
9	Estação Ecológica de Jutai-Solimões	AM
10	Estação Ecológica Juami-Japurá	AM
11	Parque Nacional de Anavilhanas	AM
12	Parque Nacional do Jaú	AM
13	Parque Nacional Nascentes do Lago Jari	AM
14	Reserva Biológica do Uatumã	AM
15	Reserva Extrativista Arapixi	AM
16	Reserva Extrativista Auati-Paraná	AM
17	Reserva Extrativista do Baixo Juruá	AM
18	Reserva Extrativista do Lago do Capanã Grande	AM
19	Reserva Extrativista do Médio Juruá	AM
20	Reserva Extrativista Ituxi	AM
21	Reserva Extrativista Rio Unini	AM
22	Parque Nacional Matinguari	AM/RO
23	Parque Nacional dos Campos Amazônicos	AM/RO/MT
24	Estação Ecológica de Maracá-Jipioca	AP
25	Floresta Nacional do Amapá	AP
26	Parque Nacional do Cabo Orange	AP
27	Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque	AP
28	Reserva Biológica do Lago de Piratuba	AP
29	Reserva Extrativista do Rio Cajari	AP
30	Reserva Biológica do Gurupi	MA
31	Reserva Extrativista de Cururupu	MA
32	Parque Nacional do Juruena	MT/AM

33	Estação Ecológica da Terra do Meio	PA
34	Floresta Nacional Caxiuanã	PA
35	Floresta Nacional de Carajás	PA
36	Floresta Nacional do Tapajós	PA
37	Parque Nacional da Serra do Pardo	PA
38	Parque Nacional do Jamanxim	PA
39	Reserva Biológica do Rio Trombetas	PA
40	Reserva Biológica do Tapirapé	PA
41	Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo	PA
42	Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Itatupã-Baquiá	PA
43	Reserva Extrativista Ipaú-Anilzinho	PA
44	Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu	PA
45	Reserva Extrativista Marinha de Gurupi-Piriá	PA
46	Reserva Extrativista Renascer	PA
47	Reserva Extrativista Rio Iriri	PA
48	Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio	PA
49	Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns	PA
50	Reserva Extrativista Verde para Sempre	PA
51	Parque Nacional da Amazônia	PA/AM
52	Estação Ecológica do Jari	PA/AP
53	Floresta Nacional do Jamari	RO
54	Parque Nacional Pacaás Novos	RO
55	Parque Nacional Serra da Cutia	RO
56	Reserva Biológica do Guaporé	RO
57	Reserva Biológica do Jaru	RO
58	Reserva Extrativista Barreiro das Antas	RO
59	Reserva Extrativista do Rio Cautário	RO
60	Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto	RO
61	Estação Ecológica de Maracá	RR
62	Estação Ecológica Niquiá	RR
63	Parque Nacional do Monte Roraima	RR
64	Parque Nacional do Viruá	RR
65	Parque Nacional Serra da Mocidade	RR

## Sobre os monitores do Programa Monitora

Com relação aos monitores que atuam no Programa Monitora nas UCs objetos do diagnóstico, fica claro que a maioria das UCs tem um arranjo que combina diferentes perfis de monitores executando o monitoramento (Figura 3a). Agentes Temporários Ambientais (ATAs) do ICMBio atuam como monitores em 82% das UCs que participaram do questionário, demonstrando a relevância desses servidores na execução do programa. Servidores efetivos (técnicos e analistas ambientais do ICMBio) são monitores em 72% e brigadistas em 29% das UCs. Alunos de universidades participam como monitores em 32% das UCs e pesquisadores em 31%. Voluntários do Programa de Voluntariado do ICMBio atuam como monitores em 18% das UCs. Finalmente, comunitários residentes nas UCs (ribeirinho, indígena ou outra população tradicional) atuam como monitores em 58% das UCs que responderam, enquanto comunitários do entorno atuam em 31% das UCs (Figura 3a).

Em termos numéricos, em 45% das UCs federais que implementam o Monitora na Amazônia há entre cinco e 10 monitores comunitários (residentes ou do entorno) atuando, enquanto para 23% das UCs são mais de 15 monitores (Figura 3b). Em termos percentuais, os monitores comunitários representam entre 25 e 50% dos monitores que atuam no Monitora em 20 UCs; entre 50% e 75% dos monitores em oito UCs; e mais de 75% dos monitores em 17 UCs (Figura 3c). Conclui-se que, na Amazônia, a execução do Monitora conta hoje com porcentagem significativa de comunitários do interior ou entorno de UCs em sua equipe de monitores, já que para 69% das UCs que participaram do diagnóstico os comunitários representam pelo menos um quarto dos monitores e para 38% das UCs eles representam mais da metade dos monitores.

O detalhamento do perfil dos monitores comunitários a seguir (Figura 3d-g) levou em consideração as respostas de pontos focais de 54 UCs, que responderam contar com monitores comunitários na execução do Programa Monitora.

Com relação à escolaridade dos monitores comunitários, em quase 50% das UCs que contam com esse perfil de monitor o ponto focal/gestor declarou que a maioria dos monitores comunitários possui ensino fundamental incompleto ou completo. Em 29% das UCs, a maioria dos monitores

comunitários possui ensino médio completo. Em 11% das UCs, a maioria dos monitores é analfabeta ou possui ensino fundamental incompleto e em apenas 2% das UCs a maioria dos monitores comunitários possui ensino superior incompleto ou completo (Figura 3d).

Quanto a dificuldades de documentação (ex: não possuir RG/CPF, conta bancária ou PIS/PASEP), pontos focais de oito UCs responderam que a maioria dos monitores comunitários apresentam tais dificuldades, enquanto em 19 UCs foi marcado que alguns dos monitores apresentam dificuldades documentais. Com isso, em 50% das UCs federais amazônicas que implementam o Monitora e contam com monitores comunitários para sua execução, pelo menos uma parte destes monitores comunitários apresentam dificuldades com documentação básica necessária à contratação como pessoa física (autônomo) (Figura 3e).

Sobre benefícios sociais governamentais como Bolsa Família ou Seguro Defeso, foi respondido que há recebimento de tais benefícios pela maioria dos monitores comunitários atuando em 50% das UCs federais amazônicas que implementam o Monitora e contam com monitores comunitários para sua execução (Figura 3f). Além disso, para 31% das UCs é reportado que pelo menos alguns dos monitores comunitários recebem tais benefícios (Figura 3f).

Em relação a dificuldades de acesso (ou alguma outra limitação para frequentar) à cidade mais próxima por parte dos monitores comunitários, pontos focais de 37% das UCs reportaram que há dificuldades, sendo que os monitores não costumam ir à cidade ou vão poucas vezes ao ano (Figura 3g). Ainda, para 50% das UCs os pontos focais responderam que há dificuldades em parte, mas que os monitores comunitários costumam ir à cidade todo mês (Figura 3g). Apenas para 7% das UCs foi respondido que não há dificuldades de acesso, pois os monitores comunitários moram próximo à cidade (Figura 3g).

Para pontos focais de 63% das UCs federais amazônicas, a participação de monitores comunitários na execução do Monitora é considerada muito importante (os pontos focais escolheram um valor em uma escala de 1 a 5, no qual 1 é “pouco importante” e 5 é “muito importante”). A relevância da participação de monitores comunitários de povos tradicionais e/ou locais em programas de monitoramento da

biodiversidade é apontada por diversos estudos, não somente devido à contribuição com conhecimento especializado da região, mas pela legitimidade de seu envolvimento, pela manutenção da iniciativa por mais tempo e pelo menor custo associado comparado ao envolvimento de pesquisadores[8][10][21].

O diagnóstico aqui traçado revela que os comunitários (indígenas, ribeirinhos e outros povos tradicionais locais) residentes ou do entorno das UCs compõem porcentagem relevante dos monitores do Programa Monitora na Amazônia, sendo que para 26% das UCs eles representam mais de 75% dos monitores do programa. A atuação expressiva de comunitários como monitores pode ser resultado da garantia do princípio de monitoramento participativo, da estratégia de capacitações continuadas do programa e da aptidão natural dessas pessoas para registro de biodiversidade *in situ*. Por exemplo, no protocolo de mamíferos de médio e grande porte e aves terrícolas cinegéticas (Componente Florestal, Subprograma Terrestre), no qual são percorridas trilhas para observação e registro dos animais visualizados, monitores comunitários demonstram habilidade para detecção dos animais-alvo – devido à sua vida como extrativistas e caçadores de subsistência[21]. O protocolo de automonitoramento da pesca (Componente Área Alagável, Subprograma Aquático Continental) é inteiramente baseado no preenchimento de formulários pelos pescadores

artesaniais de comunidades das UCs[31]. O protocolo básico de aves limícolas migratórias (Componente Praia, Subprograma Marinho e Costeiro) envolve um censo terrestre e participativo, no qual os comunitários moradores das UCs contribuem com conhecimentos *in loco* dos padrões migratórios[32]. Ainda, diversos protocolos de alvos complementares (como caça de subsistência, castanha, quelônios, pirarucu) são diretamente relacionados aos usos dos recursos naturais e apenas fazem sentido com a participação comunitária. O envolvimento das comunidades locais no Monitora é uma estratégia de gestão participativa para que os comunitários contribuam não somente como coletores de dados, mas também na construção coletiva dos resultados e nas discussões sobre a conservação da biodiversidade e o uso de recursos naturais[7].

Portanto, fica evidente que a execução do programa em parte das UCs amazônicas depende da participação deste perfil de monitores para ocorrer. A partir do conhecimento dos pontos focais e gestores, conclui-se que a maioria destes monitores possui baixa escolaridade (ensino fundamental incompleto ou completo) e recebe benefícios sociais governamentais relacionados à baixa renda familiar (Bolsa Família ou Seguro Defeso) e pelo menos parte deles, apresenta dificuldades de documentação (ausência de conta bancária ou RG/CPF) e de acesso à cidade mais próxima.

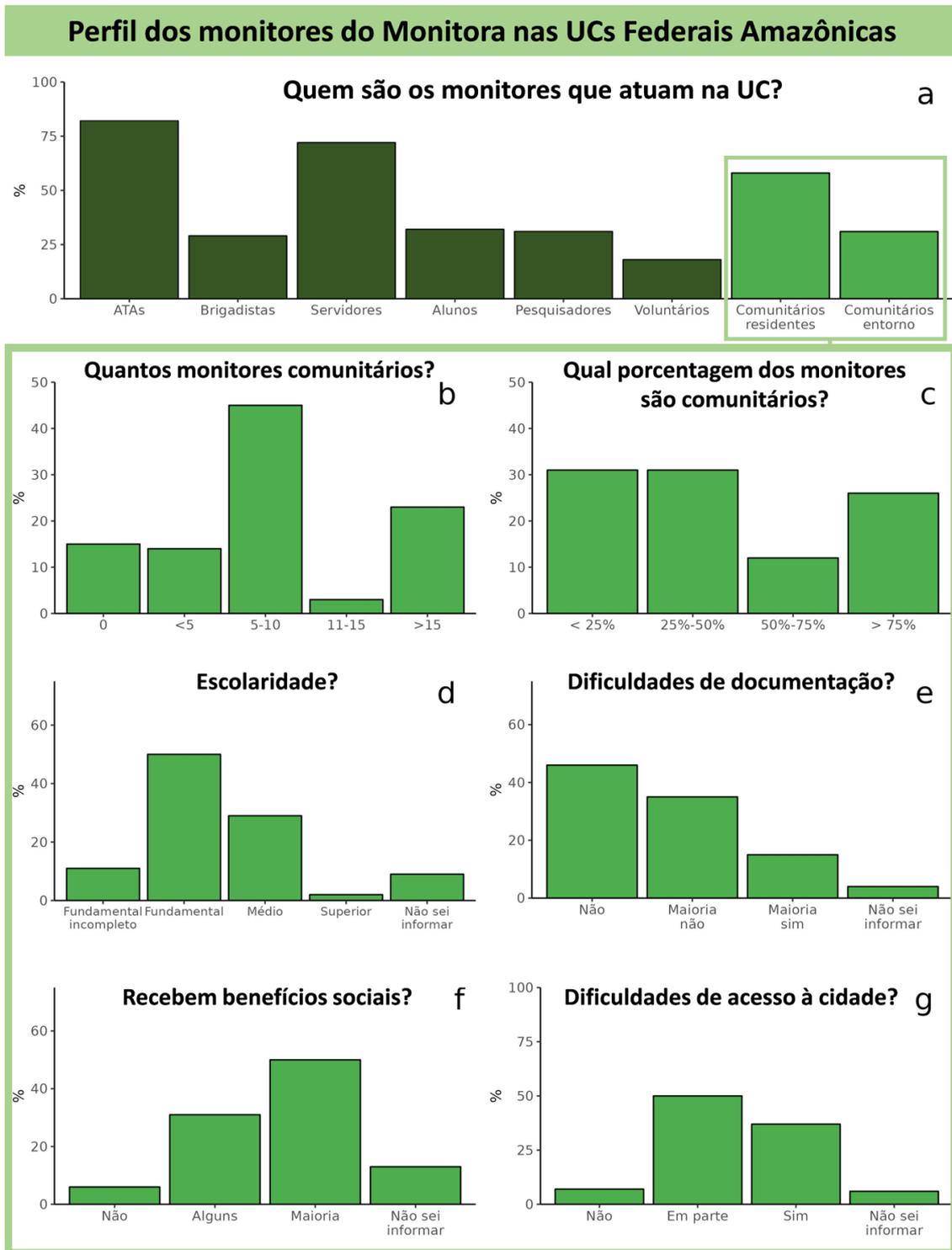


Figura 3 – Perfil dos monitores que atuam no Programa Monitora nas UCs federais amazônicas de acordo com respostas de pontos focais e/ou gestores. Perguntas completas no questionário: a) “Quem são os monitores que atuam no Programa Monitora na UC?”; b) “Quantos monitores comunitários (residentes ou do entorno), aproximadamente, atuam no Monitora na UC?”; c) “Os monitores comunitários (residentes ou do entorno) representam que porcentagem dos monitores que atuam no Monitora na UC?”; d) “Qual o nível de escolaridade dos monitores comunitários?”; e) “Esses monitores comunitários apresentam dificuldades de documentação (ex.: não possuem RG/CPF, não possuem conta no banco ou não possuem PIS/PASEP)?”; f) “Esses monitores comunitários recebem benefícios sociais (ex.: bolsa-família, bolsa-verde, seguro-defeso)?”; g) “Esses monitores comunitários possuem dificuldade de acesso ou alguma outra limitação para frequentar a cidade mais próxima?”.

## Sobre recursos financeiros das UCs para o Programa Monitora

De acordo com as respostas ao questionário, 89% das UCs federais que implementam o Monitora na Amazônia recebem recursos financeiros do Programa Arpa, sendo que 71% têm o Arpa como única fonte financeira para custear o Programa Monitora. Além disso, 21% das UCs contam com recurso orçamentário da União para implementar o Monitora.

No caso de UCs não apoiadas pelo Programa Arpa, os pontos focais relataram alguns desafios de execução financeira de recursos relacionados ao pagamento de monitores comunitários: 1) por falta de recursos financeiros, o Monitora é executado por agentes temporários ambientais, mas esses servidores ocupam o cargo por no máximo três anos, gerando descontinuidade e necessidade de novas capacitações do zero com frequência; 2) o pagamento de monitores é executado por instituição parceira que, além da burocracia para contratação, relatou falta de documentação necessária e de conta bancária como titular e acesso limitado à internet por parte de monitores; 3) impossibilidade de pagar os monitores comunitários com diárias do recurso orçamentário, pois eles residem na UC e não há deslocamento entre municípios para realizar o monitoramento; 4) dependência exclusiva de arranjo local para realizar pagamento dos monitores comunitários, que são fundamentais para realização do monitoramento devido ao vasto conhecimento do território; e 5) valores de diárias são inviáveis economicamente para monitores, pois eles teriam que arcar com a própria alimentação.

As respostas ao questionário revelam que os monitores comunitários atuam de forma remunerada em 69% das UCs federais amazônicas que implementam o Programa Monitora. Realmente, a implementação de iniciativas de monitoramentos da biodiversidade participativos necessita de constante encorajamento, tanto educacional como financeiro, para que os monitores comunitários locais possam apreciar a importância do trabalho deles[21].

Os monitores atuam de forma voluntária em apenas 13 UCs. Quando questionados sobre o motivo dessa atuação voluntária, os pontos focais/gestores marcaram (poderiam marcar mais de uma opção): “Devido à falta de mecanismo de pagamento

apropriado para pagá-los” (seis ocorrências), “Devido à falta de recursos financeiros para pagá-los” (quatro ocorrências), “Devido à parceria histórica com o ICMBio” (quatro ocorrências) e “Porque são os protagonistas do monitoramento” (quatro ocorrências). Portanto, para parte dessas UCs a atuação voluntária dos monitores ocorre por falta de mecanismo de pagamento ou recurso financeiro para remunerá-los. Por outro lado, compreende-se que a construção de uma relação de parceria entre o órgão gestor e os comunitários e a promoção do protagonismo desses monitores locais no monitoramento podem contribuir para maior engajamento local, conforme apontado por diversos estudos[9][10][33], a ponto de justificar parcialmente sua atuação voluntária no programa.

## Sobre mecanismos de pagamento dos monitores comunitários com recursos do Programa Arpa

De acordo com as respostas dos pontos focais/gestores, são 45 UCs federais amazônicas implementando o Monitora que recebem recursos do Programa Arpa e contam com monitores comunitários que atuam de forma remunerada na implementação do monitoramento. Destas, 27 (60%) pagam os monitores por meio de contratação Pessoa Física (Autônomo ou MEI), 19 (42%) pagam por meio de diárias de colaborador eventual e cinco (11%) pagam por meio de contratação pessoa jurídica ou por meio de instituições parceiras (Figura 4a). As porcentagens somam mais de 100% porque poderia ser marcada mais de uma opção de forma de pagamento.

Diárias de colaborador eventual servem para custeio de deslocamento, alimentação e alojamento de pessoas externas que apoiam pontual e voluntariamente em atividades do órgão gestor, como o monitoramento da biodiversidade (26). O pagamento de diárias implica necessariamente o deslocamento do colaborador entre municípios distintos (26). Porém, dentre as 19 UCs que pagam diárias de colaborador eventual a monitores comunitários atuando no Monitora, pontos focais/gestores de 39% delas reportam não haver deslocamento do monitor entre municípios diferentes para a execução do monitoramento (Figura 4b). Ainda, 79% declaram fornecer alojamento e/ou alimentação adicional aos monitores, além das

diárias recebidas (Figura 4c), o que é permitido desde que seja efetuado pagamento de meia diária. Diárias não devem ser utilizadas como pagamento por serviço[26], porém o diagnóstico sugere que esse mecanismo tem sido usado como forma de remunerar monitores comunitários no âmbito do Monitora em algumas UCs, dado que não há deslocamento dos monitores entre municípios (pois alguns deles residem nas UCs) e a atuação dos monitores é considerada remunerada e não voluntária.

Dentre as 27 UCs que pagam monitores comunitários com contratação de pessoa física (autônomo), pontos focais/gestores de 26% delas reportam não conseguir contratar esses monitores individual e nominalmente (Figura 4d). Com isso, subentende-se que apenas alguns dos monitores conseguem ser formalmente contratados, mesmo que vários executem os protocolos de monitoramento. Quando perguntados sobre situações de suspensão do recebimento de benefícios sociais governamentais em decorrência de pagamentos como autônomo, pontos focais/gestores de 11 UCs responderam que conhecem alguma situação do tipo. Foram relatadas situações de perda de Seguro Defeso e de Bolsa Família de monitores comunitários que atuaram no monitoramento da biodiversidade nas UCs em decorrência de uma ou múltiplas contratações na modalidade autônomo.

A legislação que institui o Seguro Defeso[34] [35] prevê a concessão do benefício de seguro-desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional artesanal que exerce sua atividade exclusiva e ininterruptamente. Com isso, monitores comunitários que são pescadores artesanais e fazem jus ao Seguro Defeso podem ter o benefício negado se forem contratados como autônomos durante o monitoramento. Para o Bolsa Família[36], há um valor limite de recebimento de pagamentos para que a família cadastrada continue fazendo jus ao benefício. Mesmo que apenas um membro da família atue como monitor e receba pontualmente uma remuneração referente ao monitoramento, tal contratação pode ocasionar suspensão do benefício da família. Faz-se necessária, portanto, a adequação de tais políticas públicas para que contratações pontuais destas pessoas não configure entendimento

de que sua vulnerabilidade social foi cessada por um serviço esporádico.

O pagamento de monitores comunitários por meio de contratação de pessoa jurídica é o mecanismo menos utilizado, de acordo com os pontos focais/gestores das UCs amazônicas. É possível que isso ocorra devido aos maiores custos e prazos necessários para esse tipo de contratação, além da necessidade de empresa especializada, com documentação e experiência na região, o que é escasso na Amazônia. Para a questão sobre quem é contratado como pessoa jurídica para pagamento dos monitores comunitários, as respostas foram variadas e incluem: o próprio monitor, uma terceira pessoa, uma associação/cooperativa de moradores/monitores e uma empresa responsável por fazer os pagamentos dos monitores (Figura 4e).

Apesar do serviço de autônomo ser indicado como mecanismo padrão de remuneração de monitores comunitários com recursos do Arpa, para a realidade das UCs federais amazônicas implementando o Monitora esse mecanismo apresenta limitações: as dificuldades de documentação (ex.: conta bancária como titular) dos monitores comunitários reportadas para 50% das UCs desqualificam-nos para contratação; para 81% das UCs foi reportado que ao menos parte dos monitores comunitários recebem benefícios sociais que poderiam ser perdidos; e há relatos de impossibilidade de contratação individualizada/nominal e de perda de benefícios sociais devido a contratações deste tipo. Na contratação de pessoa jurídica, a subcontratação de monitores por uma empresa culminaria no mesmo risco de suspensão dos benefícios sociais para os comunitários. Considerando que 71% das UCs federais que implementam o Monitora na Amazônia contam unicamente com recursos do Arpa para custeio das atividades, que a participação de monitores comunitários é considerada muito importante para pontos focais/gestores de 63% das UCs federais amazônicas implementando o Monitora, e que os comunitários representam mais da metade dos monitores em 38% das UCs, a impossibilidade de contratá-los pelos mecanismos disponibilizados cria um cenário alarmante para a operacionalização do Monitora nas UCs da Amazônia.

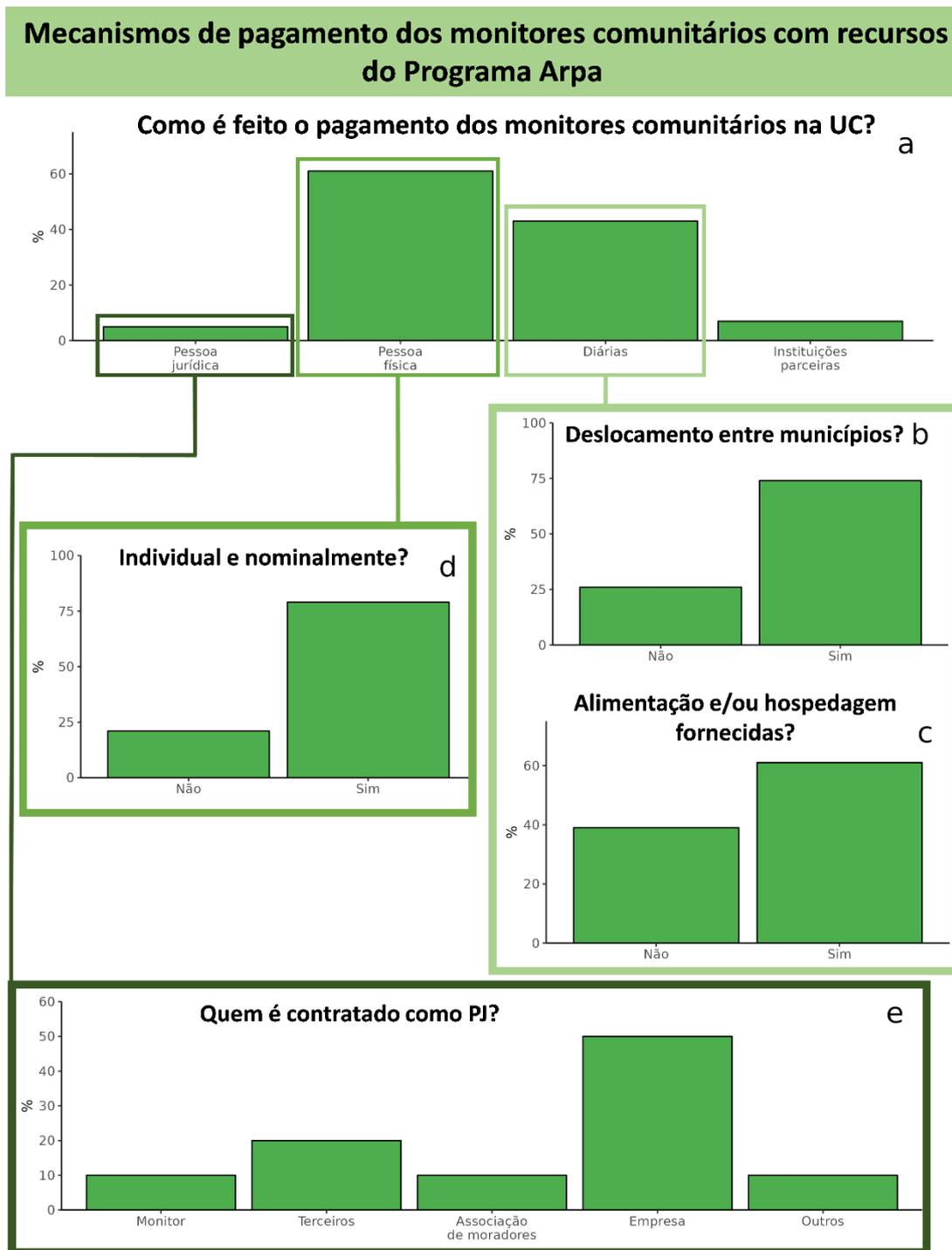


Figura 4 – Respostas dos pontos focais do Monitora quanto a mecanismos de pagamento de monitores comunitários com recursos do Programa Arpa. Perguntas completas no questionário: a) “Como é feito o pagamento dos monitores comunitários que atuam no Monitora na sua UC?”. No caso de pagamento com diárias de colaborador eventual; b) “há deslocamento do monitor entre municípios diferentes para a execução do monitoramento?”; e c) “é fornecido adicionalmente alojamento e/ou alimentação aos monitores?”; d) “No caso de pagamento como autônomo, você consegue contratar individual e nominalmente cada monitor?”; e) “No caso de pagamento como pessoa jurídica ou consultoria, quem é contratado?”.

## Desafios quanto ao pagamento dos monitores comunitários com recursos do Programa Arpa

Aqui foram consideradas as 45 UCs federais amazônicas implementando o Monitora que recebem recursos do Programa Arpa e contam com monitores comunitários que atuam de forma remunerada na implementação do monitoramento. Pontos focais/gestores de 58% dessas UCs responderam que a gestão da UC tem dificuldade de fazer o pagamento dos monitores comunitários com os mecanismos disponibilizados pelo Funbio. Quando indagados sobre qual a maior dificuldade, os pontos focais/gestores trouxeram relatos, principalmente relacionados à modalidade de contratação como autônomo. Os pontos focais/gestores reportam dificuldades no uso deste mecanismo devido: à possibilidade de perda de benefícios sociais (oito ocorrências); à ausência de conta bancária como titular por parte dos monitores (seis ocorrências); à falta de documentação necessária por parte dos monitores (cinco ocorrências); ao longo tempo para conclusão do pagamento, de 12 dias úteis após conclusão do serviço (cinco ocorrências); à limitação de acesso à cidade pelos monitores, que dificulta/inviabiliza saque de dinheiro e atualização de documentos/cadastros (duas ocorrências); ao desafio de ter todos os dados dos monitores e número de dias de trabalho confirmados com antecedência antes do monitoramento ocorrer (duas ocorrências); ao tempo e número de vezes que pode ser feita contratação como autônomo do mesmo monitor (uma ocorrência); ao baixo limite para pagamento (uma ocorrência); e à impossibilidade de alterar o valor e período de execução do serviço em caso de emergência, mudança ou doença (uma ocorrência).

Referente ao pagamento de diárias de colaborador eventual para monitores comunitários, os pontos focais reportam a inadequação desse mecanismo, por ser destinado ao custeio de deslocamento, hospedagem e alimentação (duas ocorrências). Relatam ainda a pouca praticidade de bancos digitais na realidade de monitores que usam dinheiro em espécie nas suas transações e possuem dificuldades de acesso à internet (uma ocorrência). Um ponto focal relatou que contratação PJ se tornou inviável devido à longa demora por parte do Funbio para realizar a contratação da empresa e alto valor, que ultrapassa o que a UC tem disponível.

Há ainda relatos que informam que muitos potenciais monitores acabam não sendo envolvidos no monitoramento pela impossibilidade de pagamento devido à falta de documentação necessária

ou ao recebimento de benefícios sociais. Para outras atividades de gestão a mesma situação ocorre, na qual pessoas aptas não podem ser envolvidas por dificuldade de se efetuar o pagamento. Considerando a contribuição de comunitários locais que detêm o conhecimento e o perfil apropriado para atuação no monitoramento e foram capacitados ao longo do tempo[21], é contraditório e injusto ter que usar como critério de contratação de monitores o atendimento às exigências de contratação como autônomo ou o não-recebimento de benefícios sociais.

De acordo com as respostas ao questionário, pontos focais/gestores de 58% das UCs consideram que o mecanismo adotado pela gestão da UC para pagar monitores comunitários é usado por ser a única opção viável, enquanto para 49% das UCs considera-se que o mecanismo adotado atualmente (ou no passado) pela gestão não é o mais adequado para pagamento dos monitores comunitários. Os relatos e as respostas demonstram o quanto as dificuldades de execução do recurso do Programa Arpa no pagamento de monitores comunitários fragilizam a atuação dos gestores na operacionalização do Programa Monitora. Tais dificuldades, relacionadas às burocracias e às modalidades de execução financeira dos recursos disponibilizadas pelo Funbio, por vezes incompatíveis com a realidade das rotinas de UCs amazônicas, podem comprometer o atingimento das metas do Arpa[24][25], que incluem nos marcos referenciais do programa o monitoramento da biodiversidade. O Arpa é um programa inovativo em sua operacionalização, tendo passado por constantes melhorias em seus mecanismos e abordagens frente aos desafios impostos pela realidade amazônica[14], o que precisa continuar ocorrendo para garantir a consolidação das UCs. Por exemplo, a adoção das políticas de salvaguardas do Programa Arpa busca proteger os gestores e as pessoas do território ao garantir boas práticas e regularidade na execução do serviço[16], mas aumenta a burocratização nas contratações de prestadores de serviço ao ponto de comprometer atividades de gestão.

O princípio “Populações e UCs” do Programa Arpa considera que “a existência de populações em perímetros de unidades de conservação em implantação e/ou consolidação é fato recorrente e, assim, utiliza-se das prerrogativas de [...] envolver e integrar estas populações em iniciativas de geração de renda de forma alinhada aos objetivos de conservação.”[16]. O envolvimento de pessoas locais no monitoramento da biodiversidade tem o potencial de prover às comunidades uma conexão tangível

entre geração de renda e conservação dos recursos naturais[8]. Paradoxalmente, as comunidades tradicionais que vivem no interior ou entorno de UCs deveriam ser envolvidas nas atividades de gestão como o monitoramento, mas seus modos de vida frequentemente inviabilizam o pagamento dos serviços prestados pelos mecanismos existentes, devido à ausência de rotina de ida à cidade e de lógica financeira de abertura de contas bancárias e transações digitais. O diagnóstico demonstrou que parte significativa dos monitores habilitados e capacitados para atuar não possuem os requisitos para serem contratados como autônomos. Se os modos de vida dessas populações devem ser respeitados ao envolvê-los nas ações, há um impasse sobre como operacionalizar os pagamentos envolvendo comunidades locais tradicionais amazônicas.

### Visão de futuro

Para 67% das UCs, os pontos focais/gestores responderam que consideram que a viabilidade do Programa Monitora na UC pode ser comprometida devido à dificuldade de pagamento dos monitores comunitários. Apesar de monitoramentos com participação comunitária terem menor custo de execução que monitoramentos que dependem de cientistas profissionais, há de se remunerar o tempo investido pelos monitores locais que deixa de estar disponível para outras atividades produtivas/econômicas como plantação, pesca ou extrativismo[8] [33]. É preciso considerar a realidade das comunidades tradicionais que vivem nas UCs ou no seu entorno e fazem uso dos recursos naturais, para conseguir envolvê-los no monitoramento da biodiversidade de forma adequada e justa à sua realidade[22]. Encorajar a participação social, especialmente de comunidades locais que dependem dos recursos naturais das UCs, é um dos princípios norteadores do Programa Monitora[7]. Por isso, o enfrentamento da questão de mecanismos apropriados de pagamento dos monitores comunitários que atuam no Monitora vai além das UCs apoiadas pelo Arpa.

O Monitora é o único programa na região Neotropical a incorporar múltiplas características presentes em outras iniciativas de monitoramento, dentre as quais o desenvolvimento de protocolos diferentes para ecossistemas diferentes, a replicação de protocolos padronizados em centenas de localidades, os múltiplos táxons como alvos de monitoramento, os frequentes eventos de capacitação e a participação social para além da coleta de

dados[7]. Pela relevância estratégica do Monitora como ferramenta de gestão de UCs, é necessário debater amplamente e de forma participativa os resultados desse diagnóstico para buscar soluções e impedir que um aspecto operacional (ausência de mecanismo de pagamento de monitores comunitários) comprometa um programa desse porte.

Quando questionados sobre mecanismos de pagamento de monitores comunitários que seriam mais compatíveis com a realidade de suas UCs, citando como exemplo um auxílio financeiro para comunitário que se ausenta de suas atividades para fazer o monitoramento ou uma bolsa para coletores de dados ou pesquisador de baixa escolaridade, os pontos focais/gestores responderam apontando a bolsa de monitor/coletor de dados (14 ocorrências) e o auxílio financeiro (sete ocorrências) como alternativas mais adequadas. Ainda foram citadas: indenização ou ajuda de custo para colaborador com menos burocracia que SCDP/mecanismo autônomo e que não afete bolsas/auxílios (duas ocorrências); saque de recurso em espécie para pagamento de diárias diretamente aos monitores nas comunidades (uma ocorrência); maior valor de limite de contratação de autônomo e adiantamento parcial do pagamento (uma ocorrência). Há ainda sugestões de um cartão específico, com PIX para pagar os monitores na saída do campo; ter como comprovante o Recibo PF; e preceder o trabalho com algum contrato e pagamento de seguro.

Uma política pública que poderia inspirar um mecanismo para pagamento dos monitores comunitários no âmbito do Monitora é a Portaria FUNAI nº 320/2013 [37], que estabelece as diretrizes e critérios para pagamento de auxílio financeiro pela FUNAI aos indígenas que participam de ações territoriais. A finalidade do auxílio é prover “apoio complementar à subsistência familiar dos indígenas que se ausentam temporariamente de suas atividades produtivas cotidianas para realizar atividades em apoio às ações da Funai”. O auxílio financeiro proposto pela Portaria é um benefício de caráter individual, nominal e intransferível, não possuindo natureza de benefício assistencial e não se confundindo com benefícios pagos pelo Governo Federal, de modo que não geraria conflitos com outros auxílios governamentais como Bolsa Família e Seguro Defeso. Para aqueles participantes que não possuem conta bancária, há possibilidade de pagamento por meio de ordem bancária. Como critério para a concessão do auxílio financeiro, o participante precisa apresentar conhecimentos e aptidões para o desenvolvimento

das atividades a serem realizadas, o que é coerente com a estrutura do Programa Monitora, uma vez que os agentes envolvidos são habilitados conhecedores da biodiversidade monitorada na região das UCs e passam por capacitação nos protocolos do programa para se tornarem monitores da biodiversidade. Considerando que as populações tradicionais residentes no interior das UCs também estão abrangidas pela Convenção nº 169 da OIT; que o conhecimento dos comunitários sobre seus territórios se faz essencial para a execução do Programa Monitora; que o Monitora é pensado institucionalmente para ser executado de forma participativa; e que existe a necessidade de se garantir a subsistência familiar aos comunitários que se afastam temporariamente de suas atividades cotidianas durante o período de execução das atividades do Programa Monitora, entende-se que um mecanismo similar ao da Portaria FUNAI nº 320/2013 seria uma alternativa viável para garantir o pagamento de auxílio financeiro aos monitores comunitários, bem como às cozinheiras e pilotos locais comunitários, que apoiam a execução do monitoramento nas UCs.

Uma segunda alternativa para pagamento de monitores comunitários poderia ser uma bolsa para pesquisador/coletor de dados de baixa escolaridade, já que da mesma forma que o auxílio proposto, as bolsas de pesquisa/estudo não impactariam no recebimento de benefícios sociais governamentais. Ainda, as bolsas de pesquisa têm o potencial de aumentar o envolvimento e protagonismo dos monitores comunitários no Monitora ao: reconhecer oficialmente suas contribuições na coleta (não apenas como prestador de serviço, mas como provedor de conhecimentos), interpretação e discussão dos dados do monitoramento; possibilitar participação menos pontual e mais contínua; remunerá-los como integrantes legítimos do programa. Entretanto, bolsas de pesquisa implicariam atividades contínuas do monitor, porém o monitoramento da biodiversidade de modo geral ocorre esporadicamente, uma ou algumas vezes por ano, e não de forma contínua.

Há ainda a possibilidade de algum mecanismo que envolva pagamentos por serviços ambientais (PSA). Essa possibilidade partiria do entendimento que as atividades de monitoramento da biodiversidade executadas pelos monitores comunitários são importantes para subsidiar análises sobre a efetividade daquela UC em conservar a biodiversidade e serviços ecossistêmicos associados. Com isso, entende-se como serviço ambiental o apoio e protagonismo destas pessoas em uma atividade

estratégica para a gestão da UC – que em última instância promove a conservação da biodiversidade – serviço este que pode ser incentivado e pago por alguma política de Estado que empregue mecanismo de PSA[38]. Tal política precisaria ser alinhada de forma a não impactar o recebimento de benefícios sociais governamentais.

## Conclusão

A maioria das UCs federais que implementam os protocolos do Programa Monitora na Amazônia dependem de recursos do Programa Arpa para custear as atividades de monitoramento da biodiversidade. Entretanto, a execução financeira desses recursos para remunerar os monitores comunitários atuando nas UCs tem sido considerada um desafio para a maior parte dos gestores. Monitores comunitários de populações tradicionais locais residentes e do entorno de UCs representam importante parcela dos monitores da biodiversidade do Monitora e atuam majoritariamente de forma remunerada, o que é justo. Porém, o pagamento de monitores comunitários é dificultado pelos mecanismos atuais disponibilizados pelo Funbio, executor financeiro dos recursos do Arpa, especialmente a contratação de pessoa física (serviço autônomo). Diversos arranjos e mecanismos podem ser desenvolvidos para solucionar o gargalo de pagamento dos monitores comunitários, que ameaça a continuidade do Programa Monitora nas UCs federais amazônicas. É urgente pensar o desenvolvimento do Monitora em nível operacional, pois, apesar de as realidades locais de gestão serem diferentes entre as diversas UCs, esse diagnóstico revela que há desafios em comum que poderiam ser tratados por meio de uma solução compartilhada, estratégica e institucional. Somente fomentando maior envolvimento comunitário de populações tradicionais/locais do território no monitoramento da biodiversidade (monitores e demais colaboradores), que passa pela remuneração adequada destes atores essenciais, será possível atingir as metas do Monitora, permitir sua perpetuidade e colaborar com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável com os quais o programa se propõe a contribuir.

## Agradecimentos

Agradecemos aos pontos focais e gestores das unidades de conservação que dedicaram alguns minutos de seu tempo para responder ao questionário.

Gratidão também aos servidores (antigos e atuais) e parceiros do NGI Terra do Meio que tem ajudado a buscar soluções para o desafio de remuneração adequada de monitores comunitários, algumas das quais foram sugeridas neste trabalho. Somos gratos à agente temporária ambiental Gecianne Mourão pela ajuda no contato com os gestores para preenchimento do questionário.

## Referências

- Lindenmayer DB, Likens GE. The science and application of ecological . *Biological Conservation*. 2010 Mar; 143(6): 1317-1328. doi: 10.1016/j.biocon.2010.02.013.
- Gonçalves-Souza D, Vilela B, Phalan B, Dobrovolski R. The role of protected areas in maintaining natural vegetation in Brazil. *Science Advances*. 2021 Sep; 7(38): eabh2932. doi: 10.1126/sciadv.abh2932.
- Pellin A, Dias L, Soares N, Prado F. Management effectiveness and deforestation in protected areas of the Brazilian Amazon. *PARKS*. 2022 Nov; 28(2): 45-54. doi: 10.2305/IUCN.CH.2022.PARKS-28-2AP.en.
- Laurance WF, Useche DC, Rendeiro J, Kalka M, Bradshaw CJA, Sloan SP et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature*. 2012 Jul; 489(7415): 290-294. doi: <https://doi.org/10.1038/nature11318>.
- Geldmann J, Barnes M, Coad L, Craigie ID, Hockings M, Burgess ND. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing *habitat* loss and population declines. *Biological Conservation*. 2013 May; 161: 230-238. doi: 10.1016/j.biocon.2013.02.018.
- Evans K, Guariguata MR, Brancalion PHS. Participatory monitoring to connect local and global priorities for forest restoration. *Conservation Biology*. 2018 Mar; 32(3): 525-534. doi: 10.1111/cobi.13110.
- Monitora, Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, Fernandes D, Marini-Filho OJ et al. Social participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program Leads to Multiple Socioenvironmental Outcomes. *Citizen Science: Theory and Practice*. 2023 Jun; 8(1): 1-15. doi: 10.5334/cstp.582.
- Danielsen F, Burgess ND, Balmford A. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation*. 2005 Oct; 14(11): 2507-2542. doi: 10.1007/s10531-005-8375-0.
- Magnusson W, Braga-Neto R, Pezzini F, Baccaro F, Bergallo H, Penha J. Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado. Santo André: Áttema Editorial; 2013.
- Reis YMS, Benchimol M. Effectiveness of community-based monitoring projects of terrestrial game fauna in the tropics: a global review. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2023 May; 21(2): 172-179. doi: 10.1016/j.pecon.2023.03.005.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa N° 3/2017/GABIN/ICMBIO, de 04 de setembro de 2017. Institui o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes. [Internet]. Diário Oficial da União. 2017 set. 04 [citado em 2023 dez. 21]. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao\\_normativa\\_03\\_2017.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao_normativa_03_2017.pdf).
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa N° 2/2022/GABIN/ICMBIO, de 28 de janeiro de 2022. Reformula conceitos, princípios, finalidades, instrumentos e procedimentos para a implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes – Programa Monitora. [Internet]. Diário Oficial da União. 2022 fev. 08 [citado em 2023 dez. 21]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-2/gabin/icmbio-de-28-de-janeiro-de-2022-378639407>.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade [homepage na internet]. Painéis dinâmicos do ICMBio: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora [acesso em 2023 dez. 21]. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-do-icmbio>.
- Soares-Filho BS, Oliveira U, Ferreira MN, Marques FFC, de Oliveira AR, Silva FR et al. Contribution of the Amazon protected areas program to forest conservation. *Biological Conservation*. 2023 Feb; 279: 109928. doi: 10.1016/j.biocon.2023.109928.
- Ministério do Meio Ambiente. Fortalecimento comunitário em unidade de conservação: desafios, avanços e lições aprendidas no Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) [Internet]. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2018. [citado em 2023 dez. 19]. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-mma/fortalecimento\\_comunitario\\_em\\_unidades\\_de\\_conservacao.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-mma/fortalecimento_comunitario_em_unidades_de_conservacao.pdf).
- Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio). Manual operacional do Programa Áreas Protegidas da Amazônia [Internet]. Rio de Janeiro: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade; 2023. [citado em 2023 dez. 21]. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2023/09/Manual-Operacional-do-Programa-Arpa-Atualizacao-Marco-2023.pdf>.



17. Ribeiro KT, organizadora. *Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas*. Brasília: ICMBio; 2018.
18. Bueno MCD, Dagnino RS. *População em Unidades de Conservação da Amazônia Legal: estimativas a partir da Contagem Populacional 2007*. In: D’Antona AO, Carmo RL. *Dinâmicas demográficas e ambiente*. Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp; 2011. P. 85-104.
19. Oviedo AFP, Bursztyrn M. Community-based monitoring of small-scale fisheries with digital devices in Brazilian Amazon. *Fisheries Management and Ecology*. 2017 Jul; (4): 3203-299. doi: 10.1111/fme.12231.
20. Oldekop JA, Bebbington AJ, Berdel F, Truelove NK, Wiersberg T, Preziosi RF. Testing the accuracy of non-experts in biodiversity monitoring exercises using fern species richness in the Ecuadorian Amazon. *Biodiversity and Conservation*. 2011 Jun; 20(12): 2615-2626. doi: 10.1007/s10531-011-0094-0.
21. Ponce-Martins M, Lopes CKM, de Carvalho-Jr EAR, Castro FMR, de Paula MJ, Pezzuti JCB. Assessing the contribution of local experts in monitoring Neotropical vertebrates with camera traps, linear transects and track and sign surveys in the Amazon. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2022 Out; 20(4): 303-313. doi: 10.1016/j.pecon.2022.08.007.
22. Participatory Monitoring and Management Partnership (PMMP). *Manaus Letter: Recommendations for the Participatory Monitoring of Biodiversity*. In: Constantino PAL, Silvius KM, Kleine Büning J, Arroyo P, Danielsen F, Durigan CC et al. (eds.). *International Seminar on Participatory Monitoring of Biodiversity for the Management of Natural Resources*; 22-26 set 2014; Manaus [Internet]. Brasília: PMMP; 2015. [citado em 2023 dez.22] Disponível em: [www.pmpmpartnership.com](http://www.pmpmpartnership.com).
23. Costa DC, Pereira HS, Marchand GAEL, Silva SCP. Challenges of participatory community monitoring of biodiversity in Protected Areas in Brazilian Amazon. *Diversity*. 2018 Jul; 10(3): 61. doi: 10.3390/d10030061.
24. Comissão de Gestores do Programa Arpa. *Ofício nº 002/2023/Comissão de Gestores ARPA, de 27 de setembro de 2023*.
25. Da Silva AL, Bueno MAF. The Amazon Protected Areas Program (ARPA): participation, local development, and governance in the Brazilian Amazon. *Biodiversidade Brasileira*. 2017 Jul; 7(1): 122-137. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v7i1.641.
26. Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio). *Manual de orientações gerais para o dia a dia do Programa Arpa Fase III*. Rio de Janeiro: Fundo Brasileiro para a Biodiversidade; 2023.
27. Carvalho-Jr EAR, comunicação pessoal; em 2023 dez. 22.
28. Villas-Bôas A, Andrade AM, Postigo A (orgs.). *Terra do Meio/Xingu: os saberes e as práticas dos beiradeiros do Rio Iriri e Riozinho do Anfrísio no Pará*. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental; 2017.
29. Oliveira JA, comunicação pessoal; em 2023 dez. 22.
30. Monitora, Masuda LSM, Lacerda ACR, de Andrade DFC, Acosta RK, Souza JM et al. *Guia de Implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – 1ª Edição*. Brasília: ICMBio; 2023.
31. Dantas DDF, Raseira MB, Polaz CNM, Lopes U (orgs.). *Estratégia integrada de monitoramento aquático continental na amazônia: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (MONITORA) – subprograma Aquático Continental*. Brasília: ICMBio; 2022.
32. Paludo D, Rodriguez MN, Leão SS, Fernandes WRS, Jacob PR, Reis LMA. Monitoramento participativo de aves limícolas migratórias nas Reservas Extrativistas do Pará e do Maranhão. In: Albuquerque EMM, Bezerra FA, Pezzarossa GC (orgs.). *Anais do XI Seminário de Pesquisa e XII Encontro de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: Desafios diante da Pandemia de COVID-19*. Brasília: ICMBio; 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/pesquisa/seminarios-de-pesquisa/anais\\_xi\\_seminario\\_2020.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/pesquisa/seminarios-de-pesquisa/anais_xi_seminario_2020.pdf).
33. Danielsen F, Enghoff M, Poulsen MK, Funder M, Jensen PM, Burgess ND. The concept, practice, application, and results of locally based monitoring of the environment. *BioScience*. 2021 Apr; 71(5):484-502. doi: 10.1093/biosci/biab021.
34. Presidência da República (Brasil). *Lei n. 10.779, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a concessão do benefício de seguro desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional que exerce a atividade pesqueira de forma artesanal*. Diário Oficial da União. 2003 nov. 26 [citado em 2024 mai. 21]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.779.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.779.htm).
35. Decreto n. 8.424, de 31 de março de 2015 (Brasil). *Regulamenta a Lei nº 10.779, de 25 de novembro de 2003, para dispor sobre a concessão do benefício de seguro-desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional artesanal que exerce sua atividade exclusiva e ininterruptamente*. [Internet]. Diário Oficial da União. 2015 abr. 1 [citado em 2024 mai. 21]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8424.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8424.htm).

36. Presidência da República (Brasil). Lei n. 14.601, de 19 de junho de 2023. Institui o Programa Bolsa Família; altera a Lei n° 8.742, de 7 de dezembro de 1993 (Lei Orgânica da Assistência Social), a Lei n° 10.820, de 17 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a autorização para desconto em folha de pagamento, e a Lei n° 10.779, de 25 de novembro de 2003; e revoga dispositivos das Leis n°s 14.284, de 29 de dezembro de 2021, e 14.342, de 18 de maio de 2022, e a Medida Provisória n° 1.155, de 1° de janeiro de 2023. Diário Oficial da União. 2023 jun. 20 [citado em 2024 mai. 21]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/lei/l14601.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14601.htm).

37. FUNAI – Fundação Nacional dos Povos Indígenas. Portaria N° 320/PRES/FUNAI, de 27 de março de 2013. Estabelece diretrizes e critérios para a concessão, execução e controle de pagamento auxílio financeiro pela FUNAI aos indígenas que participam das ações de proteção e promoção de direitos. [Internet]. Separata do Boletim de Serviço da FUNAI – Ano 26 – Número 06 – p.4 [citado em 2024 jan. 08]. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletim-de-servico/boletim-de-servicos/2013/43Separata06de270313.pdf>.

38. Rezende RS. Agroextrativismo e pagamentos por serviços socioambientais: reflexões a partir das Reservas Extrativistas da Terra do Meio/PA. [Internet]. 2020 [citado em 2024 jan. 08]; 45(1): 172-189. Disponível em: <https://journals.openedition.org/aa/4956>.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Participação social no monitoramento da biodiversidade em Carajás: perfil socioeconômico, análise de percepção e relatos de experiências

Keila Rêgo Mendes<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0278-6284>

\* Contato principal

Romel da Costa Dias<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2162-1538>

Amanda Lima Figueiredo<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0008-9286-360X>

Wendelo Silva Costa<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8349-1666>

Raimundo Façanha Guedes<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/>

Gabriel Caldeira Gomes<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3148-3685>

André Macêdo Vieira<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-5133-0809>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada de Carajás/NGI Carajás, Brasil. <keila.mendes.bolsista@icmbio.gov.br, romel.dias@icmbio.gov.br, amanda.figueiredo.terceirizada@icmbio.gov.br, wendelo.costa@icmbio.gov.br, raimundo.guedes@icmbio.gov.br, andre.macedo@icmbio.gov.br>.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/PUC Minas, Brasil. <profgabrielcaldeira@gmail.com>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 22/07/2024

### Como citar:

Mendes KR, Dias RC, Figueiredo AL, Costa WS, Guedes RF, Gomes GC, Vieira AM. Participação social no monitoramento da biodiversidade em Carajás: perfil socioeconômico, análise de percepção e relatos de experiências. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 21-35. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2516

**Palavras-chave:** Monitoramento participativo; sociobiodiversidade; unidade de conservação; ciência cidadã.

**RESUMO** – Os programas de monitoramento da biodiversidade são fundamentais para acompanhar o estado dos ecossistemas, espécies alvo ou processos naturais e fornecer informações provenientes das análises de resposta dos alvos às mudanças ambientais e ações de manejo. Nesse contexto, insere-se o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio – Programa Monitora, sendo um programa governamental, contínuo e de longa duração, voltado para o monitoramento do estado de conservação da biodiversidade, realizado em unidades de conservação federais geridas pelo ICMBio. A participação de diferentes atores caracteriza a base do Programa Monitora como monitoramento participativo. Assim, o presente estudo visa apresentar o perfil socioeconômico dos monitores, a análise de suas percepções e os relatos de suas experiências no Programa Monitora nas áreas protegidas presentes no Núcleo de Gestão Integrada de Carajás – NGI Carajás. Para isso, foi utilizado um questionário



eletrônico aplicado através da ferramenta Microsoft Forms. Os dados foram resumidos usando estatísticas descritivas convencionais. As variáveis categóricas foram descritas em números absolutos e porcentagens. No total, 46 monitores responderam ao questionário eletrônico. Os monitores que responderam o formulário eletrônico são 67% do gênero feminino e 33% do gênero masculino, apresentando idade entre 20 e 39 anos, para o gênero feminino, e entre 22 e 42 para o gênero masculino. A média de filhos por monitor é inferior a um (0,3). Os monitores apresentam uma variedade de situações conjugais, sendo a maioria solteiros, representando 76% do total. Em relação à escolaridade, 50% possuem nível superior completo e 17% têm pós-graduação. Assim, foi observado que o Programa Monitora nas áreas protegidas de Carajás atrai principalmente os estudantes com formação acadêmica, sendo necessário um esforço da gestão do NGI Carajás para envolver um grupo socialmente diversificado, contribuindo para o aprimoramento da participação social na gestão da sociobiodiversidade.

### **Social participation in biodiversity monitoring in Carajás: socioeconomic profile, perception analysis, and experience reports**

**Keywords:** Participatory monitoring; sociobiodiversity; protected areas; citizen science.

**ABSTRACT** – Biodiversity monitoring programs are essential for tracking the state of ecosystems, target species, or natural processes and providing information from analyses of target responses to environmental changes and management actions. In this context, the ICMBio National Biodiversity Monitoring Program – Monitora Program is a continuous, long-term government program focused on monitoring the conservation status of biodiversity, conducted in Federal Conservation Units managed by ICMBio. The participation of different actors characterizes the foundation of the Monitora Program as participatory monitoring. This study aims to present the socioeconomic profile of the monitors, analyze their perceptions, and report their experiences in the Monitora Program within the protected areas of the Carajás Integrated Management Center – NGI Carajás. To achieve this, an electronic questionnaire was used through the Microsoft Forms tool. The data were summarized using conventional descriptive statistics. Categorical variables were described in absolute numbers and percentages. In total, 46 monitors responded to the electronic questionnaire. Of the monitors who completed the electronic form, 67% are female and 33% are male, with ages ranging from 20 to 39 years for females and from 22 to 42 years for males. The average number of children per monitor is less than one (0.3). The monitors exhibit a variety of marital statuses, with the majority being single, representing 76% of the total. Regarding education, 50% have a higher education degree, and 17% have postgraduate education. Thus, it was observed that the Monitora Program in the protected areas of Carajás primarily attracts students with academic backgrounds, indicating the need for efforts by the NGI Carajás management to involve a more socially diverse group, contributing to the enhancement of social participation in sociobiodiversity management.

### **Participación social en el monitoreo de la biodiversidad en Carajás: perfil socioeconómico, análisis de percepción y relatos de experiencia**

**Palabras clave:** Monitoreo participativo; sociobiodiversidad; áreas protegidas; ciencia ciudadana.

**RESUMEN** – Los programas de monitoreo de la biodiversidad son fundamentales para seguir el estado de los ecosistemas, especies objetivo o procesos naturales y proporcionar información proveniente de los análisis de respuesta de los objetivos a los cambios ambientales y acciones de manejo. En este contexto, se inserta el Programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad del ICMBio – Programa Monitora, siendo un programa gubernamental, continuo y de larga duración, enfocado en el monitoreo del estado de conservación de la biodiversidad,



realizado en Unidades de Conservación Federales gestionadas por el ICMBio. La participación de diferentes actores caracteriza la base del Programa Monitora como monitoreo participativo. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo presentar el perfil socioeconómico de los monitores, el análisis de sus percepciones y los relatos de sus experiencias en el Programa Monitora en las áreas protegidas presentes en el Núcleo de Gestión Integrada de Carajás – NGI Carajás. Para ello, se utilizó un cuestionario electrónico aplicado a través de la herramienta Microsoft Forms. Los datos se resumieron utilizando estadísticas descriptivas convencionales. Las variables categóricas se describieron en números absolutos y porcentajes. En total, 46 monitores respondieron al cuestionario electrónico. Los monitores que respondieron al formulario electrónico son 67% del género femenino y 33% del género masculino, presentando edades entre 20 y 39 años para el género femenino y entre 22 y 42 años para el género masculino. El promedio de hijos por monitor es inferior a uno (0,3). Los monitores presentan una variedad de situaciones conyugales, siendo la mayoría solteros, representando el 76% del total. En relación a la escolaridad, el 50% posee nivel superior completo y el 17% tiene posgrado. Así, se observó que el Programa Monitora en las áreas protegidas de Carajás atrae principalmente a estudiantes con formación académica, siendo necesario un esfuerzo de la gestión del NGI Carajás para involucrar a un grupo socialmente más diverso, contribuyendo al mejoramiento de la participación social en la gestión de la sociobiodiversidad.

## Introdução

Os programas de monitoramento da biodiversidade são fundamentais para acompanhar o estado dos ecossistemas, espécies alvo ou processos naturais e fornecer informações provenientes das análises de resposta dos alvos às mudanças ambientais e ações de manejo[1][2][3]. Nesse contexto, insere-se o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), denominado Programa Monitora. Esse programa enfatiza a importância da participação e do envolvimento de diversos públicos em várias escalas organizacionais e geográficas[4]. Além disso, ressalta-se a aplicação dos resultados como subsídios essenciais para decisões e instrumentos de gestão das unidades de conservação (UCs) de Carajás.

O Programa Monitora foi cuidadosamente estruturado para se adaptar à diversidade de contextos ambientais, socioeconômicos e de gestão das UCs federais. Seu objetivo é alcançar a maior simplicidade e articulação possível entre diferentes iniciativas e abordagens de monitoramento, garantindo uma gestão eficiente dos dados coletados e promovendo uma ampla participação social[4]. Para alcançar esses objetivos, as Instruções Normativas (IN) nº 3/2017 e nº 2/2022 delimitaram a estrutura do Programa Monitora em três subprogramas distintos: Terrestre, Aquático Continental e Marinho

e Costeiro[2][3]. Cada subprograma é desenvolvido para atender às especificidades dos diferentes ecossistemas, facilitando a implementação de estratégias de monitoramento que sejam adequadas às particularidades de cada ambiente e promovendo uma integração eficaz entre os diversos componentes do programa[2][3].

A participação de diferentes atores nas diversas etapas do monitoramento, por exemplo, na estruturação dos protocolos, na coleta, análise e discussões dos dados, caracteriza a base do Programa Monitora como monitoramento participativo e de cunho comunitário, permitindo um conjunto de possibilidades, e muito mais do que contribuir como coletores de dados, essa abordagem fortalece a relação entre a sociedade e a natureza, e entre a sociedade e a gestão das UCs[4][5].

O Programa Monitora representa uma iniciativa governamental abrangente, contínua e de longo prazo dedicada ao monitoramento do estado de conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos correlatos. Essa atividade é implementada em UCs federais geridas pelo Instituto Chico Mendes, contando com amplo suporte de diversos parceiros. Seus principais objetivos incluem a avaliação da efetividade das UCs, a contribuição para o planejamento e a gestão dessas áreas, a proteção de espécies ameaçadas e o fomento ao manejo sustentável da fauna e flora[2][3].

A concepção do programa foi originada a partir de um extenso processo iniciado em 2010, que englobou a colaboração de centenas de instituições, incluindo pesquisadores, gestores, usuários e beneficiários de UCs, como comunidades e povos tradicionais. A elaboração do Monitora foi influenciada por diversas iniciativas de monitoramento, tais como o Inventário Florestal Nacional (IFN), o Programa Brasileiro de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) e o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Algumas iniciativas de monitoramento anteriores, realizadas ao longo de décadas pelo ICMBio e instituições parceiras, como o monitoramento de quelônios amazônicos, tartarugas marinhas, aves marinhas e recifes de coral, estão gradualmente se integrando ao Programa Monitora. Essas iniciativas contribuem com a articulação conceitual, capacitação, participação, gestão de dados e conhecimentos, bem como com a formulação de políticas públicas[6][7].

Fomentar a participação social qualificada é um dos princípios fundamentais que orientam o Programa Monitora, especialmente no que diz respeito às comunidades locais que dependem dos recursos naturais das UCs[4]. O principal objetivo do Programa Monitora é incentivar a participação ativa dos cidadãos nas decisões de gestão em diversas escalas[6]. Em um país caracterizado por sua diversidade cultural e social, bem como por desigualdades, a ciência cidadã no âmbito do Monitora busca respeitar e considerar diferentes visões de mundo, expectativas e necessidades. Isso inclui a compreensão das disparidades nos níveis de educação formal e a diversidade no conhecimento ecológico local. É crucial destacar que os processos participativos não se desenvolvem rapidamente e não podem ser simplificados em algumas etapas[6]. Pelo contrário, exigem a construção de relações sólidas de confiança entre as partes envolvidas e a criação de espaços seguros que promovam o empoderamento da informação por parte dos diversos atores[7][5].

A participação social no Programa Monitora abrange várias etapas, desde o planejamento inicial até a coleta, análise, interpretação e discussão dos dados obtidos. Os envolvidos, incluindo comunidades locais, pesquisadores e gestores, colaboram ativamente em cada fase do processo. O programa visa influenciar diversos níveis de planejamento e intervenção, utilizando protocolos padronizados em todo o território nacional para garantir a consistência e comparabilidade dos dados. Além disso, o Programa Monitora promove capacitações e workshops para

engajar os participantes e aprimorar suas habilidades técnicas, fortalecendo a rede de monitoramento ambiental no Brasil[8][9][10][11].

Dessa forma, este artigo tem como objetivo apresentar as informações relacionadas à participação social no monitoramento da biodiversidade nas áreas protegidas presentes no Núcleo de Gestão Integrada de Carajás – NGI Carajás, destacando o perfil socioeconômico dos monitores, a análise de suas percepções e os relatos de suas experiências.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido com os monitores que atuaram e atuam no Programa Monitora nas áreas protegidas de Carajás, região sudeste do Pará, onde está localizado seis UCs federais: Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Floresta Nacional (FLONA) de Carajás, FLONA do Itacaiúnas, FLONA do Tapirapé-Aquiri, Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, Reserva Biológica do Tapirapé, conforme mostradas na Figura 1.

### Coleta e análise de dados

O trabalho foi elaborado a partir da aplicação de um questionário em formato eletrônico, por meio da ferramenta Microsoft Forms, denominado “Perfil Social do Programa Monitora em Carajás”, contendo 45 questões (Anexo 1). O questionário eletrônico foi elaborado para a obtenção de informações qualitativas e quantitativa. Para isso foi elaborado um roteiro dividido em seções: 1) perfil socioeconômico (gênero, cor/etnia, idade, estado civil, ocupação, nº de filhos, nível de escolaridade, origem escolar, curso de graduação, para maiores detalhes ver anexo 1); 2) percepção em relação ao Programa Monitora; 3) relatos de experiências envolvendo os riscos que podem vir a ocorrer durante a realização das campanhas, com a aplicação de formulário para o preenchimento dos monitores formados e que participaram e/ou participam de campanhas nas UCs de Carajás. No total, 46 monitores responderam ao questionário eletrônico.

Para a análise da percepção em relação ao Programa Monitora foram agrupadas quatro questões nesta categoria, as quais estão relacionadas à percepção dos Monitores sobre a importância do Programa Monitora Carajás no desenvolvimento

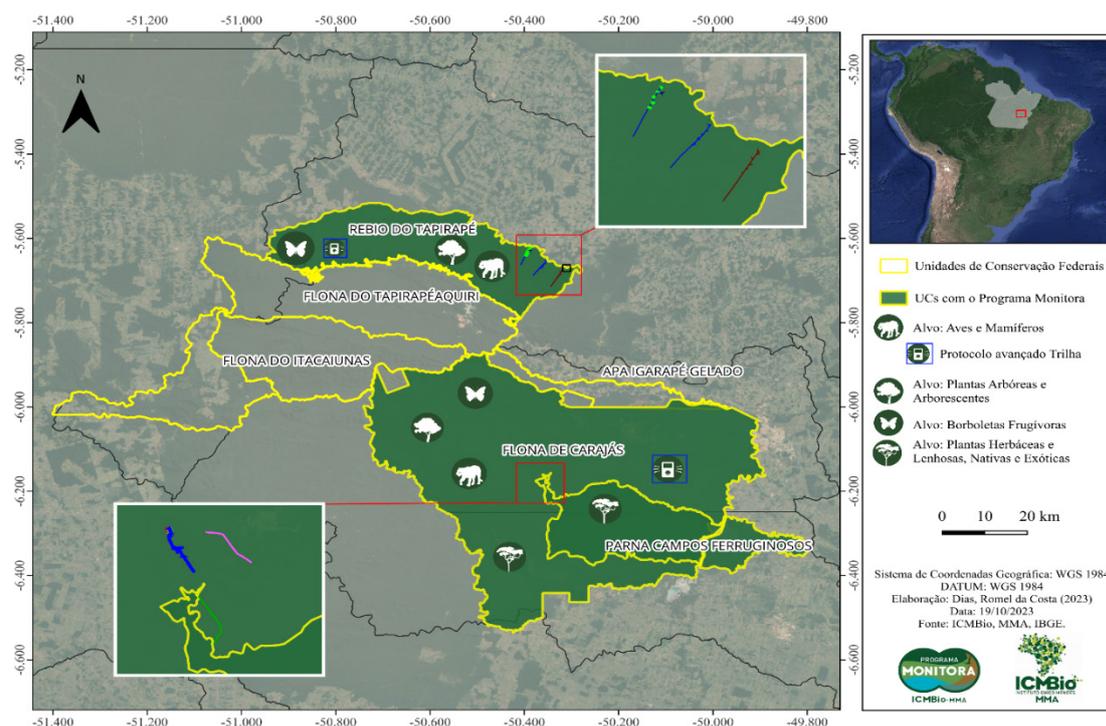


Figura 1 – Localização das Unidades de Conservação do território de Carajás e distribuição dos alvos do Programa Monitora até 2023.

profissional, vida financeira, envolvimento para a conservação da biodiversidade e na vida acadêmica.

O Programa Monitora estabelece protocolos específicos para monitoramento da biodiversidade em diferentes componentes vegetacionais, incluindo florestais, campestres e savânicos. Estes protocolos são fundamentais para a coleta sistemática de dados e a avaliação da saúde dos ecossistemas. Para entender a percepção dos monitores sobre os riscos potenciais durante a execução dos protocolos, foram abordados os seguintes procedimentos de monitoramento desenvolvidos em Carajás: protocolos de monitoramento de borboletas frugívoras (PBG), de mamíferos de médio e grande porte e aves cinegéticas (PMA), e de ambientes campestres e savânicos (PCS).

Os dados foram resumidos usando estatísticas descritivas convencionais. As variáveis categóricas (gênero, cor/etnia, estado civil, ocupação, nível de escolaridade, origem escolar, curso de graduação) e numéricas (idade, nº de filhos) foram descritas em números absolutos e porcentagem. Os dados referentes aos índices de nível de preocupação durante a execução dos protocolos de monitoramento de borboletas frugívoras (PBG), mamíferos de médio e grande porte e aves cinegéticas (PMA),

e campestre savânico (PCS) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foi utilizado para separação de médias e determinar as diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram processadas usando os pacotes ggplot2, Hmisc e multcomp no software R.

Para analisar as respostas obtidas para a pergunta “Participar das campanhas do Programa Monitora Carajás contribuiu para?”, foi desenvolvida uma nuvem de palavras utilizando a ferramenta online WordClouds. Foram geradas 682 palavras com significado, excluindo as palavras vazias de significado. A nuvem de palavras destacou as palavras mais frequentemente mencionadas nos relatos dos monitores, permitindo uma visualização clara das principais contribuições percebidas pelos participantes.

## Resultados e Discussão

### Aspectos pessoais e socioeconômicos dos monitores

Com relação à identificação do gênero foi observado diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ), evidenciada pelo fato de que o formulário eletrônico

foi preenchido por 31 mulheres e 15 homens, o que representa uma maior representatividade do gênero feminino (67%) em comparação com o gênero masculino (33%) (Figura 2). Essa constatação pode ser reforçada pelos registros de participação em capacitações, sendo o NGI com maior atuação na promoção de cursos de monitoramento da biodiversidade, totalizando 7 cursos, 211 participantes, com 99 pontos focais aptos a implementar o programa em outras regiões[12].

De fato, conforme observado por Cronemberger et al.[13], há uma participação significativamente maior de mulheres em iniciativas de monitoramento, as quais se beneficiam da oportunidade de ingressar em ambientes predominantemente masculinos, graças à diversidade de protocolos específicos para cada alvo de monitoramento. Esse aspecto amplia as possibilidades de engajamento feminino no Programa Monitora. Essa constatação é surpreendente, uma vez que o empoderamento das mulheres locais pode desempenhar um papel crucial no êxito de projetos de monitoramento

participativo e conservação da biodiversidade[14]. Afinal, a variedade de perspectivas relacionadas ao território e as oportunidades disponíveis também são influenciadas pela questão de gênero[15]. Portanto, em relação à representação de gênero, pode-se afirmar que as mulheres estão adequadamente representadas na implementação do Programa Monitora em Carajás.

Em relação à cor/etnia, foi adotada a estratégia de autodeclaração pelos participantes, respeitando a percepção subjetiva de cada indivíduo, sem qualquer imposição por parte dos pesquisadores. Observou-se que, entre as mulheres, a maioria se autodeclarou como parda, seguida por uma proporção menor que se identificou como branca e uma parcela ainda menor como preta (Tabela 1). Já entre os homens, as autodeclarações distribuíram-se de forma mais uniforme entre as categorias pardo, preto e branco. Notadamente, uma fração dos monitores do sexo masculino também se identificou como indígena (Tabela 1). Esses dados destacam a diversidade étnica presente no grupo de participantes.

Tabela 1 – Distribuição de cor/etnia por gênero.

Gênero	Parda	Branca	Preta	Indígena
Masculino	34%	25%	33%	8%
Feminino	68%	22%	10%	0%

A distribuição etária dos monitores do programa apresentou-se variada, concentrando-se predominantemente entre 20 e 39 anos para as mulheres e 22 a 42 anos para os homens, conforme ilustrado na Figura 2. Este padrão sugere uma tendência de envolvimento mais precoce das mulheres no programa comparado aos homens. Além disso, a maioria dos monitores é solteira, correspondendo a 77% do total, o que pode refletir uma maior disponibilidade ou inclinação para participar de atividades de campo que exigem flexibilidade de horários e deslocamento. A representatividade significativa de indivíduos solteiros entre os monitores sugere que o estado conjugal pode influenciar na decisão de envolver-se em tarefas de longo prazo e de maior demanda física, como as realizadas no programa monitorado. Esses dados de distribuição etária e estado civil são fundamentais para entender as dinâmicas de participação e podem auxiliar na elaboração de estratégias futuras

para engajar uma gama ainda mais diversificada de participantes, além de adaptar o programa às necessidades e disponibilidades específicas de diferentes grupos etários.

A análise das ocupações dos monitores revela um panorama diversificado, com variações notáveis entre os gêneros (Figura 3). A maior parte dos monitores do sexo feminino está em um estágio de formação acadêmica, com 59% identificando-se como estudantes. Este número é consideravelmente mais alto do que o observado entre os monitores masculinos, dos quais 36% são estudantes. Essa discrepância pode refletir diferenças nas trajetórias de carreira ou na disponibilidade para participar do programa durante a formação acadêmica. Em relação às ocupações formais, 36% dos homens estão empregados sob regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), comparativamente a 21% das mulheres. Essa diferença sugere que os homens podem ter uma inserção mais substancial em

empregos formais, enquanto as mulheres, embora participem, possuem menor representatividade nesse tipo de vínculo empregatício. Os servidores públicos, incluindo temporários e efetivos, também mostram uma discrepância de gênero, com 14% dos homens e

apenas 8% das mulheres situando-se nesta categoria. Esse resultado pode apontar para uma maior dificuldade de acesso das mulheres a cargos públicos ou maior estabilidade procurada pelos homens em seus campos de trabalho.

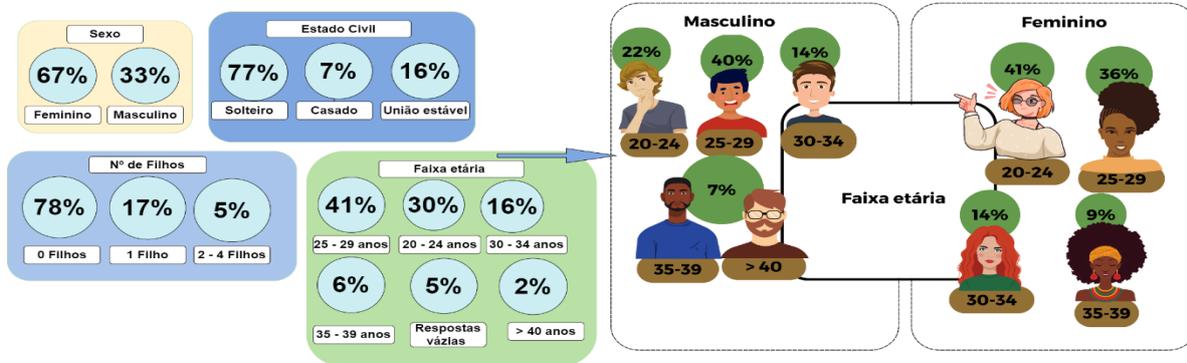


Figura 2 – Perfil socioeconômico do Programa Monitora no território de Carajás: gênero, estado civil, número de filhos, faixa etária.

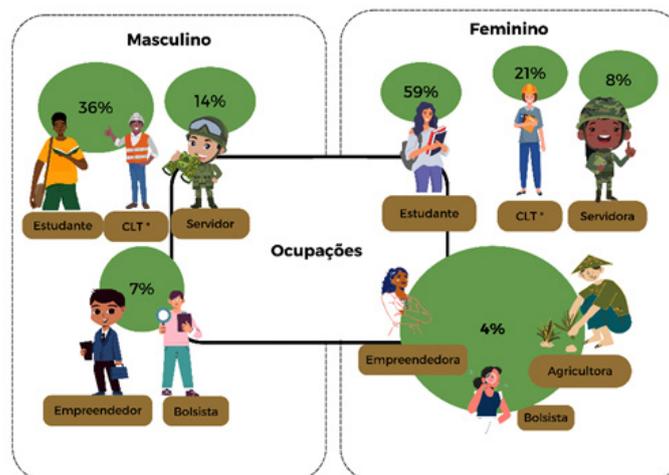


Figura 3 – Perfil socioeconômico do Programa Monitora no território de Carajás: ocupação.

Os monitores de Carajás estão presentes em várias cidades do estado do Pará, incluindo Ananindeua, Porto de Moz, Tucumã, Novo Repartimento, Rondon do Pará, Marabá e Parauapebas (Figura 4). Uma parte expressiva desses monitores vive nas cidades da mesorregião do sudeste paraense, especialmente em Marabá e Parauapebas. Esse fenômeno pode ser atribuído ao fato de que a maior parte da Reserva Biológica do Tapirapé se encontra em Marabá[16]. Da mesma forma, a Floresta Nacional de Carajás tem uma significativa porção do seu território (69,1%) localizada em Parauapebas[17].

É importante destacar que a maioria dos monitores capacitados para atuar nas UCs de Carajás obteve sua formação acadêmica ou está em processo de formação em instituições de ensino situadas em Marabá ou Parauapebas. Por exemplo, a Universidade do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) é mencionada frequentemente nas respostas, com uma parte significativa dos monitores vindo dessa instituição, seguida pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) em Parauapebas. Isso evidencia que a população local está sendo ativamente engajada como uma ferramenta participativa no âmbito do Programa Monitora nas UCs de Carajás.

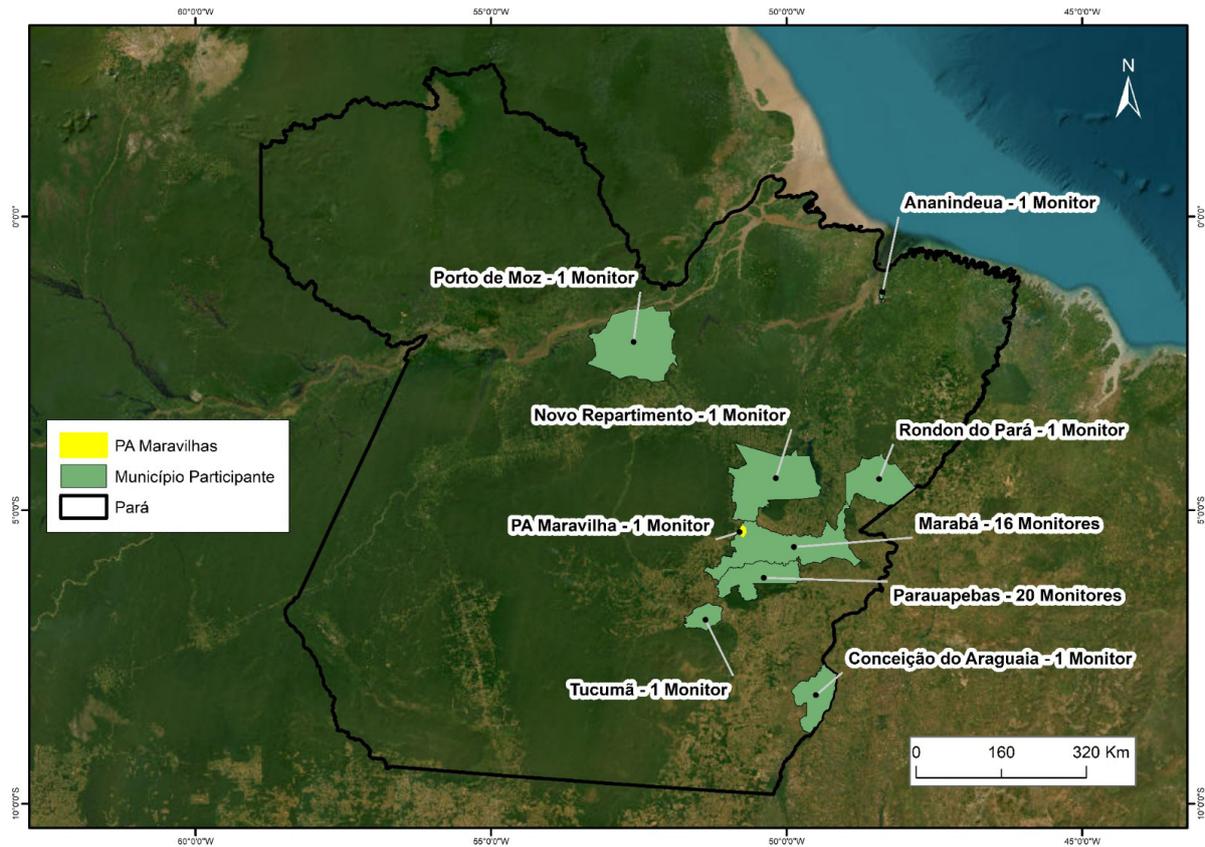


Figura 4 – Mapa com a distribuição dos monitores nas cidades do estado do Pará.

A análise da escolaridade dos participantes, apresentada na Figura 5, revelou uma diversidade significativa nos níveis educacionais, destacando a predominância de indivíduos com formação acadêmica, majoritariamente moradores locais da região. Isso demonstra que o Programa Monitora em Carajás atrai um grupo social variado. O ICMBio está focado em desenvolver processos que melhorem a participação social na gestão pública

da sociobiodiversidade. Esses esforços consideram as bases legais, diretrizes institucionais, contexto sociocultural e princípios da gestão adaptativa, de forma ética, crítica e comprometida, por meio do Ciclo de Capacitação em Gestão Participativa[18]. Conforme destacado por Calandino et al.[19], o engajamento da sociedade é crucial para garantir a efetividade das UCs.

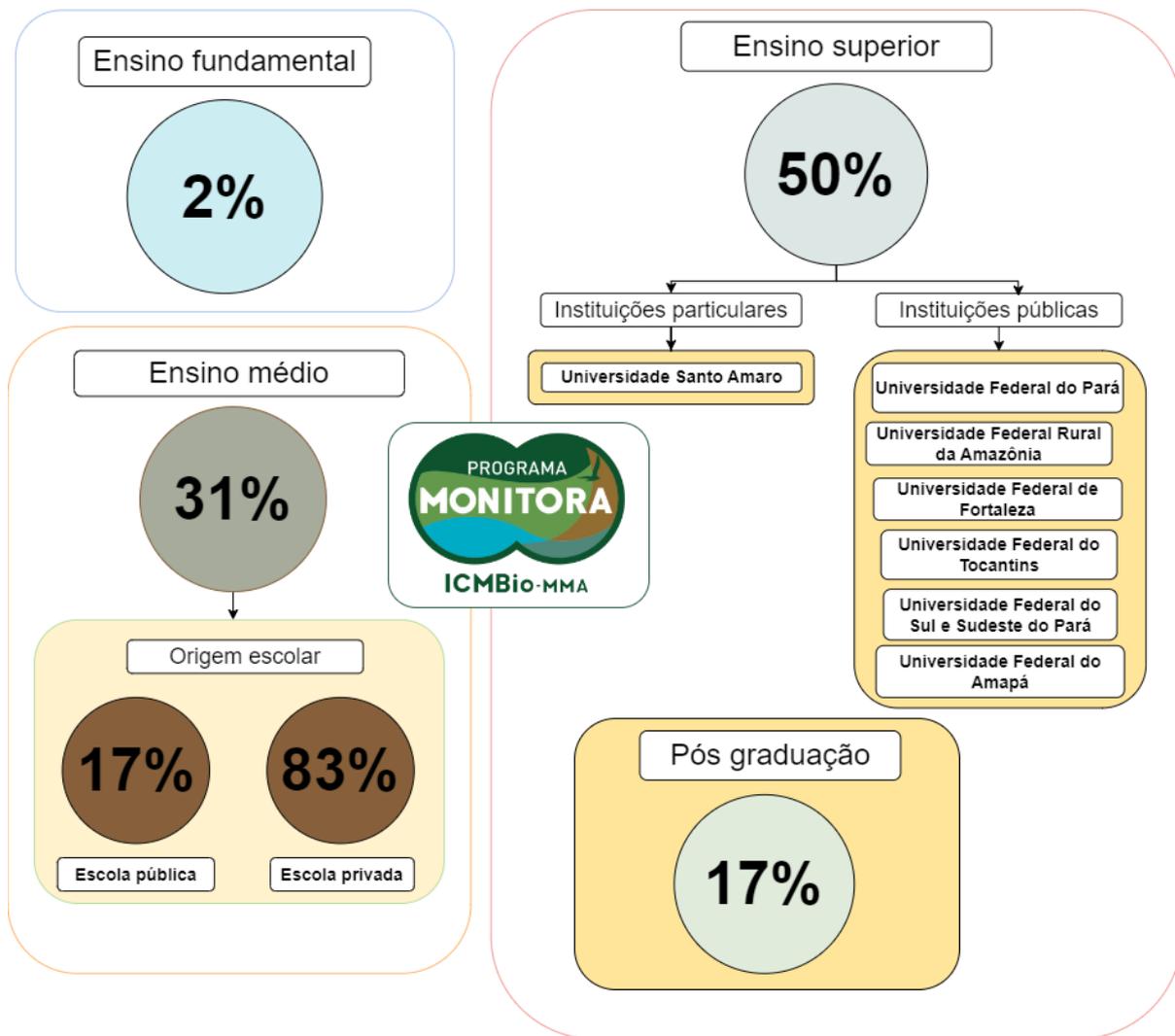


Figura 5 – Perfil socioeconômico do Programa Monitora no território de Carajás: nível de escolaridade dos monitores de Carajás.

### Percepção em relação ao Programa Monitora

Com base na Figura 6, constatou-se que o Programa Monitora teve um impacto positivo significativo na vida acadêmica dos monitores, uma vez que 80% dos entrevistados responderam na faixa de 9 a 10. Da mesma forma, observou-se uma influência positiva no desenvolvimento profissional, com 83% dos entrevistados atribuindo uma pontuação na faixa de 9 a 10. Além disso, todos os entrevistados (100%) destacaram a importância do Programa Monitora para o envolvimento na conservação da biodiversidade.

No que diz respeito à vida financeira, 31 entrevistados (67%) consideraram altamente relevante atuar como monitor no Programa Monitora.

Essa análise evidencia claramente que os monitores percebem os impactos positivos de participar de um programa de monitoramento da biodiversidade não apenas em suas vidas acadêmicas e profissionais, mas também reconhecem a relevância financeira dessa experiência. Constantino et al.[4] destacaram que uma das motivações frequentemente exploradas por iniciativas de monitoramento está relacionada ao pagamento pelos serviços prestados pelos monitores. No geral, estes monitores passam por treinamentos para se qualificarem e capacitar na coleta de dados sobre a biodiversidade em campo.

Existe uma clara percepção de que atuar como monitor no Programa Monitora é fundamental para transformar esses participantes em protagonistas de ações de conservação, influenciando suas posições

em espaços de tomada de decisões. Essa percepção se reflete nas respostas à pergunta “Classifique o grau de relevância do Programa Monitora Carajás no seu envolvimento na conservação da biodiversidade” (Anexo 1), em que 100% dos monitores afirmaram que é altamente relevante. Compreender esse aspecto é crucial para alinhar estratégias de participação social e garantir a legitimidade dos resultados do monitoramento. Essa abordagem é fundamental para a implementação de uma gestão adaptativa eficaz e, portanto, para o sucesso das iniciativas de conservação da biodiversidade[20].

O Programa Monitora, em sua abordagem de formação, busca alcançar todos os participantes em cada etapa de sua implementação, indo além de uma simples instrução para promover uma educação reflexiva[21][5][3]. O programa incentiva o senso de pertencimento, capacita para uma participação

qualificada nas decisões de gestão[22], integra o conhecimento local nas análises e promove o desenvolvimento da alfabetização científica.

Esses elementos também são abordados em outras iniciativas de monitoramento participativo[23][24], como exemplificado pelo Projeto de Monitoramento Participativo da Biodiversidade (MPB), desenvolvido pelo ICMBio em colaboração com o Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). Esse projeto preconiza abordagens inclusivas e integrativas, destacando a importância de espaços de diálogo, como os conselhos das UCs, e atividades de monitoramento participativo. Essas práticas visam criar um senso de pertencimento entre a gestão, as comunidades locais e as instituições envolvidas, promovendo o reconhecimento mútuo que contribui para a conservação da biodiversidade na área protegida[15].

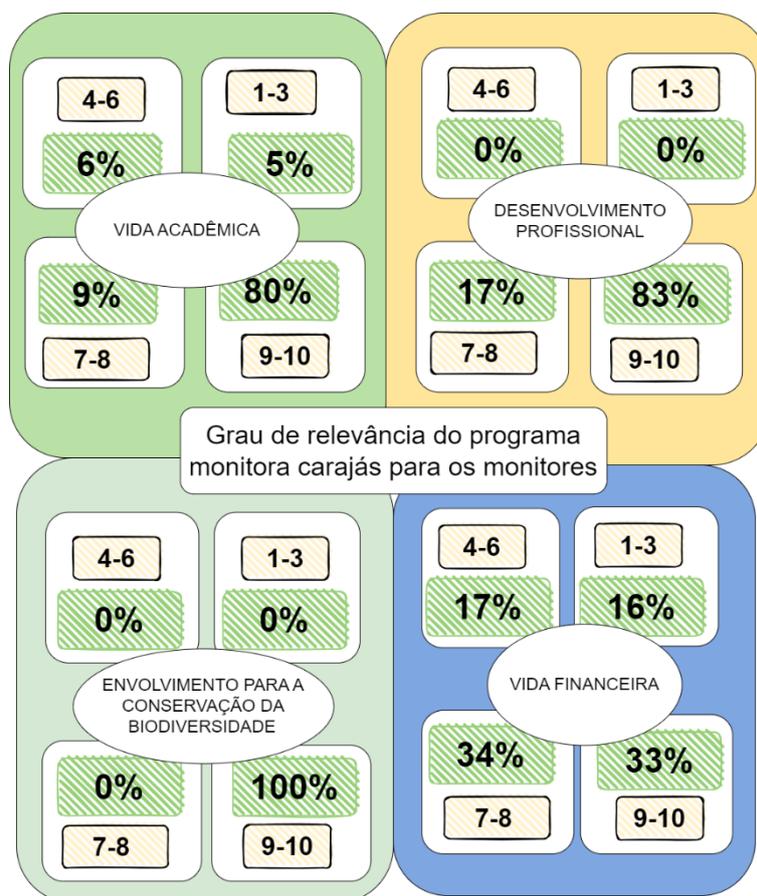


Figura 6 – Percepção dos Monitores sobre o Programa Monitora.

Os resultados obtidos sobre o nível de preocupação durante a execução dos protocolos de monitoramento borboletas frugívoras e mamíferos de médio e grande porte e aves cinegéticas demonstraram um elevado grau de preocupação acerca ataque de grandes mamíferos comparado ao campestre savânico ( $p \leq 0,01$ ; Figura 7). Em relação ao ataque de animais peçonhentos, não houve diferença entre os três protocolos ( $p \geq 0,05$ ; Figura 7), entretanto foi considerado o risco com maior grau de preocupação quando comparado a todos os outros.

A inclusão de diversos atores sociais no planejamento, na coleta de dados e na interpretação coletiva dos resultados é uma parte fundamental do Programa Monitora[7][25]. Mesmo que de maneira não intencional, cada indivíduo envolvido impacta todo o processo e, por sua vez, é impactado por ele[25], e essa construção pode ser refletida nos resultados do monitoramento do componente florestal[26][27].

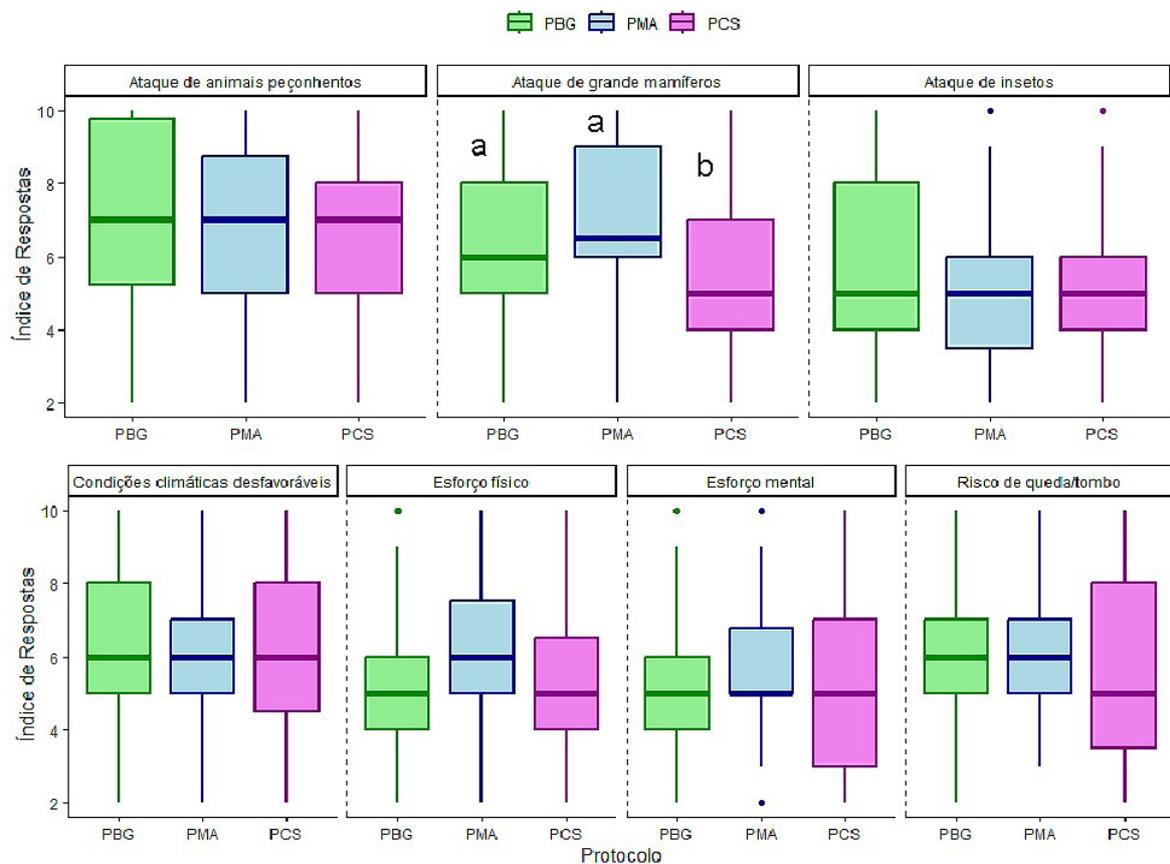


Figura 7 – Boxplot dos dados do nível de preocupação durante a execução dos protocolos de monitoramento de borboletas frugívoras (PBG), mamíferos de médio e grande porte e aves cinegéticas (PMA), campestre savânico (PCS). N = 46.

Pelo método da nuvem de palavras (Figura 8), é possível observar que as palavras com maior frequência foram: Profissional[16], Monitora[15], Biodiversidade[13], Conservação[12], Conhecimento[11], Desenvolvimento[9], Monitora-

mento[9] e Campanhas[9], Práticas[7] e atua como um propulsor na vida de quem participa, seja em âmbito profissional ou pessoal, aflorando aspectos conservacionistas e agregando profissionalmente a vida de muitos monitores.



*Ecologia (de modo geral), o monitoramento em si, o contato com a natureza os protocolos de monitoramento, tanto de aves e mamíferos, quanto de borboletas, me permitiram ter a experiência que tenho hj para ingressar no mercado de trabalho, e saber que tenho e tive esse suporte através do ICMBio, me capacita mais ainda. O Monitora é excelente e te estiga a cada vez mais, gerar proteção às UCs e suas particularidades de fauna e flora.*

O terceiro relata que a sua motivação inicial estava atrelada à necessidade financeira, porém, ao participar das campanhas, isso concomitou positivamente com a área pessoal e profissional da sua vida. Nesse contexto, é relatado ainda que o Programa Monitora contribui com práticas em campo, que por conta da pandemia da covid, não foram desenvolvidas durante a sua graduação.

*Participar das campanhas do Monitora teve uma motivação inicial atrelada a necessidade financeira, e sempre funcionou como uma espécie de terapia como bônus, então posso dizer que contribuiu com o meu emocional também, mas no decorrer das campanhas observei o quanto contribuiu para a minha formação profissional, pois tem sido uma oportunidade incrível de colocar em prática muitas coisas que não foi possível durante as aulas da graduação por conta da pandemia do COVID-19 e de forma prazerosa, mesmo não podendo receber as diárias por conta do vínculo com o ICMBio como bolsista de iniciação científica.*

## Conclusão

A análise dos dados do Programa Monitora nas áreas protegidas presentes no NGI Carajás, revelou percepções importantes sobre a composição e o impacto do programa na implementação da agenda de conservação da biodiversidade, contribuindo para a ciência cidadã e o manejo sustentável das UCs. A maior participação feminina, também sugere que o empoderamento das mulheres da região é crucial para o sucesso de iniciativas de monitoramento participativo e conservação da biodiversidade. A diversidade étnica dos monitores, identificada por meio de autodeclaração, revelou uma predominância de participantes que se identificam como pardos, seguidos por brancos e pretos, com uma fração de homens se identificando como indígenas. Essa

diversidade é essencial para enriquecer o programa com múltiplas perspectivas culturais e sociais. A escolaridade dos participantes mostrou uma diversidade significativa, com uma predominância de monitores moradores da região e com formação acadêmica. Isso indica que o Programa Monitora em Carajás atrai principalmente os estudantes, sendo necessário um esforço da gestão do NGI Carajás para envolver um grupo socialmente diversificado, contribuindo para o aprimoramento da participação social na gestão da sociobiodiversidade.

A participação no Monitora foi considerada altamente relevante para o desenvolvimento profissional e acadêmico dos monitores, bem como para o envolvimento na conservação da biodiversidade. Além disso, muitos monitores reconheceram a relevância financeira da experiência. O Programa Monitora em Carajás, com sua abordagem educativa reflexiva e inclusiva, promove um senso de pertencimento e capacita os participantes na geração de informação qualificada para subsidiar a gestão das UCs do NGI.

## Referências

1. Lindenmayer DB, Likens GE. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*. [internet]. 2009 May 4 [citado em 2024 jan. 30]; 24(9): 482-486. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.005>
2. Instrução Normativa nº3, de 4 de setembro de 2017 (Brasil). Institui o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes. [internet] Diário Oficial da União 06/09/2017, Seção 1, p. 69. [citado em 2023 out. 30]. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao\\_normativa\\_03\\_2017.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao_normativa_03_2017.pdf)
3. Instrução Normativa nº2, de 28 de janeiro de 2022 (Brasil). Reformula o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes [internet]. Diário Oficial da União 08/02/2022, Seção 1, p. 46. [citado em 2023 fev. 24]. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/legislacao/in2\\_2022\\_fev.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/legislacao/in2_2022_fev.pdf)
4. Constantino PA, Carlos HSA, Munari DP, Freitas DPM: Participação de comunidades locais no monitoramento da biodiversidade. In: Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM, Prado F (eds.). *Monitoramento participativo da biodiversidade. Aprendizados em evolução*. 2 ed. São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2019. pp.22-31. Disponível em: [https://issuu.com/institutoipe/docs/livro\\_mpb\\_web](https://issuu.com/institutoipe/docs/livro_mpb_web).

5. Tófoli CF, Rodrigues LS, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR (org.). Como Surgiu o Encontro dos Saberes. In: Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação. Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021. p. 36-55. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-encontro-dos-saberes>.
6. Monitora, Ribeiro KT (orgs.). Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade. Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas. [Internet]. Instituto Chico Mendes – ICMBio. 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia\\_geral.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia_geral.pdf)
7. Souza TT, Ribeiro KT, Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM. Monitoramento da biodiversidade para as estratégias de conservação: experiência do Programa Monitora. In Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM, Prado F (eds.). Monitoramento participativo da biodiversidade. Aprendizados em evolução. 2 ed. São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas/ MEMNON. 2019. P 68-83. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-mpb>.
8. Ferreira BP, Coxey MS, Gaspar ALB, Silveira CBL, Souza FRS, Matheus Z, Feitosa CV, Maida M, Prates AP, Strenzel GMR, Messias LT. (2021). 'Status and trends of coral reefs of the Brazil region'. In: Souter D, Planes S, Wicquart J, Logan M, Obura D, Staubet F. (eds.). Status of Coral Reefs of the World: 2020 Report, International Coral Reef Initiative. Available at: <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2022/05/Chapter-11.-Status-and-trends-of-coral-reefs-of-the-Brazil-region.pdf>
9. CEMAVE/ICMBIO (2020). Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo: ICMBio. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/relatorios/relatorio\\_de\\_rotas\\_e\\_areas\\_de\\_concentracao\\_de\\_aves\\_migratorias\\_brasil\\_3edicao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/relatorios/relatorio_de_rotas_e_areas_de_concentracao_de_aves_migratorias_brasil_3edicao.pdf)
10. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Portaria ICMBio Nº 284, de 11 de maio de 2021, Aprova o Plano de Gestão Local dos Budiões (*Scarus trispinosus*, *Scarus zelindae*, *Sparisoma frondosum* e *Sparisoma axillare* e *Sparisoma amplum*) da Reserva Extrativista Marinha do Corumbau e define regras para pesca e manejo [internet]. Diário Oficial da União. 2021 jun. Seção 1, p. 57.[citado 23 em 2023 out. 30] Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2021/P\\_icmbio\\_284\\_2021\\_aprova\\_plano\\_gestao\\_local\\_budioes\\_resex\\_corumbau.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2021/P_icmbio_284_2021_aprova_plano_gestao_local_budioes_resex_corumbau.pdf)
11. Ministério do Meio Ambiente [<https://www.gov.br/mma/pt-br>]. 2ª Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade [acesso em 30 jan 2024]. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias>.
12. <https://www.even3.com.br/anais/cgbio/743400-a-contribuicao-de-carajas-em-formacoes-do-programa-monitora/>
13. Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, de Andrade DFC, Marini-Filho OJ, Masuda LSM, Mendes KR, Samuel dos Santos Nienow SS, Polaz CNM, Reis ML, Sampaio R, Souza JM, Tófoli CF. Social participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program leads to multiple socioenvironmental outcomes. Citizen Science: theory and practice. [internet]. 2023 february [citado em 2024 jan. 30]; 8(1): 32, pp. 1-15. Disponível em: Social Participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program Leads to Multiple Socioenvironmental Outcomes ([www.gov.br](http://www.gov.br))
14. Costa S, Casanova C, Lee P. What does conservation mean for women? The case of the Cantanhez Forest National Park. Conservation & Society. [internet]. 2017 january [citado em 2024 jan. 30] 2017; 15(2): 168-178. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26393284>
15. Pereira FF, Pellin Â, Dias L, Silva M, Lehmann D, Bernardes V, Lima F, Prado F, Tófoli C. Percepção do Conselho acerca do Monitoramento Participativo da Biodiversidade para a Gestão das Unidades de Conservação da Amazônia. Biodiversidade Brasileira. [internet]. 2022 novembro 01 [citado em 2024 jan. 30]; 12(5): 151-166. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/1814>
16. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tapirapé: Encarte 2 – análise da região da unidade de conservação. Brasília: ICMBio; 2009. [Acesso em 11 out 2023]; Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/rebio-do-tapirape/arquivos/pm\\_rebio\\_tapirape\\_1.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/rebio-do-tapirape/arquivos/pm_rebio_tapirape_1.pdf)
17. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás: Volume I – Diagnóstico. Brasília: ICMBio, 2016. [Acesso em 11 out 2023]. Disponível em: [www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/flona-de-carajas/arquivos/dcom\\_icmbio\\_plano\\_de\\_manejo\\_flona\\_carajas\\_volume\\_i.pdf](http://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/flona-de-carajas/arquivos/dcom_icmbio_plano_de_manejo_flona_carajas_volume_i.pdf)
18. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), 2013. Plano de Curso do Ciclo de Capacitação em Gestão Participativa, 30p
19. Calandino D, Scárdua FP, Koblitz RV. Participação social, uma aliada na conservação da biodiversidade em unidades de conservação da Amazônia. Diversidade e Gestão. [internet]. 2018 [citado em 2024 jan. 30]; 2(2): 151-177. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/diversidadeegestao/wp-content/uploads/2019/02/Danielle-Calandino.pdf>

20. Andrade GSM, Rhodes JR. Protected areas and local communities: an inevitable partnership toward successful conservation strategies? *Ecology and Society*. 2012; 17(4): 14. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-05165-170414>
21. Santos RSS, Pereira AB, Pereira T, Pereira J, Prado F, Constantino PAL. (2015. Monitoramento da biodiversidade: estrutura pedagógica do ciclo de capacitação. [Internet]. Brasília: GKNoronha. 2015. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%A7%C3%B5es\\_da\\_COEDU/Monitoramento\\_da\\_Biodiversidade\\_-\\_Estrutura\\_Pedagogica\\_do\\_Ciclo\\_de\\_Capacita%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%A7%C3%B5es_da_COEDU/Monitoramento_da_Biodiversidade_-_Estrutura_Pedagogica_do_Ciclo_de_Capacita%C3%A7%C3%A3o.pdf)
22. Pellin A, Dias LL, Tófoli CF. Avaliação da percepção de atores locais a respeito do projeto monitoramento participativo da biodiversidade. IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas: Relatório técnico. [2022]. 95p.
23. Danielsen F et al. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. *Conservation Biology*. [internet]. 2009 january [citado em 2024 jan. 30]; (1): 31-42. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.01063. Disponível em: The Society for Conservation Biology (wiley.com)
24. Fernandez-Gimenez ME, Ballard HL, Sturtevant VE. Adaptive management and social learning in collaborative and community-based monitoring: a study of five community-based forestry organizations in the western USA. *Ecology and Society*. [internet]. 2008 december 13 [citado em 2024 jan. 30] (2): 22. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26267955>
25. Ribeiro KT, Tófoli CF, Lehmann D, Lemos PF, Rodrigues LS, Gomes MAO, Prado F. 'Como surgiu o encontro dos saberes. In: Tófoli CF, Rodrigues LS, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR (orgs.). Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação, Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021. P 36-55. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-encontro-dos-saberes>.
26. Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade: programa monitora, subprograma terrestre, componente florestal: relatório 2014-2018. Brasília: Instituto Chico Mendes/ICMBio. 301. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014\\_2018.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014_2018.pdf)
27. Monitora. Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade: programa monitora, subprograma terrestre, componente florestal: relatório 2014-2018. [Internet]. Instituto Chico Mendes/ICMBio. 2021. Disponível em: [www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014\\_2018.pdf](http://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014_2018.pdf)

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Breeding dynamics and population trend in the largest colony of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) in the South Atlantic

Lucas Penna Soares Santos<sup>1,2,\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2346-1646>

\* Contato principal

Hellen José Florez Rocha<sup>3</sup>

Ricardo Krul<sup>4</sup>

Patricia Pereira Serafini<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-2448-7621>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres/CEMAVE, Cabedelo/PB, Brasil. <penna.lucas@gmail.com, patriciaserafini@gmail.com>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada de Fernando de Noronha, Fernando de Noronha/PE, Brasil. <penna.lucas@gmail.com>.

<sup>3</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada Antonina-Guarapeçaba, Guarapeçaba/PR, Brasil. <hellen.florez@gmail.com>.

<sup>4</sup> Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação – Triade, Curitiba/PR, Brasil. <ricardokrul@gmail.com>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 30/07/2024

### Como citar:

Santos LPS, Rocha HJF, Krul R, Serafini PP. Breeding dynamics and population trend in the largest colony of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) in the South Atlantic. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(3): 36-50. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2539

**Keywords:** Breeding seasonality; Fernando de Noronha archipelago; seabirds; tropical region.

**ABSTRACT** – Understanding breeding parameters based on standardized surveys represents a great indicator for evaluating long-term changes and population trends, especially in seasonal species. Here, we performed monthly monitoring of large and independent colonies of the Red-footed Booby *Sula sula* in the Fernando de Noronha archipelago during 2018–2024, focusing on recognize the breeding dynamic and population trends. We found well synchronized colonies, following clear seasonal patterns in six defined breeding seasons (during c. 15 months). Breeding adults were recorded throughout the year, with peaks of active nests in August ( $34.75 \pm 8.80$  nests/ha) and total abundance in June ( $50.84 \pm 11.46$  individuals/ha). Active nests and breeding adults remained stable over the study period. The abundance of adults in the colonies was increased, in response to increases in non-nesting individuals, which points to population recruitment. This is corroborated by the increase in breeding success across the seasons, which varied considerably (c. 8-40%). Our data provided the first continuous census over the years for the Red-footed Booby. We highlight that continued long-term monitoring is crucial for understanding the population dynamics of the largest colonies of this seabird in the South Atlantic region.



## Dinâmica reprodutiva e tendência populacional na maior colônia do atobá-de-pé-vermelho *Sula sula* (Linnaeus, 1766) no Atlântico Sul

**Palavras-chave:** Reprodução sazonal; arquipélago de Fernando de Noronha; aves marinhas; região tropical.

**RESUMO** – Entender os parâmetros reprodutivos com base em levantamentos padronizados é um ótimo indicador para avaliar mudanças de longo prazo e para avaliar tendências populacionais, especialmente em espécies sazonais. Neste estudo, monitoramos mensalmente três colônias amplas e independentes do atobá-de-pé-vermelho *Sula sula* (Linnaeus, 1766) durante 2018–2024 no arquipélago de Fernando de Noronha, com foco em reconhecer a dinâmica reprodutiva e as tendências populacionais. Foram observadas colônias sincronizadas, seguindo claros padrões sazonais, durante seis temporadas reprodutivas bem definidas (com duração média de 15 meses). Adultos reprodutivos foram registrados ao longo de todo ano, com picos de ninhos ativos nos meses de agosto ( $34,75 \pm 8,80$  ninhos/ha) e abundância total de indivíduos em junho ( $50,84 \pm 11,46$  indivíduos/ha). O número de ninhos ativos e de adultos reprodutivos permaneceu estável ao longo do período de estudo. A abundância de adultos nas colônias foi crescente, em resposta ao aumento de indivíduos não-nidificantes, apontando para um recrutamento populacional. Isso é corroborado pelo aumento do sucesso reprodutivo ao longo das temporadas reprodutivas, a qual variou consideravelmente (c. 8-40%). Nossos dados forneceram o primeiro censo contínuo ao longo dos anos para o atobá-de-pé-vermelho. Reforçamos que a continuidade dos monitoramentos a longo prazo se torna fundamental para entender a dinâmica populacional das maiores colônias desta ave marinha na região do Atlântico Sul.

## Dinámica reproductiva y tendencia poblacional en la mayor colonia del piquero Patirrojo *Sula sula* (Linnaeus, 1766) en el Atlántico Sur

**Palabras clave:** Reproducción estacional; archipiélago de Fernando de Noronha; aves marinas; región tropical.

**RESUMEN** – La comprensión de los parámetros reproductivos basados en estudios estandarizados es un excelente indicador para evaluar los cambios a largo plazo y para evaluar las tendencias poblacionales, especialmente en especies estacionales. En este estudio, monitoreamos mensualmente grandes colonias independientes del Piquero Patirrojo *Sula sula* (Linnaeus, 1766) durante 2018–2024 en el archipiélago de Fernando de Noronha, con un enfoque en el reconocimiento de la dinámica reproductiva y las tendencias poblacionales. Se observaron colonias sincronizadas, siguiendo patrones estacionales claros, durante seis temporadas reproductivas bien definidas (con una duración media de 15 meses). Se registraron adultos reproductivos en todos los meses del año, con picos de nidos activos en agosto ( $34,75 \pm 8,80$  nidos/ha) y abundancia total de individuos en junio ( $50,84 \pm 11,46$  individuos/ha). El número de nidos activos y de adultos reproductivos se mantuvo estable a lo largo del periodo de estudio. La abundancia de adultos en las colonias aumentó en respuesta al incremento de individuos no nidificantes, lo que apunta a un reclutamiento de la población. Esto lo corrobora el aumento del éxito reproductivo a lo largo de las estaciones reproductivas, el cual varió notablemente (c. 8-40%). Nuestros datos proporcionaron el primer censo continuo a lo largo de los años para el Piquero Patirrojo. Destacamos que un monitoreo continuado a largo plazo es crucial para comprender la dinámica poblacional de las mayores colonias de esta ave marina en la región del Atlántico Sur.

## Introduction

Understanding breeding activity in seabirds is one of the most effective ways to understand population sizes and their oscillations[1][2][3]. The resilience and size of colonies over time can reflect the quality and resources of their breeding sites, since seabirds connect terrestrial and marine environments and processes[4][5]. Thus, standard censuses focusing on seabird activity are relevant to take effective actions for conservation purposes[6][7], especially when considering protected nature areas (e.g., Marine Protected Areas – MPAs) that often provide a refuge for numerous individuals[8]. Seabirds are known to be one of the most globally threatened groups[7], making it necessary to better understand how populations are reacting across time and under local conditions in different regions, especially considering breeding dynamics[9][10][11]. In this context, Brazilian tropical waters comprise a large territory in the South Atlantic Ocean, with c.100 seabird species, which have been little studied by long-term surveys focusing on comprehensive demographic and phenology traits[12][13].

One of the most iconic seabird that is threatened in Brazil is the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766)[14], the smallest booby species among the Sulidae (60 cm; 1 kg), which presents two distinguished morphs – brown and white individuals[15][16]. This is an arboreal seabird species and some breeding features are known, such as formed nests with a single clutch size and nest-guarding by pairs during c. 45 days of hatching and c. 120 days of fledging time[17][18][19][20]. The foraging habits of this species are pelagic by fishing in flight or diving very effectively[17] and differ according to time of day[21]. The species is non-migrant in widespread tropical global areas, restricted to offshore regions[16][22]. In the Atlantic, Red-footed Booby populations occur largely in the Caribbean region and in a few oceanic islands in the South[16]. Among them, there are low numbers of breeding pairs on Ascension Island and Saint Helena[23][24][25][26], while on Trindade Island the species colonies were reported to be extinct, with only a few individuals that are rarely seen[27][28]. The Rocas Atoll and Saint Peter and Saint Paul archipelago receive dispersal individuals in flight and resting[27]. More remarkably, the Fernando de Noronha archipelago still holds colonies that comprise the largest population in the South Atlantic Ocean, with a maximum of 1,440 individuals found in 2011[23][27].

In the current study, we monitored different colonies of the Red-footed Booby population in the Fernando de Noronha archipelago using a standard census. Populational traits were investigated, mainly including the breeding parameters and abundance oscillations over time and sample sites. We analyzed how population size varied across the years, aiming to recognize general trends in the local population, defined seasons, breeding success, and abundance of adults in their colonies. Finally, we also discuss general trends and factors that may affect Red-footed Booby colonies in this tropical oceanic island of the South Atlantic Ocean.

## Material and Methods

### Study area

The Fernando de Noronha archipelago (hereafter FNA; 03°52'S; 32°25'W) is a volcanic island group situated 345 km off the northeastern mainland with a total land area of 26 km<sup>2</sup> and altitudes up to 323 m [29][30]. The archipelago has a tropical oceanic climate (Awi Koppen classification) with an annual temperature of around 27°C, great interannual variability in the rainfall rate of c. 1,400 mm, and predominant easterly surface winds and South Equatorial currents from the southeast[30][31]. This territory is defined as seasonal deciduous forest, where several environments provide a variety of conditions for local fauna in FNA, especially regarding bird species[32][33][34][35]. The greatest richness of avifauna among the Brazilian oceanic islands is presented in FNA, as the representativeness of an Important Bird Area[34][36]. The region includes about 60 migrant and vagrant species, six landbirds and 11 resident seabirds, highlighting the nationally threatened Audubon's Shearwater *Puffinus lherminieri* Lesson, 1839, Red-billed Tropicbird *Phaethon aethereus* Brandt, 1840, White-tailed Tropicbird *Phaethon lepturus* Daudin, 1802 and Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766)[34][37][14].

The archipelago has two categories of protected areas: the Environmental Protection Area (hereafter APA; 79,136 ha – exclusive region of the Fernando de Noronha; [38]), which comprises a permanent human population of over 3,100 inhabitants who live on the main island[39], and the National Marine Park (hereafter PARNA; 10,932 ha; [40]), under strict protection. Focusing on the long-term monitoring (i.e., [41]) of the Red-footed Booby population,

we elected three areas, accessible by trails, as independent sites, containing colonies in isolated environments from each other (Fig. 1): 1) Sancho beach (colony including 5.79 ha): a sandy ground bordered by a steep wooded cliff, which constitutes the first colony of the Red-footed Booby in PARNA, to refer the neighboring area of APA; 2) Golfinhos bay (2.17 ha): a rocky beach associated with coastal

arboreal vegetation situated in a no-take zone, and; 3) Buracão cove (5.25 ha): a gentle slope covering a large forest area down to a rocky coastal line. All sites present similar conditions in altitude (c. 0–80 m asl), substrate, and general environment influences, as well as being located in the inland sea waters (North-Northeast direction) of the archipelago within PARNA.

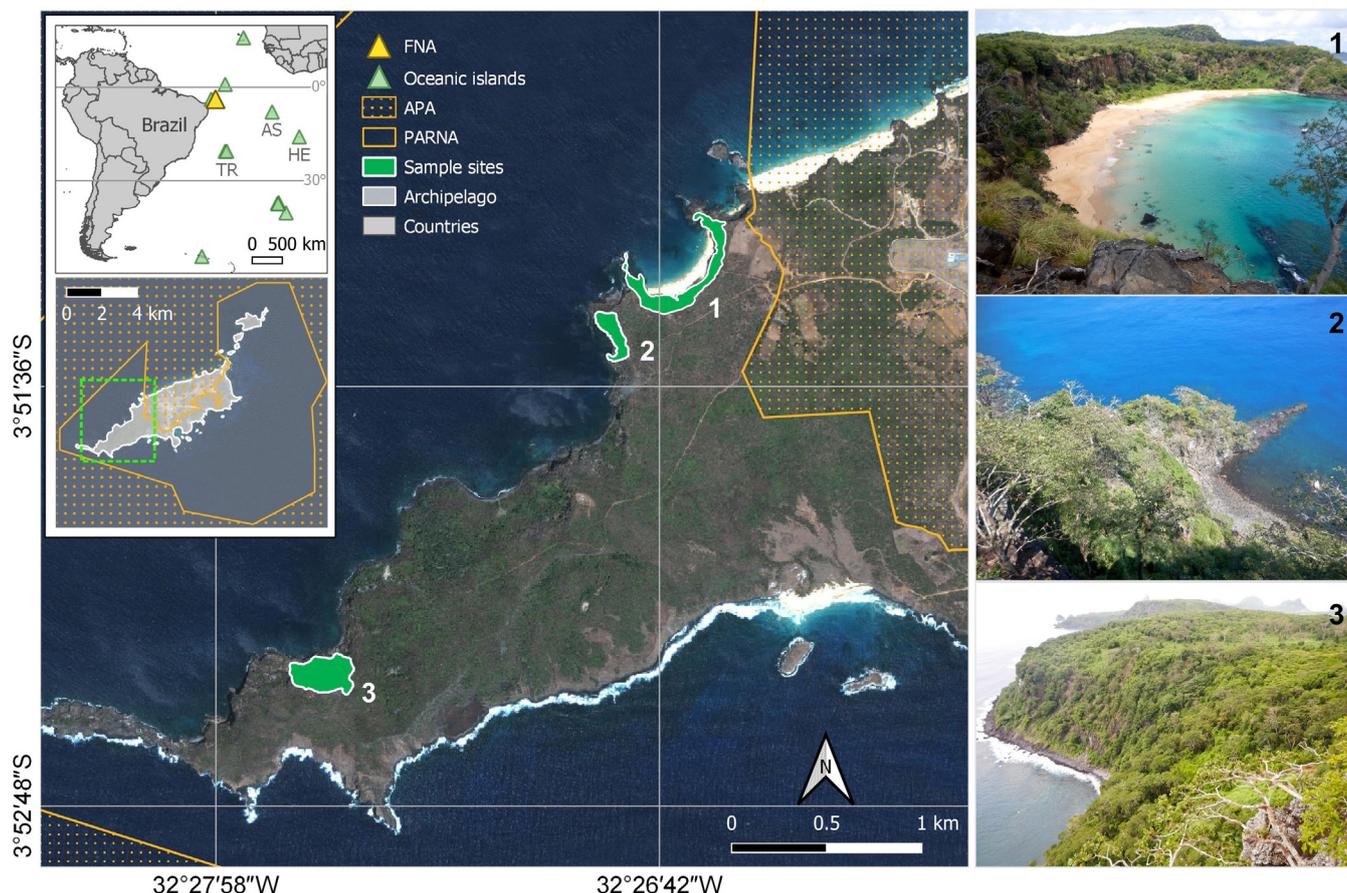


Figure 1 – Map showing the Fernando de Noronha archipelago (FNA) overview with the oceanic island from the Atlantic Ocean (AS = Ascencion, HE = Saint Helena, TR = Trindade), natural protected areas (APA = Environmental Protected Area, and PARNA = National Marine Park) that shelter the archipelago, and the sample sites (1 = Sancho beach, 2 = Golfinhos bay, and 3 = Buracão cove) visited during this study, delimited by three different colonies of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766).

## Data collection

The fieldwork was carried out by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio) team (under the permit SISBIO n. 24318), monthly, always in the morning (c. 2 h per site) and accompanied by the same collector (LPSS). The monitoring covered the period from May 2018 to January 2024, except during July 2018 and April, May, and June 2020 (pandemic lockdown). Sancho beach and Golfinhos bay were sampled during the entire period, and sampling in Buracão cove began

in November 2020. To survey the Red-footed Booby colonies, we performed distance censuses (binoculars 10 x 42) on foot and from a fixed point, covering the same standardized area at the sampling sites over time. Data were recorded in pencil on a standard field sheet in PVC plate. The main parameter adopted was the number of active nests, corresponding to the monthly sum of 1) incubating adults, and 2) eggs and nestlings with or without adults[42]. The nestlings were identified according to their morphological characteristics[43][44], as follows: A) initial phase: N1 (devoid of feathers), N2 (covered with white feathers),

N3 (visible remiges and rectrices feathers), and N4 (completely feathered or with traces of feathers on the head, neck and flanks); and B) final phase: N5 (brown feathered and independent able to fly). Total abundance was defined as the sum of breeding adults (nesting individuals, incubating adults, and adults caring for their nestlings) and non-nesting adults (resting individuals, without nesting activity or parental care, which suggests a non-breeding individual; counted from July 2020) by month.

## Data analyses

Breeding seasons (numbered from S18 to S23, in relation to the highest number of months with breeding activity in each year) were defined as the total duration of the first month with breeding adults and the last with the presence of N5, including all sample sites. In cases where the seasons overlap, we defined the lowest number of incubating adults between the seasons as the beginning, as of N5 as the end. The nesting period was defined as the first to the last month in which a nesting adult was detected. The numbers of active nests and abundance per month were taken by summing all sample sites. To interpret the breeding population proportion in each season, we checked the highest percentage of breeding adults and compared this with the total abundance of the same month, comprising the average of all sample sites. We do not discard the possibility that adults could nest more than once per season, so this percentage may refer to the minimum value reached for breeding adults.

To properly compare between sample sites, we took the density values (number of each category per hectare) of active nests, breeding adults, non-nesting adults, and total abundance separately. We evaluated the colonies' synchronicity using Pearson's correlation to compare the density oscillations between the colonies over the entire sample period. Then, we used the Kolmogorov-Smirnov test for normality, Levene's Test for homogeneity of variances, and one-way ANOVA to check the differences in densities between areas, months, years, and seasons. If the sample sites were positively correlated and had homogeneous variances, we would assume that Red-footed Booby population behaves in a similar way, in general, in the FNA. Thus, we used Linear Regression to check populational trends over time, using 1) the general mean density of active nests for causal inference in breeding population, 2) the average abundance

densities in general and separately to identify the influence of breeding and non-nesting adults in each colony, and 3) the breeding success parameters. Statistical proceedings were performed in RStudio v.1.2.5042 ( $\alpha = 0.05$ ) and graphs were created in this software and Microsoft 365 Excel®.

After describing temporal dynamics of breeding and populational trends, we focused on estimate incubation, hatching, and fledging counts in each colony. As our samplings were applied at c. 30 day intervals and without access trees to identify the nest contents, it was not possible to completely define the breeding events and duration of incubation and nestling' phases. According to [18], we assumed hatching (c. 45 days) and fledging (c. 120 days) time to predict the breeding success in each season. In order not to overestimate the number of breeding events per season, we summed interleaved values over two months by referencing the highest values of I) incubating adults (INC), II) N3, to cover all respective hatched initial phase chicks (HAT), and III) N5, to infer fledged chicks (FLE), in each sample site. Thus, we assume that this covered the failed events and reached the minimum of hatched and fledged individuals conservatively. Finally, we defined hatching ( $HAT/INC \times 100$ ), fledging ( $FLE/HAT \times 100$ ) and breeding ( $FLE/INC \times 100$ ) success as percentage for each site, and average between them to infer the entire season (e.g., [45][46]).

## Results

We monitored six breeding seasons during 65 sampled months in colonies of the Red-footed Booby in FNA over the study period (Fig. 2). Defined seasonality in breeding activity was observed with great variation in active nests across the months ( $F_{11,157} = 21.92$ ,  $p < 0.001$ ) with the breeding peak occurring in August ( $34.75 \pm 8.80$  nests/ha; Fig. 3A). The sample areas were positively correlated and no significant differences in the density of active nests occurred between the colonies (Table 1). The highest number of active nests occurred in the Buracão cove, with 270 nests (51.43 nests/ha) in August 2022 (S22), and the lowest value was found in Golfinhos bay, where no active nests occurred in May 2019 (S19). Breeding seasons were generally characterized by the beginning of nesting adults in January to May and the end in November, regarding an average of nine months with nesting period, and the last

breeding adults with nestlings in December. Nestlings represented an average of  $38.17 \pm 6.76\%$  of the total birds in the colony during the months of breeding peak. Initial phase chicks presented major densities in September ( $17.87 \pm 5.60$  nestlings/ha) and final

phase chicks in October ( $8.66 \pm 3.65$  nestlings/ha), followed by the last fledging nestlings (N5) in March to April. Altogether the breeding seasons totaled an average of 15 months in duration, including four months with the most overlap between them (Table 2).

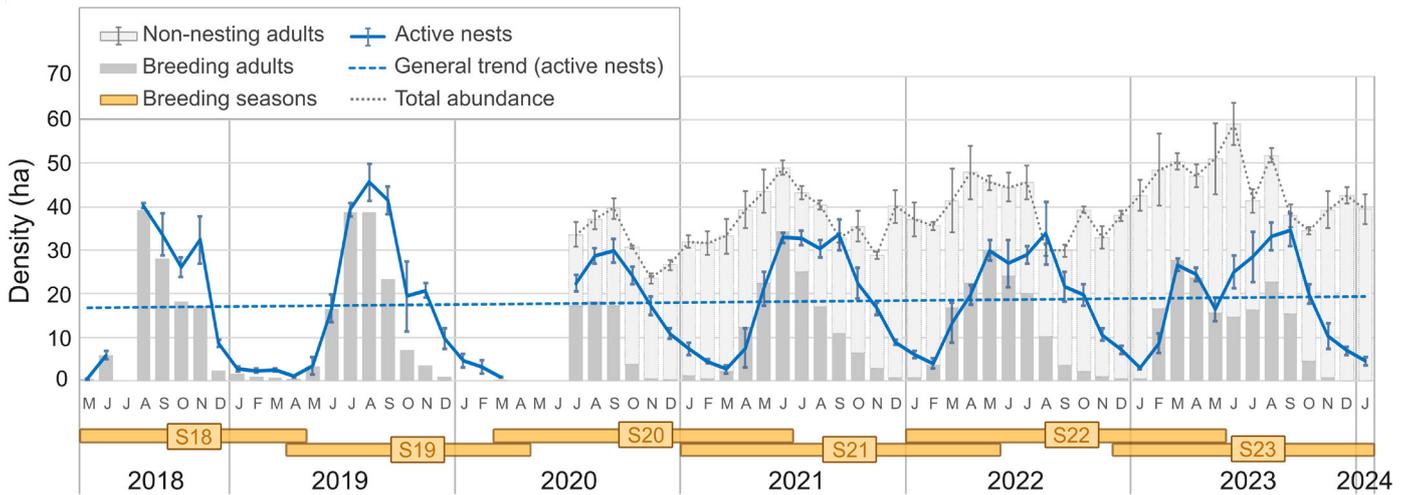


Figure 2 – Temporal trend and categories overview of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) colonies in average densities per hectare of active nests (standard bar error in blue), breeding adults, non-nesting adults (standard bar error in gray), and total abundance, including general trend of active nests (blue dashed line) during the study period of May 2018 to January 2024 in the Fernando de Noronha archipelago, Brazil.

Table 1 – Pearson's correlation matrix between sample sites of Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) colonies in relation to the density of active nests, breeding adults, non-nesting adults, and total abundance in the Fernando de Noronha archipelago. Areas below the diagonal of equal values show Pearson's correlation coefficients ( $r_p$ ) and above the diagonal significant p-values.

Parameters	Sample sites	Sancho	Golfinhos	Buracão
Active nests	Sancho	-	<0.001	<0.001
	Golfinhos	0.841	-	<0.001
	Buracão	0.745	0.775	-
Breeding adults	Sancho	-	<0.001	<0.001
	Golfinhos	0.831	-	<0.001
	Buracão	0.539	0.764	-
Non-nesting adults	Sancho	-	<0.001	0.032
	Golfinhos	0.780	-	0.044
	Buracão	0.343	0.325	-
Total abundance	Sancho	-	<0.001	<0.001
	Golfinhos	0.557	-	<0.001
	Buracão	0.578	0.542	-

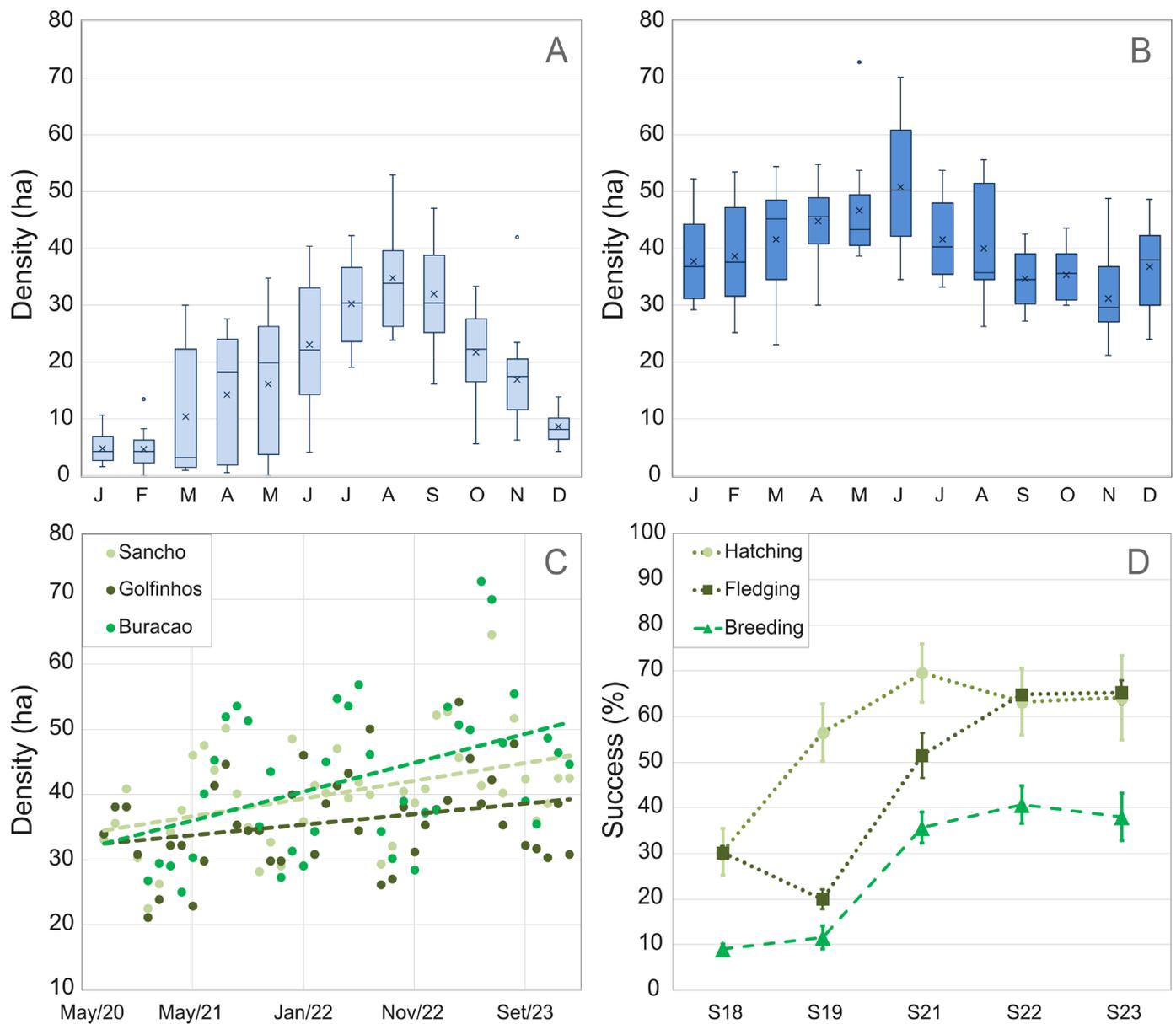


Figure 3 – Red-footed Booby *Sula sula* colonies in the Fernando de Noronha archipelago from May 2018 to January 2024, regarding: A) density of active nests per hectare of all sampled colonies by months; B) density of individuals per hectare of all sampled colonies by months; C) total abundance trends in each sample site over time; and D) percentage of hatching, fledging, and breeding success over the breeding seasons (S18–S23, except of S20).

In general, there is a stable trend comparing the density of active nests over time of the breeding population throughout the sampling period ( $R^2 = 0.004$ ;  $p = 0.579$ ), and no significant differences were shown across time ( $F_{6,162} [\text{years}] = 0.924$ ;  $p = 0.479$ ;  $F_{5,163} [\text{seasons}] = 0.819$ ;  $p = 0.538$ ). Despite this, changes

were detected throughout the seasons, for example, the delay in the beginning of breeding activities (May to December) and the expansion in total duration time, noting in particular the first seasons (S18–S19) comprising c. 13 months and later seasons (S21–S23) c. 17 months (Table 2).

Table 2 – Breeding and populational parameters of six breeding seasons (S18–S23) of the Red-footed Booby *Sula sula* (Linnaeus, 1766) in the Fernando de Noronha archipelago during the study period from May 2018 to January 2024. Sample sites: SA = Sancho beach; GO = Golfinhos bay; BC = Buracão cove; T = Total values of breeding season overview. \* Estimated value.

Season	Sample site	Start (breeding adults)	Peak of active nests	Last incubating adults	Final N5 nestling	Total duration (months)	Average abundance $\pm$ SD, (max. in month)	Breeding ind. proportion	Non-nesting ind. proportion	Hatching success	Fledging success	Breeding success
S18	SA	May/18	Aug/18	Mar/19	Apr/19	12	—	—	—	23.01	32.14	7.39
	GO	Jun/18	Sep/18	Jan/19	Apr/19	11	—	—	—	37.50	28.07	10.52
	BC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<b>T</b>	<b>May/18</b>	<b>Aug/18</b>	<b>Mar/19</b>	<b>Apr/19</b>	<b>12</b>	—	—	—	<b>30.25</b>	<b>30.10</b>	<b>8.96</b>
S19	SA	Apr/19	Aug/19	Dec/19	Apr/20*	13	—	—	—	47.54	16.85	8.01
	GO	Jun/19	Aug/19	Dec/19	Apr/20	11	—	—	—	65.41	22.99	15.03
	BC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<b>T</b>	<b>Apr/19</b>	<b>Aug/19</b>	<b>Dec/19</b>	<b>Apr/20*</b>	<b>13</b>	—	—	—	<b>56.48</b>	<b>19.92</b>	<b>11.52</b>
S20	SA	Mar/20	Aug/20	Oct/20	Apr/21	14	205 $\pm$ 43 (237 Sep/20)	—	—	—	—	—
	GO	—	Sep/20	Oct/20	Apr/21	—	66 $\pm$ 12 (83 Sep/20)	66.21	33.79	—	—	—
	BC	—	—	Nov/20	Jun/21	—	—	—	—	—	—	—
	<b>T</b>	<b>Mar/20</b>	<b>Sep/20</b>	<b>Nov/20</b>	<b>Jun/21</b>	<b>16</b>	—	—	—	—	—	—
S21	SA	Jan/21	Jul/21	Dec/21	Apr/22	16	231 $\pm$ 39, (291 Jun/21)	65.98	34.02	65.60	60.68	39.81
	GO	May/21	Sep/21	Jan/22	May/22	13	88 $\pm$ 11, (97 Jun/21)	76.28	23.72	84.68	46.81	39.64
	BC	May/21	Sep/21	Nov/21	May/22	13	225 $\pm$ 51 (282 Jul/21)	68.13	31.87	58.39	46.96	27.42
	<b>T</b>	<b>Jan/21</b>	<b>Jul/21</b>	<b>Jan/22</b>	<b>May/22</b>	<b>17</b>	<b>519 <math>\pm</math> 81 (661 Jun/21)</b>	<b>70.13</b>	<b>29.87</b>	<b>69.56</b>	<b>51.48</b>	<b>35.62</b>
S22	SA	Jan/22	May/22	Nov/22	Mar/23	15	241 $\pm$ 36 (273 Apr/22)	65.06	34.94	48.27	66.88	32.28
	GO	Mar/22	Jul/22	Nov/22	Feb/23	12	80 $\pm$ 13 (109 Jul/22)	69.15	30.85	62.10	64.40	40.00
	BC	Feb/22	Aug/22	Dec/22	May/23	16	238 $\pm$ 59 (299 Jun/22)	73.24	26.76	79.10	63.02	49.85
	<b>T</b>	<b>Jan/22</b>	<b>Aug/22</b>	<b>Dec/22</b>	<b>May/23</b>	<b>17</b>	<b>558 <math>\pm</math> 91 (651 Apr/22)</b>	<b>69.15</b>	<b>30.85</b>	<b>63.16</b>	<b>64.77</b>	<b>40.71</b>
S23	SA	Dec/22	Aug/23	Nov/23	Apr/24*	17	264 $\pm$ 41 (374 Jun/23)	62.74	37.26	69.01	72.96	50.35
	GO	Feb/23	Sep/23	Oct/23	Mar/24*	14	84 $\pm$ 15 (118 Mar/23)	56.78	43.22	42.42	80.35	34.09
	BC	Feb/23	Sep/23	Nov/23	Apr/24*	15	269 $\pm$ 55 (382 Mar/23)	56.74	43.26	80.80	42.55	34.38
	<b>T</b>	<b>Dec/22</b>	<b>Sep/23</b>	<b>Nov/23</b>	<b>Apr/24*</b>	<b>17</b>	<b>606 <math>\pm</math> 93 (834 Jun/23)</b>	<b>58.75</b>	<b>41.25</b>	<b>64.08</b>	<b>65.29</b>	<b>39.60</b>

The colonies were also positively correlated with respect to the density of breeding adults, non-nesting adults, and total abundance (Table 1). Densities of

breeding adults did not differ between sample sites ( $F_{2,114} = 0.048$ ;  $p = 0.954$ ) and, although synchronic, significant differences were detected in non-nesting

adults ( $F_{2,114} = 4.198$ ;  $p = 0.017$ ) and total abundance ( $F_{2,114} = 5.378$ ;  $p = 0.005$ ), with higher values occurring in Buracão cove ( $42.70 \pm 11.72$  individuals/ha). These data were biased by high variations in total abundance in S21 ( $F_{2,30} = 4.201$ ;  $p = 0.024$ ) and S23 ( $F_{2,21} = 4.059$ ;  $p = 0.032$ ). As these were isolated variations, we also assumed similar tendencies in the population of the Red-footed Booby in FNA for these parameters. Significant differences were found in total abundance between months ( $F_{11,105} = 4.491$ ;  $p < 0.001$ ; Fig. 3B), pointing to a seasonal dynamic of adults in their colonies, with highest densities in June ( $50.84 \pm 11.46$  individuals/ha) and lowest in November ( $31.16 \pm 7.16$  individuals/ha). Covering the period of standardized counting in the three colonies, we observed a general upward trend in the increase in total abundance over time ( $R^2 = 0.129$ ;  $p < 0.001$ ); of note the maximum of 661 individuals in S21 and 834 in S23, reflecting the same pattern in all isolated colonies (Fig. 3C). In fact, the increase in abundance over time was strongly influenced by the non-nesting adults ( $R^2 = 0.100$ ;  $p < 0.001$ ) compared to stable breeding adults ( $R^2 = 0.001$ ;  $p = 0.717$ ). These data suggest a change in population proportion, with the non-nesting adults increasing from 29.87% in S21 to 41.25% in S23, while breeding adults did not differ over time ( $F_{4,112} [\text{years}] = 2.412$ ;  $p = 0.053$ ;  $F_{3,113} [\text{seasons}] = 0.643$ ;  $p = 0.589$ ).

Breeding success showed great variation over the seasons, from c. 8% in the first monitored periods to c. 40% in the most recent seasons, which provided for increased parameters in hatching (24%) and fledging (35%) success over time (Fig. 3D; Table 2). Major success occurred in S22 (40.71%) and lower in S18 (8.96%). Sancho beach presented the greatest variations for all parameters, including the highest and lowest values of breeding success (S21: 50.35%; S18: 7.39%, respectively). Despite including few samples, we interpreted that these values for breeding parameters were representative between colonies and reflected similar trends over the seasons, indicating a significant increase in hatching ( $R^2 = 0.309$ ;  $p = 0.048$ ) and fledging ( $R^2 = 0.698$ ;  $p < 0.001$ ). Therefore, the average value for breeding success was 29.53% (IC 95% 18.80–40.26) for the Red-footed Booby colonies in FNA.

## Discussion

Seasonality peaks were clear in the breeding seasons of the Red-footed Booby in FNA and there

were no differences in temporal trends of the active nests, indicating stability in the breeding population. Our data indicate, in general, synchronized activity in all colonies, with slight changes between sites. Thus, well-defined seasons and similar trends over the years are expected for this population in FNA, although other sites should be further investigated, mainly on adjacent islands. Seasonality breeding patterns were also observed in other regions for this species, such as the Johnston Atoll (North Pacific; [47]) in January to August, and different periods in other localities of the Indian-Pacific Ocean [48][49][50][51]. In addition, a year-round regime with two breeding peaks was characterized with laying varying between different colonies [52][53]. Furthermore, Red-footed Booby colonies also presented non-seasonal breeding activity and some changes in their activity patterns over time may occur, modifying the breeding features across different months [50]. S18 and S19 showed latter and shorter seasons when compared to recent years, suggesting that there may be more stable breeding cycles or intermittent seasons comprising adults in different life cycles. This dynamic is expected for many seabird species, especially for populations with heterogeneous individuals (i.e. regarding different ages of breeding maturity), as already observed for Red-footed Boobies in Pacific Ocean [18][47].

Therefore, total abundance in FNA colonies may also reflect heterogeneous individuals within the FNA population. The continuous increase in non-nesting adults in consecutive years, strongly indicates the recruitment of adults in the first ages within the colonies, although the population structure and adult cycles need to be better investigated. Although some seabirds present low philopatry and many surviving nestlings disperse to other localities (e.g., [53][54][55]), the Red-footed Boobies in FNA are an isolated population, with few and far suitable environments for dispersion or colonization in the Atlantic, such as Ascension Island (c. 2000 km). This fact is supported by several observations of fledged nestlings (N5), perpetuating throughout the months of the sampling period. In addition, the permanence of adults in the original colonies is associated with good food availability [18]. Ocean barriers restrict gene flow in Red-footed Boobies in this region, showing little evidence of connectivity between the FNA and Caribbean populations [56][57]. Previous studies also pointed to stable trends in the FNA population (see [27]). Nonetheless, [27] occasional observation compilations published with few standardizations between them, could underestimate the number of

individuals throughout the whole archipelago (e.g., last surveys in 2011 with 1,440 individuals in May and 733 in July). In the current study, we surveyed the maximum abundance in June 2023, reaching 834 individuals specifically in three isolated colonies (total area c. 14 ha, corresponding to 0.5% of the FNA). Thus, our data indicate that Red-footed Boobies hold a major population in FNA, representing the largest colony in the South Atlantic. The biggest population in the entire Atlantic remains in the Caribbean region, with around 10,000 breeding pairs[23][58]. It is worth mentioning a declining trend in Red-footed Boobies globally[59].

Breeding success responded rapidly over the seasons, demonstrating that there can be large interannual variations on some occasions. Hatching events were much lower in S18, while fledging events decreased in S19, followed by increasing and similar patterns from S21. This indicates an increase in breeding activity in the population studied during the study period. Previous studies reported higher breeding success (above of 60% , in general) dor other regions, however, previous studies reported higher success (above of 50%, in general) for other regions (e.g.,[60][61][62]), although these colonies were sampled in the past. Long-lived species usually adjust their breeding effort to boost their own survival in response to environmental variability[63][47]. Several studies have found changes in the beginning of breeding in various seabird species, changing to earlier or later breeding or altering the season duration in response to climate oscillations[64]. [65] point out that breeding seasons of the Suliformes are affected by weather and oceanographic conditions, and the period of egg laying can vary in relation to local environment changes. The breeding seasons of the Red-footed Boobies in FNA indicated delay throughout the monitored period, noting that the first breeding adults in S18 started in May and occurred early in S22, starting in January. Although our collected time-series was not so long, we interpret that a longer season is related to the highest breeding success values, as observed in S21–S23, demonstrating the commonest pattern for this species in FNA.

Historically, the FNA population probably declined during the military occupation and penal settlement in the 20<sup>th</sup> century, when the archipelago endured major deforestation[66]. After that, the colonies seemed to increase locally, and our results corroborate[67] the recent stability, which may be due to implementation of the natural protected areas in the 1980s[38][40]. A well-kept environment

could support the local population and restore the correlated resources over the years. Despite this, local pressures can affect the colonies differently. The PARNA shelters all the colonies of Red-footed Boobies and there is no evidence of their occurrence in the associated anthropic zones of APA. Invasive alien species and vegetation composition can be related to seabirds, and may affect the Red-footed Booby population, as a species large-dependent on native plant species[68][26][16]. For instance, one of the most visited places in FNA is Sancho beach, with around 164,000 visitors in 2022 alone[69]. Although no significant differences were observed between the sampling areas, we noted higher averages of active nests in Buracão cove ( $20.55 \pm 14.41$  nests/ha), where a continuous colony is located, with consistent native vegetation. These data should be further investigated in consecutive years, to predict how local pressures can affect colony sizes and breeding traits. The most stringent precautions need to be taken in visitation, management, and biosecurity procedures, since population declines can result from rapid environment changes (e.g.,[70][62][71]).

Tropical seabirds typically have longer breeding seasons and their activities are closely tied to environmental conditions[72][73][74][75][76]. The significant oscillation of adults between months suggests a pattern of individuals returning to their colonies, with individuals leaving after the period of nestling dependence. This is probably the most regulatory moment for the seasonality mechanism and breeding performance of Red-footed Boobies, possibly connected with optimal conditions of climate oscillations, such as water productivity and, consequently, food availability. Although FNA waters are considered as oligotrophic, seamount formation in this region generates the formation of upwelling processes and nutrient accumulation[77][78]. [79] reported that the highly pelagic Masked-Booby *Sula dactylatra* Lesson, 1831 tends to remain closer, also as a resident population to the FNA, besides suggesting that similar abundances in flying fish should be presented throughout the year. Thus, by observing segregate trophic position[80], it could be expected that species display different breeding strategies in the same site.

## Conclusion

The time-series presented by the monitoring in the current work enable greater understanding about

the largest colony of Red-footed Boobies in the entire South Atlantic region, providing a relevant baseline to regard the demographic traits of this species over time. We were able to observe strong breeding seasonality of the species in FNA, presenting different dynamics over time, such as: 1) stable breeding population through active nests and breeding adults; 2) increase in total abundance; and 3) fast interannual variations for breeding success. Following the suggestion of [27], we provide a continuous census over several years and reinforce that long-term surveys are recommended to properly monitor this population. Isolated study areas, such as the mid-Atlantic refuge in FNA, can provide great information to better understand global changes and compare several populations.

## Acknowledgments

This study forms part of the National Biodiversity Monitoring Program (Programa Monitora: marino-costal subprogram; component island; global target seabirds) of the Chico Mendes of Biodiversity Conservation Institute (ICMBio), including the National Center for bird Research and Conservation (CEMAVE), represented by PPS, and the research and management program of ICMBio Noronha, coordinated by Ricardo Araujo. We are grateful for all the support from Thayná Mello, Felipe Mendonça, Priscilla Amaral, Camila Garcia, Carolina Fonseca, Thaís Rossi, Carla Guaitanele, Roberto Barbosa-Filho, Marcos Fialho, Patricia Mancini, João Batista, José Aureliano (Sr. Dé), and Luiz Antônio (Dada), the Volunteer program team of ICMBio and environment monitors of EcoNoronha, and for the translating assistance of Aline Passos and Robin Hambly. This monitoring was conducted under the research permit SISBIO n. 24318 and was supported by the Global Environment Facility Project (GEF-Mar).

## References

- Hutchinson AE. Estimating numbers of colonial nesting seabirds: a comparison of techniques. *Prod. Colonial Waterbirds*. 1979; 3: 235-244.
- Bibby C, Jones M, Marsden S. Expedition field techniques: bird surveys. London: Royal Geographical Society. 1998.
- Johnson CM, Krohn WB. The importance of survey timing in monitoring breeding seabird numbers. *Waterbirds*. 2001; 22-33. <https://doi.org/10.2307/1522239>
- Graham NA, Wilson SK, Carr P, Hoey AS, Jennings S, Macneil MA. Seabirds enhance coral reef productivity and functioning in the absence of invasive rats. *Nature*. 2018; 559(7713): 250-253. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0202-3>
- Hentati-Sundberg J, Raymond C, Sköld M, Svensson O, Gustafsson B, Bonaglia S. Fueling of a marine-terrestrial ecosystem by a major seabird colony. *Sci. Rep.* 2020; 10(1): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72238-6>
- Grémillet D, Boulinier T. Spatial ecology and conservation of seabirds facing global climate change: a review. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009; 391: 121-137. <https://doi.org/10.3354/meps08212>
- Croxall JP, Butchart SH, Lascelles B, Stattersfield AJ, Sullivan B, Symes A, Taylor P. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conserv. Int.* 2012; 22(1): 1-34. <http://doi.org/10.1017/S0959270912000020>
- Ronconi RA, Lascelles BG, Langham GM, Reid JB, Oro D. The role of seabirds in Marine Protected Area identification, delineation, and monitoring: introduction and synthesis. *Biol. Conserv.* 2012; 156: 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.016>
- Jenouvrier S, Barbraud C, Cazelles B, Weimerskirch H. Modelling population dynamics of seabirds: importance of the effects of climate fluctuations on breeding proportions. *Oikos*. 2005; 108(3): 511-522. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13351.x>
- Chambers LE, Dann P, Cannell B, Woehler EJ. Climate as a driver of phenological change in southern seabirds. *Int. J. Biometeorol.* 2014; 58: 603-612. <http://doi.org/10.1007/s00484-013-0711-6>
- Ponchon A, Grémillet D, Christensen-Dalsgaard S, Erikstad KE, Barrett RT, Reiertsen TK, McCoy KD, Tveraa T, Boulinier T. When things go wrong: intra-season dynamics of breeding failure in a seabird. *Ecosphere*. 2014; 5(1): 1-19. <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00233.1>
- Carr P, Votier S, Koldewey H, Godley B, Wood H, Nicoll MAC. Status and phenology of breeding seabirds and a review of Important Bird and Biodiversity Areas in the British Indian Ocean Territory. *Bird Conserv. Int.* 2021; 31(1): 14-34. <http://doi.org/10.1017/S0959270920000295>
- Nunes GT, Efe MA, Serafini PP, Bugoni L. Aves marinhas no Brasil: desafios para a conservação. *Oecol. Aust.* 2023; 7(3): 254-269. <https://doi.org/10.4257/oeco.2023.2703.01>



14. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 300, de 13 de dezembro de 2022 (Brasil). Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/mma-n-300-de-13-de-dezembro-de-2022-450425464>
15. Howell SNG, Zufelt K. Oceanic birds of the world: a photo guide. Princeton: Princeton University Press; 2019.
16. Schreiber EA, Schreiber RW, Schenk GA. Red-footed Booby (*Sula sula*). In: Billerman SM. Birds of the World. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.refboo.01>
17. Nelson JB. The Sulidae: gannets and boobies. Oxford: Oxford University Press; 1978.
18. Carboneras C. Family Sulidae (Gannets and Boobies). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world. Barcelona: Lynx Edicions; 1992; 312-325.
19. Lormee H, Barbraud C, Chastel O. Reversed sexual size dimorphism and parental care in the Red-footed Booby *Sula sula*. Ibis. 2005; 147(2): 307-315. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2005.00404.x>
20. Carboneras C, Christie DA, Jutglar F, Garcia EFJ, Kirwan GM. Red-footed Booby (*Sula sula*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Vicens JS, Christie DA. Handbook of the Birds of the World Alive. Barcelona: Lynx Edicions. 2018.
21. Mendez L, Borsa P, Cruz S, Grissac S, Hennicke J, Lallemand J, Prudor A, Weimerskirch H. Geographical variation in the foraging behaviour of the pantropical red-footed booby. Mar. Ecol. Prog. 2017; 568: 217-230. <https://doi.org/10.3354/meps12052>
22. Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Maurício GN, Naka LN, Olmos F, Posso SR, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F, Piacentini VQ. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. Ornithol. Res. 2021; 29: 94-105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
23. Hartog JC. A record of a red-footed Booby *Sula sula* (L.) from the Cape Verde Islands, with a review of the status of this species in the South Atlantic. Ocean. Zool. Meded. 1987; 61(28): 405-419.
24. Simmons KEL. The status of the Red-footed Booby *Sula sula* at Ascension Island. Bull. Br. Orn. Club. 1990; 110: 210-222.
25. Ratcliffe N, Bell M, Pelembe T, Boyle D, Benjamin R, White R, Godley B, Stevenson J, Sanders S. The eradication of feral cats from Ascension Island and its subsequent recolonization by seabirds. Oryx. 2010; 44(1): 20-29. <https://doi.org/10.1017/S003060530999069X>
26. Beard A, Lambdon P. First recorded breeding attempt of Red-footed Booby *Sula sula* on St Helena Island, South Atlantic. Seabird. 2016; 29: 15-21. <http://doi.org/10.61350/sbj.29.15>
27. Mancini PL, Serafini PP, Bugoni L. Breeding seabird populations in Brazilian oceanic islands: historical review, update and a call for census standardization. Rev. Bras. Ornit. 2016; 24: 94-115. <https://doi.org/10.1007/BF03544338>
28. Port D, Fisch F. Atobá-de-pé-vermelho *Sula sula* (Linnaeus, 1766) (Suliformes: Sulidae) na Ilha da Trindade após 13 anos do último registro. Ornithologia. 2020; 11(1): 27-29.
29. Rocha WJS. Características hidrogeológicas e hidroquímicas da Ilha de Fernando de Noronha [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 1995. 382 f.
30. Teixeira W, Cordani UG, Menor EA, Teixeira MG, Lisker R. Arquipélago Fernando de Noronha: o paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem Editora; 2003.
31. Renner S. Plant dispersal across the tropical Atlantic by wind and sea currents. Int. J. Plant. Sci. 2004; 165: 23-33. <https://doi.org/10.1086/383334>
32. Batistella M. Espécies vegetais dominantes do Arquipélago de Fernando de Noronha: grupos ecológicos e repartição espacial. Acta bot. bras. 1996; 10(2): 223-235.
33. Freitas AMM. A flora fanerogâmica atual do arquipélago de Fernando de Noronha – Brasil [tese]. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana. 2007.
34. Silva e Silva R. Aves de Fernando de Noronha. Vinhedo: Avis Brasilis; 2008.
35. Matheus Z, Francini-Filho RB, Pereira-Filho GH, Moraes FC, Moura RL, Brasileiro PS, Amado-Filho GM. Benthic reef assemblages of the Fernando de Noronha Archipelago, tropical South-west Atlantic: effects of depth, wave exposure and cross-shelf positioning. PLoS One. 2019; 14: e0210664. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0210664>
36. Devenish C, Díaz-Fernandez DF, Clay RP, Davidson I, Zabala Y. Important bird areas Americas: priority sites for biodiversity conservation. Quito: BirdLife International; 2009.

37. Whittaker A, Silva JPF, Lucio B, Kirwan GM. Old World vagrants on Fernando de Noronha, including two additions to the Brazilian avifauna, and predictions for potential future *Palaearctic vagrants*. Bull. Br. Ornithol. Club. 2019; 139(3): 189-204. <https://doi.org/10.25226/bboc.v139i3.2019.a2>
38. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo. Brasília: ICMBio/MMA; 2017.
39. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados: Fernando de Noronha [acesso em 20 jan 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/fernando-de-noronha.html/>
40. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Plano de Manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Fernando de Noronha: IBAMA/FUNATURA; 1990.
41. ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Estratégia integrada de monitoramento marinho costeiro: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (MONITORA) - Subprograma Marinho e Costeiro. Brasília: ICMBio/MMA; 2019.
42. Perrins CM, Birkhead TR. Avian ecology. Glasgow: Blackie; 1983.
43. Dorward DF. Comparative biology of the white and brown booby *Sula* spp. of Ascension. Ibis. 1962; 103b: 174-220. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1962.tb07244.x>
44. Branco JO, Fracasso HAA, Moraes-Ornellas VS. Reproduction and demographic trends of *Sula leucogaster* at the Moleques do Sul Archipelago, Santa Catarina, Brazil. Biota Neotrop. 2013; 13(4): 39-45. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032013000400004>
45. Priddel D, hutton I, Olson S, Wheeler R. Breeding biology of masked boobies (*Sula dactylatra tasmani*) on Lord Howe Island, Australia. Emu. 2005; 105(2): 105-113. <https://doi.org/10.1071/MU04028>
46. Bolton M, Watt REF, Henry L, Clingham E. Re-colonisation and successful breeding of Masked Boobies *Sula dactylatra* on mainland St Helena, South Atlantic, in the presence of Feral Cats *Felis catus*. Seabird. 2011; 24: 60-71. <http://doi.org/10.61350/sbj.24.60>
47. Cubaynes S, Doherty PF, Schreiber EA, Gimenez O. To breed or not to breed: A seabird's response to extreme climatic events. Biol. Lett. 2011; 7: 303-306. <http://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0778>
48. Verner J. Nesting activities of the Red-footed Booby in British Honduras. Auk. 1961; 78: 573-594. <https://doi.org/10.2307/4082191>
49. Diamond AW. The red-footed booby on Aldabra Atoll, Indian ocean. Ardea. 1974; 62: 196-218.
50. Nelson JB. The breeding ecology of the red-footed booby in the Galapagos. J. Anim. Ecol. 1969; 38: 181-198.
51. Le Corre M. Breeding seasons of seabirds at Europa Island (southern Mozambique Channel) in relation to seasonal changes in the marine environment. J. Zoo. 2001; 254(2): 239-249. <http://doi:10.1017/s0952836901000759>
52. Harris MP. Breeding seasons of sea-birds in the Galapagos Islands. J. Zool. 1969; 159(2): 145-165. <http://doi:10.1111/j.1469-7998.1969.tb03076.x>
53. Schreiber RW, Ashmole NP. Sea-bird breeding seasons on Christmas Island, Pacific Ocean. Ibis. 1970; 112(3): 363-394. <https://doi:10.1111/j.1474-919x.1970.tb00113.x>
54. Harris MP, Halley DJ, Wanless S. Philopatry in the Common Guillemot *Uria aalge*. Bird Stud. 1996; 43: 134-137. <https://doi.org/10.1080/00063659609461005>
55. Dearborn DC, Anders AD, Schreiber EA, Adams RM, Mueller UG. Inter-island movements and population differentiation in a pelagic seabird. Mol. Ecol. 2003; 12(10): 2835-2843. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.01931.x>
56. Morris-Pocock JA, Steeves TE, Estela FA, Anderson DJ, Friesen VL. Comparative phylogeography of brown (*Sula leucogaster*) and red-footed boobies (*S. sula*): the influence of physical barriers and habitat preference on gene flow in pelagic seabirds. Mol. Phylogenet. Evol. 2010; 54(3): 883-896. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.11.013>
57. Morris-Pocock JA, Anderson DJ, Friesen VL. Biogeographical barriers to dispersal and rare gene flow shape population genetic structure in red-footed boobies *Sula sula*. J. Biogeogr. 2016; 43(11): 2125-2135. <https://doi.org/10.1111/jbi.12780>
58. Schreiber EA, Lee DS. Status and Conservation of West Indian Seabirds. Ruston: Society of Caribbean Ornithology; 2000.
59. BirdLife International. *Sula sula*. The IUCN Red List of Threatened Species [acesso em 30 jan 2024]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/22696694/168988714>

60. Dearborn DC, Anders AD, Flint EN. Trends in reproductive success of Hawaiian seabirds: is guild membership a good criterion for choosing indicator species? *Biol. Conserv.* 2001; 101(1): 0-103. [http://doi: 10.1016/S0006-3207\(01\)00030-1](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00030-1)
61. Cao L, Pang YL, Liu NF. Status of the red-footed booby on the Xisha Archipelago, South China Sea. *Waterbirds.* 2005; 28(4): 411-419. [http://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)28\[411:SOTRBO\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)28[411:SOTRBO]2.0.CO;2)
62. Russell TA, Vanderwerf EA. Red-footed Booby *Sula sula* breeding success at Ulupa'u Crater, Marine Corps Base, Hawaii. *Mar. Ornithol.* 2010; 38: 129-131.
63. Erikstad KE, Fauchald P, Tveraa T, Steen H. On the cost of reproduction in long-lived birds: the influence of environmental variability. *Ecology.* 1998; 79: 1781-1788. [http://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[1781:OTCO RI\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[1781:OTCO RI]2.0.CO;2)
63. Keogan K, Daunt F, Wanless S, Phillips RA, Walling CA, Agnew P, Ainley DG, Anker-Nilssen T, Ballard G, Barrett RT, Barton KJ, Bech C, Becker P, Berglund PA, Bollache L, Bond AL, Bouwhuis S, Bradley RW, Burr ZM, Camphuysen K, Catry P, Chiaradia A, Christensen-Dalsgaard S, Cuthbert R, Dehnhard N, Descamps S, Diamond T, Divoky G, Drummond H, Dugger KM, Dunn MJ, Emmerson L, Erikstad KE, Fort J, Fraser W, Genovart M, Gilg O, González-Solís J, Granadeiro JP, Grémillet D, Hansen J, Hanssen SA, Harris M, Hedd A, Hinke J, Igual JM, Jahncke J, Jones I, Kappes PJ, Lang J, Langset M, Lescroëil A, Lorentsen S-H, Lyver POB, Mallory M, Moe B, Montevecchi WA, Monticelli D, Mostello C, Newell M, Nicholson L, Nisbet I, Olsson O, Oro D, Pattison V, Poisbleau M, Pyk T, Quintana F, Ramos JA, Ramos R, Reiertsen TK, Rodríguez C, Ryan P, Sanz-Aguilar A, Schmidt NM, Shannon P, Sittler B, Southwell C, Surman C, Svalgelj WS, Trivelpiece W, Warzybok P, Watanuki Y, Weimerskirch H, Wilson PR, Wood AG, Phillimore AB, Lewis S. Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. *Nat. Clim. Chang.* 2018; 8(4): 313-318. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0115-z>
64. Wanless S, Frederiksen M, Walton J, Harris MP. Long term changes in breeding phenology at two seabird colonies in the western North Sea. *Ibis.* 2009; 151(2): 274-285. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00906.x>
66. Oren DC. Resultados de uma nova Expedição Zoológica a Fernando de Noronha. *Bol. Mus. Paraense "Emilio Goeldi"*. 1984; 1: 19-44.
67. Barbosa-Filho RC, Sousa AEBA, Freitas GL, Nunes MFC, Souza EA, Zeppelini-Filho D. A Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis* Linnaeus, 1758) e o Atobá-de-pé-vermelho (*Sula sula* Linnaeus, 1766) no Arquipélago de Fernando de Noronha: uma abordagem ecológica comparativa. *Ornithologia.* 2009; 3: 101-114.
68. Russell JC. Indirect effects of introduced predators on seabird islands. In: *Seabird islands: ecology, invasion, and restoration.* New York: Oxford University Press; 2011; 261-279.
69. ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha [acesso em 20 jan 2023]. Disponível em: <http://www.parnanoronha.com.br/>
70. Burger J, Gochfeld M. Tourism and short-term behavioral responses of nesting masked, red-footed, and blue-footed, boobies in the Galápagos. *Environ. Conserv.* 1993; 20(3): 255-259. <https://doi.org/10.1017/S0376892900023043>
71. Cajiao D, Izurieta JC, Casafont M, Reck G, Castro K, Santamaría V, Cárdenas S, Leung YF. Tourist use and impact monitoring in the Galapagos: An evolving programme with lessons learned. *Parks.* 2020; 26: 89-102.
72. Alves VS, Soares ABA, Couto GS, Ribeiro ABB, Efe MA. Aves do Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil. *Ararajuba.* 1997; 5: 209-218.
73. Both R, Freitas TOR. Aves marinhas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. In: Branco JO. *Aves marinhas e insulares brasileiras, bioecologia e conservação.* Itajaí: Univali Editora. 2004; 193-212.
74. Barbosa-Filho R, Vooren CM. Abundância, estrutura etária e razão sexual do Atobá-marrom *Sula leucogaster* (Pelecaniformes: Sulidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Ornit.* 2010; 18: 157-163.
75. Surman CA, Nicholson LW, Santora JA. Effects of climate variability on breeding phenology and performance of tropical seabirds in the eastern Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2012; 454: 147-157. <https://doi.org/10.3354/meps09729>
76. Esparza I, Elliott KH, Gallardo OG, Guzman HM. Upwelling links reproductive success and phenology in tropical Brown Boobies *Sula leucogaster*. *Mar Ornithol.* 2022; 50(2): 119-124.

77. Braga EDS, Chiozzini VG, Berbel GBB. Oligotrophic water conditions associated with organic matter regeneration support life and indicate pollution on the western side of Fernando de Noronha Island-NE, Brazil (3 S). *Braz. J. Oceanogr.* 2018; 66: 73-90. <http://doi.org/10.1590/S1679-87592018148306601>
78. Campelo RP, Bonou, FK, Melo Junior M, Diaz XFG, Bezerra LEA, Neumann-Leitão S. Zooplankton biomass around marine protected islands in the tropical Atlantic Ocean. *J. Sea. Res.* 2019; 154: 101810. <http://doi.org/10.1016/j.seares.2019.101810>
79. Roy A, Delord K, Nunes GT, Barbraud C, Bugoni L, Lanco-Bertrand S. Did the animal move? A cross-wavelet approach to geolocation data reveals year-round whereabouts of a resident seabird. *Mar. Biol.* 2021; 168(7): 114. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03923-x>
80. Mancini PL, Hobson KA, Bugoni L. Role of body size in shaping the trophic structure of tropical seabird communities. *Mar. Ecol. Prog.* 2014; 497(2014): 243-257. <https://doi.org/10.3354/meps10589>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Áreas de dispersão e recrutamento de larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, nos Manguezais Paranaenses

Anny Izabelly de Araujo Cordeiro<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0009-0000-0561-8342>

\* Contato principal

Cassiana Baptista Metri<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-6432-4280>

Kelly Ferreira Cottens<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0009-0009-5237-207X>

Junior Ferreira de Souza Dias<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-9465-3816>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR, Brasil. <anny.bellyc@gmail.com, cassimetri@gmail.com>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasil. <kelly.cottens@icmbio.gov.br>.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará/UFC, Brasil. <junior.ferreirasd@outlook.com>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 22/07/2024

### Como citar:

Cordeiro AIA, Baptista-Metri C, Cottens KF, Dias JFS. Áreas de dispersão e recrutamento de larvas do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, nos Manguezais Paranaenses. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(3): 51-70. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2542

**Palavras-chave:** Meroplâncton; desenvolvimento Larval; Complexo Estuarino de Paranaguá.

**Resumo** – O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é uma espécie endêmica de manguezais com grande importância econômica e ecológica no litoral brasileiro. Sua reprodução ocorre nos meses de verão e inclui seis estágios de larvas planctônicas que se desenvolvem na região marinha, e regressam ao estuário na fase de megalopa. Nesta pesquisa foi investigada a presença de larvas de *U. cordatus* e a distribuição temporal dos estágios larvais, com objetivo de gerar subsídios para classificar as áreas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), no Paraná, quanto à ocorrência da exportação e o recrutamento larval. As amostras foram obtidas em parceria com o Programa Rebimar, provenientes de armadilhas luminosas e arrastos oblíquos com redes planctônicas. Os locais de coleta foram próximos à desembocadura sul da Baía de Paranaguá, onde foram realizadas campanhas de março/2018 a abril/2019, sendo repetidas coletas no ponto que mais se destacou em dezembro/2022 a janeiro/2023. Em laboratório, as amostras foram triadas e as larvas separadas, identificadas e quantificadas de acordo com seus estágios de desenvolvimento. Nas análises feitas, o *U. cordatus* ocorreu em 100% das amostras analisadas. Os estágios iniciais (zoeas) representaram cerca de 69% do total, sendo o restante, 30,2%, estágio larval avançado (megalopa). A maior concentração de zoeas ocorreu em dezembro/2018 e dezembro/2022, com declínio em janeiro/2019, janeiro/2023, que correspondeu à elevação da abundância megalopas, indicando o início do recrutamento. A maior abundância de larvas ocorreu no rio Bagaçu,



que apresentou a maior contribuição para o suprimento de larvas disponíveis ao recrutamento. Portanto, essa área de manguezal se destacou entre as demais estudadas Complexo Estuarino de Paranaguá CEP, sendo a mais indicada como prioritária à preservação dos estoques de *U. cordatus*.

## Dispersion and recruitment areas of mangrove crab larvae, *Ucides cordatus*, in Mangroves in Paraná

**Keywords:** Crab-uçá; Larval development; Paranaguá Estuary Complex.

**Abstract** — The mangrove crab, *Ucides cordatus*, is an endemic specie of mangroves with great economic and ecological importance on the Brazilian coast. Its reproduction takes place in the summer months and includes six stages of planktonic larvae that develop in the marine region, returning to the mangrove in the megalopa stage. The presence of *U. cordatus* larvae and the temporal distribution of larval stages were investigated, with the objective of generating subsidies to classify the mangrove areas of the estuarine complex of Paranaguá – CEP, regarding the occurrence of larval exportation and recruitment. The samples were obtained in partnership with the Rebimar Program, from light traps and oblique drags with planktonic nets. The collection sites were close to the southern mouth of the Paranaguá Bay between March/2018 and April/2019, repeating collections in December/2022 to January/2023. In the laboratory, the samples were screened and the larvae separated, identified and quantified according to their stages of development. In the analyses, *U. cordatus* appeared in 100% of the samples. The initial stages (zoeas) represented about 69% of the total, with the remainder, 36%, in the advanced stage (megalopa). The highest concentration of zoeas occurred in December/2018 and December/2022, declining in January/2019 and December/2023, when the opposite was observed for megalopes, indicating the beginning of recruitment. It is concluded that the greatest abundance of larvae in various stages in the Baguaçu river that contributes to the supply of larvae available for recruitment in all mangroves of the CEP, being the most suitable area to prioritize the preservation of stocks of *U. cordatus*.

## Áreas de Dispersión y Reclutamiento de Larvas de Cangrejo Uçá, *Ucides cordatus*, en los Manglares de Paraná

**Palabras clave:** cangrejo Uçá; desarrollo larvario; Complejo Estuarino de Paranaguá.

**Resumen** – El cangrejo uçá, *Ucides cordatus*, es una especie endémica de manglares de gran importancia económica y ecológica en la costa brasileña. Su reproducción se da en los meses de verano e incluye seis estadios de larvas planctónicas que se desarrollan en la región marina, y regresan al estuario en el estadio de megalopa. En esta investigación se investigó la presencia de larvas de *U. cordatus* y la distribución temporal de los estadios larvarios, con el objetivo de generar subsidios para clasificar las áreas de manglares del Complejo Estuarino de Paranaguá (CEP), en Paraná, en cuanto a la ocurrencia de exportaciones y el reclutamiento larvario. Las muestras fueron obtenidas en alianza con el Programa Rebimar, exportaciones de trampas ligeras y redes de arrastre oblicuas con redes planctónicas. Los sitios de colecta fueron enviados a la boca sur de la Bahía de Paranaguá, las campañas se realizaron de marzo/2018 a abril/2019, con recolecciones repetidas en los puntos más destacados de diciembre/2022 a enero/2023. En el laboratorio se clasificaron las muestras y se separaron, identificaron y cuantificaron las larvas según sus proyectos de desarrollo. En los análisis realizados, *U. cordatus*, se presentó en el 100% de las muestras analizadas. Los estadios iniciales (zoea) representaron alrededor del 69% del total, siendo el resto, el 30,2%, el estadio larvario avanzado (megalopa). La mayor concentración de zoea ocurrió en diciembre/2018 y diciembre/2022, con una disminución en enero/2019, enero/2023, lo que correspondió a un aumento en la abundancia

de megalopa, reduciendo el inicio del reclutamiento. Una mayor abundancia de larvas ocurrió en el río Bagaçu, lo que atrajo una mayor contribución a la oferta de larvas disponibles para el reclutamiento. Por lo tanto, esta área de manglar se destaca entre los demás estudios del Complejo Estuarino de Paranaguá (CEP), siendo el más indicado como prioritario para la preservación de stocks de *Ucides cordatus*.

## Introdução

Os manguezais consistem em um complexo sistema ecológico costeiro tropical, apresentando condições ideais para alimentação, proteção e reprodução de diversas espécies de animais aquáticos, por conseguinte, equilibrando a teia trófica[1]. Os manguezais executam a importante função de intervenção em processos erosivos na linha da costa, graças ao seu complexo sistema de raízes que retém o sedimento. Apresentam grande potencial para contribuir com a adaptação as mudanças climáticas, cooperando para o sequestro de carbono atmosférico, consequência da grande produção primária e atuam como filtro biológico retendo partículas e poluentes que se encontram em suspensão na água[2].

Apesar de figurarem entre os mais produtivos e importantes ecologicamente[3], estão entre os ecossistemas mais sensíveis a impactos antrópicos em zonas estuarinas[4][5] em virtude da ocupação humana[6]. Dessa forma, há uma relação direta entre a degradação de manguezais e a diminuição de estoques pesqueiros ou da qualidade ambiental como um todo[7]. Mesmo considerando as ameaças enfrentadas, os manguezais abrigam importantes espécies endêmicas de crustáceos decápodes como o *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), um caranguejo denominado popularmente no Brasil como caranguejo-uçá, podendo também ser conhecido como castanhão, caranguejo-do-mangue ou caranguejo-verdadeiro[8][9].

A espécie sustenta uma atividade socioeconômica ao longo de toda a extensão dos manguezais brasileiros, garantindo fonte de renda e segurança alimentar para as comunidades mais vulneráveis. *U. cordatus* está entre os caranguejos de manguezal mais extraídos e de maior importância econômica para as populações que vivem próximas aos manguezais. De acordo com os relatórios publicados pelo Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Paraná[10], da Fundação de Pesquisa do Agronegócio (Fundepag), a captura de *U. cordatus* gerou uma renda de R\$ 22,6 milhões

para os pescadores artesanais no Paraná, no período de outubro de 2018 a dezembro de 2022, com o total de 2.991 toneladas foram desembarcadas[10].

O manejo dessas populações é de extrema importância para a manutenção do estoque pesqueiro e a sustentabilidade das capturas. O papel ecológico do caranguejo-uçá também garante ou melhoram a qualidade dos serviços ecossistêmicos do manguezal[11]. Pode ser encontrado em grande parte do litoral brasileiro, e serve como bioindicador da qualidade ambiental, pois demonstra sensibilidade a diversos poluentes[12].

O caranguejo-uçá possui boa adaptação ao cultivo em cativeiro, a viabilização de cultivos de *U. cordatus*, para substituição à atividade extrativista poderiam garantir a estruturação de uma empresa de comercialização, também minimizar possíveis impactos decorrentes de uma exploração indiscriminada. Entretanto, estudos revelaram que a espécie tem o período estimado para poder ser comercializado de 6, 3 a 11 anos, o que inviabilizaria economicamente qualquer tentativa de cultivar a espécie[13][14].

A eclosão das larvas pode ocorrer dentro das galerias ou na margem dos canais estuarinos, logo após uma curta migração das fêmeas ovíferas[15]. As larvas dos caranguejos são liberadas em períodos muito curtos, nos meses de verão, cerca de dois meses após o acasalamento e são levadas pelas marés nas zonas costeiras passando por todos os estágios larvais, após regressam ao manguezal[16]. São conhecidas duas estratégias distintas indicadas para braquiúros estuarinos: durante o desenvolvimento, zoeas são retidas dentro do estuário ou são levadas para a plataforma continental ou águas costeiras[17][18].

A primeira estratégia citada pode ser vantajosa, pois a grande produtividade dos estuários podem fornecer alimento de qualidade às larvas de *U. cordatus* desde o primeiro estágio de zoea [19][20][21][22][23][24]. Porém a abundância de produtividade também suporta maior diversidade de predadores[25], e a predação pode ser menor em águas costeiras possibilitando uma maior taxa



Figura 1 – Exemplar do espécime adulto de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). (Crédito: Gabriel Rosário Gonçalves e Gabriele Costa Ramos).

de sobrevivência das larvas. Geralmente larvas que saem do estuário não retornam ao estuário original. As diferenças físico-químicas da água dos estuários e da zona costeira também influenciam o sucesso ontogênico das larvas, devendo as espécies serem capazes de lidar com o estresse gerado pelas variações características de águas estuarinas[17][44]. Assim, a compreensão de qual das estratégias é a presente na região de estudo é de extrema importância, pois podem ter diferentes implicações para a gestão e proteção de populações da espécie.

De acordo com Almeida e colaboradores[26], “O estudo das variações espaço-temporais das larvas de decápodes fornece importantes dados sobre períodos reprodutivos, eventos de desova, alcance dispersivo, estado de conservação e localização das populações adultas”. Sendo possível então estabelecer relações entre as diferentes fases do ciclo de vida do *U. cordatus*, a continuidade dos eventos de recrutamento e o estado de conservação dos manguezais e das populações adultas.

Segundo Rodrigues & Hebling[19], as larvas desta espécie podem passar por dois ciclos larvais: seis estágios de zoea (zoea I a VI) e uma megalopa. As larvas podem atingir a fase megalopa diretamente do estágio zoea V ou incluir o estágio de zoea VI, tendo seu desenvolvimento completo variando entre

43 e 69 dias, com tempo médio de 57,76 dias, em cultivos conduzidos em temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e salinidade 24. No estudo conduzido por Silva e colaboradores[22], o tempo de desenvolvimento larval de *U. cordatus* foi de 36 dias em cultivos conduzidos em temperatura de  $26^\circ\text{C}$  e salinidade 26, completando cinco ou seis estágios de zoea e uma megalopa. Neste estudo foi descrita uma taxa de sobrevivência, indicada pelo sucesso na metamorfose para o estágio de megalopa, de 38% para as larvas zoea VI e de 70% para as larvas zoea V, sugerindo que as larvas de *U. cordatus* desenvolvem distúrbios no processo de muda semelhantes à “síndrome da morte da muda” (SMD) que foi originalmente relatado por Bowser & Rosemark[27]. A exportação e recrutamento das larvas obedecem aos padrões decorrentes das mudanças de habitats das fases larvais e são sincronizadas com as marés de sizígia[28]. A detecção dos locais de exportação de larvas (área fonte) e recrutamento (área sumidouro) dos caranguejos, bem como a investigação sobre o suprimento de larvas disponível no plâncton, é uma abordagem nova para a região. Pode permitir um melhor entendimento da diferença entre as áreas de manguezal, fornecendo mais subsídios para a formulação de planos de manejo para a conservação do caranguejo[29].

## Contexto

No Paraná, os manguezais estão presentes nas Baías de Paranaguá, Guaratuba e Guaraqueçaba, representando 0,15% do território do estado, somando 310 km<sup>2</sup> [30]. O Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (CEP) possui uma superfície líquida de 551,8 km<sup>2</sup> e 286,6 km<sup>2</sup> de área de terras úmidas, onde estão presentes os manguezais e marismas[31], e formam uma das áreas mais preservadas da Mata Atlântica Brasileira. Dividindo-se em Baía de Antonina e de Paranaguá, situadas no eixo Leste-Oeste, e Baías das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros, no eixo Norte-Sul[32]. Na região do CEP coexistem, na porção Sul, a importante atividade portuária, com os portos de Paranaguá e Antonina, e as unidades de conservação estaduais: Floresta Estadual do Palmito e Estação do Guaraguaçu, e na porção Norte, as unidades de conservação federais do litoral Norte do Paraná: Área de Proteção Ambiental (APA) e Estação Ecológica (ESEC) de Guaraqueçaba, Reserva Biológica (REBIO) Bom Jesus e Parque Nacional (PARNA) do Superagui.

A área abrangida pelas unidades é o maior remanescente contínuo do bioma Mata Atlântica do Brasil e gerou o reconhecimento da região como Sítio Ramsar, Reserva da Biosfera e Patrimônio da Humanidade pela UNESCO. Além da importância para a biodiversidade, a região do CEP é importante território para a continuidade do modo de vida da população tradicional Caiçara, que compõem comunidades de pescadores tradicionais cujo território pesqueiro é compartilhado com a estratégia de conservação da natureza, tecendo uma rede de saberes e tradições dependentes da conservação dos ambientes naturais.

Tendo em vista o desafio, em 2017 a equipe gestora das unidades de conservação iniciou parcerias e esforços para a execução do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora ICMBIO, componente Manguezal. Parte das campanhas foi realizada com apoio do Programa de Iniciação Científica (Pibic) do ICMBio, tendo contemplado duas versões do projeto, gerando uma rede de colaboração entre o instituto e a Universidade Estadual do Paraná – Campus Paranaguá e a formação de alunos interessados em realizar pesquisas nesse importante ecossistema.

O monitoramento das áreas de manguezal possibilitou a detecção de diferenças entre as áreas

de estudo e fez surgir novas perguntas sobre a conservação dos manguezais, incluindo dúvidas sobre as diferenças de produtividade entre as áreas estudadas e a importância relativa para a conservação.

Portanto, no presente projeto foram feitas análises comparativas do grau de importância ecológica de diferentes áreas de manguezal para o suprimento larval e a disponibilidade de megalopas para o recrutamento de *U. cordatus*. Os resultados podem contribuir para o estabelecimento de áreas prioritárias para a preservação no CEP e contribuir para as ações de manejo para a sustentabilidade das capturas de *U. cordatus*.

Este estudo teve como objetivo geral investigar a presença de larvas planctônicas de *U. cordatus* e sua disponibilidade para o recrutamento, verificando a saúde dos manguezais e a continuidade do serviço ambiental de provisão desse recurso pesqueiro.

Os objetivos específicos foram: identificar as larvas de *U. cordatus* nas amostras de plâncton; diferenciar os estágios larvais coletados; espacializar a ocorrência das larvas, e o estágio do desenvolvimento, nos pontos de coleta do CEP; identificar os períodos com maior suprimento de larvas disponíveis para o recrutamento; analisar a viabilidade das duas metodologias, arrastões com rede de plâncton e armadilhas luminosas, para captura das larvas de *U. cordatus*.

## Materiais e Métodos

### Unidades experimentais

O material de estudo foram as larvas coletadas em campanhas nos meses de verão de 2018, 2019, 2022 e 2023 nos seis pontos de coleta (ilha rasa da Cotinga; Rio dos Papagaios, Rio Baguaçu; Maciel, Canal da Galheta e Marina Ponta do Poço), que estão localizados no setor de desembocadura sul da Baía de Paranaguá (Figura 2). No presente estudo foram utilizadas as larvas de decápodes, antes consideradas um subproduto do esforço de coleta de um projeto que visa identificar a presença das larvas do peixe mero, *Epinephelus itajara*, no litoral do Paraná[33].

A reprodução de *U. cordatus* é do tipo sazonal, bem marcada e em sincronia com as fases da lua, com destaque para janeiro, considerado o mês de maior intensidade reprodutiva[16].

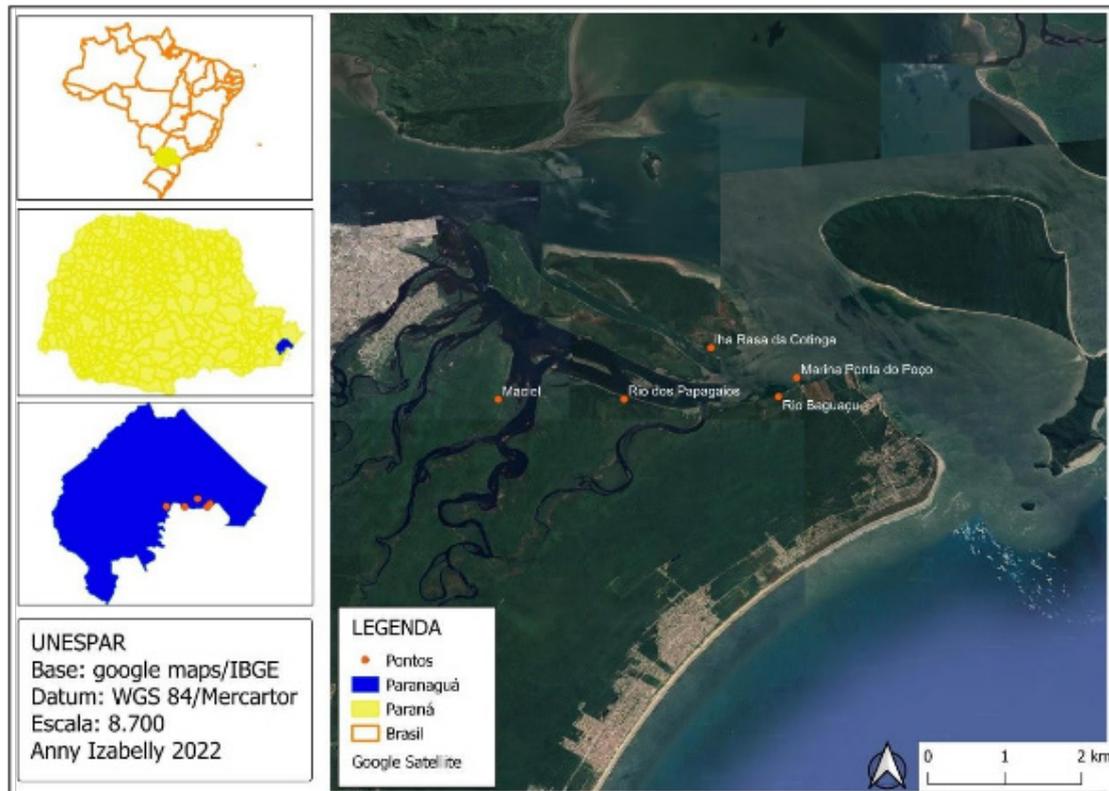


Figura 2 – Pontos de amostragem das larvas com isca luminosa e de redes de arrasto planctônico durante a recuperação da biodiversidade marinha (REBIMAR), fase III, verão 2018/2019.

### Métodos de monitoramento das larvas de *U. cordatus*

Os métodos de coleta utilizados incluíram o uso de armadilhas luminosas e redes de arrasto planctônico. As armadilhas luminosas (Figura 3) foram inicialmente utilizadas para estudos de recrutamento de peixes recifais e são uma técnica relativamente recente, tendo surgido no final da década de 1980 [34]. Esse é um equipamento bastante seletivo, pois coleta – em sua maioria – larvas de espécies que possuem fototaxia positiva, normalmente capturando as larvas em estágios avançados, com o sistema visual bastante desenvolvido. Além da seletividade pela

resposta à luz, as larvas que são capturadas por meio de armadilhas encontram-se em excelente estado de integridade, incluindo apêndices importantes para a identificação nos grupos de decápodes[35].

O segundo método de coleta utilizado foi o arrasto vertical com rede de plâncton cilíndrico-cônica com abertura de malha de 500  $\mu\text{m}$ , que estava presa a uma scooter subaquática adaptada de Beldade et al.[36] e Borges et al.[37]. As redes de plâncton são a metodologia mais utilizada para os estudos da comunidade planctônica, sendo menos seletivas e capturando principalmente as larvas nos primeiros estágios de desenvolvimento e não fotossensíveis.

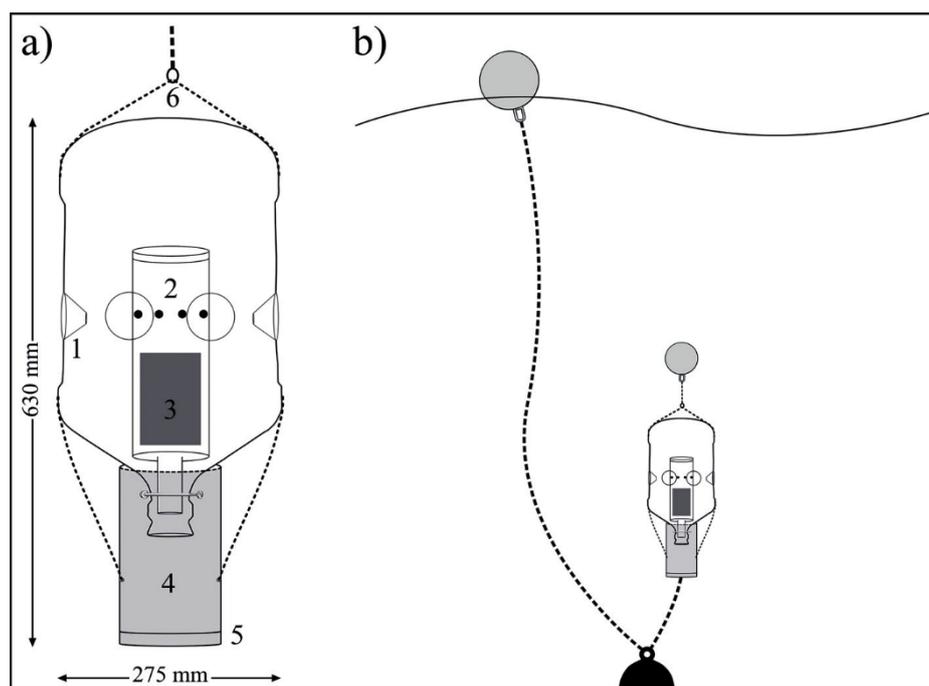


Figura 3 – Armadilha luminosa construída a partir de vasilhame de transporte de água potável com capacidade de 20 litros (Alegretti et al. 2021).

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de plâncton, relativas à recuperação da biodiversidade marinha (REBIMAR), fase III, verão 2018/2019, com: local, método da coleta, data, fases da lua, coordenadas geográficas.

Local	Método da coleta	Data	Fase lunar	Latitude	Longitude
Ilha Rasa da Cotinga	Armadilha de luz	04/03/2018	Cheia	25°32.289'S	48°24.849'W
Rio dos Papagaios	Rede de plâncton	11/12/2018	Nova	25°33.287'S	48°23.586'W
Rio Baguaçu	Rede de plâncton	11/12/2018	Nova	25°33.173'S	48°23.623'W
Rio dos Papagaios	Armadilha de luz	12/12/2018	Nova	25°33.215'S	48°26.450'W
Rio Baguaçu	Rede de plâncton	13/12/2018	Nova	25°33.173'S	48°23.623'W
Rio Baguaçu	Rede de plâncton	13/12/2018	Nova	25°33.149'S	48°23.671'W
Rio Baguaçu	Rede de plâncton	13/12/2018	Nova	25°33.173'S	48°23.623'W
Ilha Rasa da Cotinga	Armadilha de luz	13/12/2018	Nova	25°31.532'S	48°27.214'W
Rio Maciel	Rede de plâncton	13/12/2018	Nova	25°33.049'S	48°23.522'W
Rio Baguaçu	Armadilha de luz	14/12/2018	Nova	25°33.190'S	48°23.611'W
Rio Baguaçu	Armadilha de luz	18/01/2019	Crescente	25°33.199'S	48°23.622'W
Rio Baguaçu	Armadilha de luz	30/01/2019	Minguante	25°33.158'S	48°23.479'W
Rio Baguaçu	Armadilha de luz	30/01/2019	Minguante	25°33.163'S	48°23.496'W
Marina Ponta do Poço	Armadilha de luz	19/02/2019	Cheia	25°32.928'S	48°23.310'W
Marina Ponta do Poço	Armadilha de luz	02/04/2019	Minguante	25°32.815'S	48°23.353'W
Rio Baguaçu	Armadilha de luz	10/04/2019	Crescente	25°33.160'S	48°23.485'W

Rio Bagaçu	Armadilha de luz	12/04/2019	Crescente	25°33.163'S	48°23.496'W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°33'08.1''S	48°20'49.3''W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°33'20,4''S	48°20'29,3''W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°33'42.6''S	48°20'30.0''W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°33'59.7''S	48°20'14.7''W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°33'59.0''S	48°19'45.7''W
Canal da galheta	Rede de plâncton	06/12/2022	Cheia	25°34'22.1''S	48°19'33.9''W
Rio Bagaçu	Armadilha de luz	17/01/2023	Minguante	25°33'56.75''S	48°21'23.55''W
Rio Bagaçu	Armadilha de luz	18/01/2023	Minguante	25°33'56.75''S	48°21'23.55''W
Rio Bagaçu	Armadilha de luz	19/01/2023	Minguante	25°33'56.75''S	48°21'23.55''W

### Processamento das amostras

As análises tiveram início com a concentração das amostras em uma peneira de 500  $\mu\text{m}$ , fazendo o descarte de água excessiva dos recipientes onde as larvas estavam armazenadas. Com auxílio de lupa as amostras depositadas em placas de Petri foram triadas excluindo vários grupos de animais ou larvas planctônicas, como Amphipoda, Polychaeta, Mysidacea, Cumacea, Copepoda entre outros. As larvas de caranguejos braquiúros foram triadas e depois classificadas em zoeas e megalopas.

Para a definição do estágio de desenvolvimento larval foram confeccionadas lâminas temporárias, utilizando glicerina e álcool 70%. Para evitar a dessecação, as lâminas semi-permanentes foram então vedadas com esmalte incolor. As observações das estruturas foram realizadas com auxílio do microscópio ótico Olympus – Modelo BX43 onde eram observados detalhadamente os apêndices como antenas, presença, ausência e tamanho dos espinhos da carapaça, formato e número de apêndices e morfologia do telson.

Os dados quantitativos descritos em planilha incluíram a fase do desenvolvimento das larvas de *U. cordatus* capturadas com os dois métodos de coleta que geraram subsídio para a elaboração dos gráficos do presente trabalho. Dados das amostras como local, método da coleta, data de coleta, fases da lua, coordenadas geográficas são apresentadas na Tabela 1.

### Classificação dos estágios larvais

As amostras analisadas foram identificadas e quantificadas em laboratório. Para a identificação das larvas zoea de *U. Cordatus*, foram utilizadas algumas características típicas para verificação de espécies de Brachyura, como a presença de espinho dorsal e espinho rostral, mas ausência de espinhos laterais na carapaça; o telson triangular, com longos espinhos e suave arco mediano; espinhos laterais no segundo e terceiro segmento abdominal; apenas duas cerdas na antena 2; endopodito da segunda maxila com 3 cerdas (2+1); endopodito do segundo maxilípedes apenas com cerda terminal[38].

Para determinar o estágio das larvas, de Zoea I a VI, de acordo com Rodrigues & Hebling[19], deve-se observar número de cerdas terminais (as mais longas) do primeiro maxilípede: **zoea I** - quatro cerdas; **zoea II** - seis cerdas; **zoea III** - oito cerdas; **zoea IV** - dez cerdas; **zoea V** - dez ou onze cerdas; e **zoea VI** - onze a treze cerdas ou pleópodos birremes (Figuras 4 a 7).

Em relação à identificação da megalopa (Figura 8), deve-se considerar: espinho rostral orientado para baixo (inclinação ventral); carapaça lisa, sem espinhos ou demais projeções; cinco cerdas no endopodito da primeira maxila e três no endopodito da segunda (2+1); dez cerdas no epipodito (projeção triangular) do terceiro maxilípede[38]. Abdômen com seis segmentos e póstero-lateral, com telson possuindo cerdas curtas; pleópodos no abdômen; a antena com pedúnculo trisegmentado, respectivamente com 3, 2 e 2 cerdas[19].



Figura 4 – Estágios de zoea I de *U. cordatus*, oriundo de amostras de plâncton nos manguezais da desembocadura sul do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá.

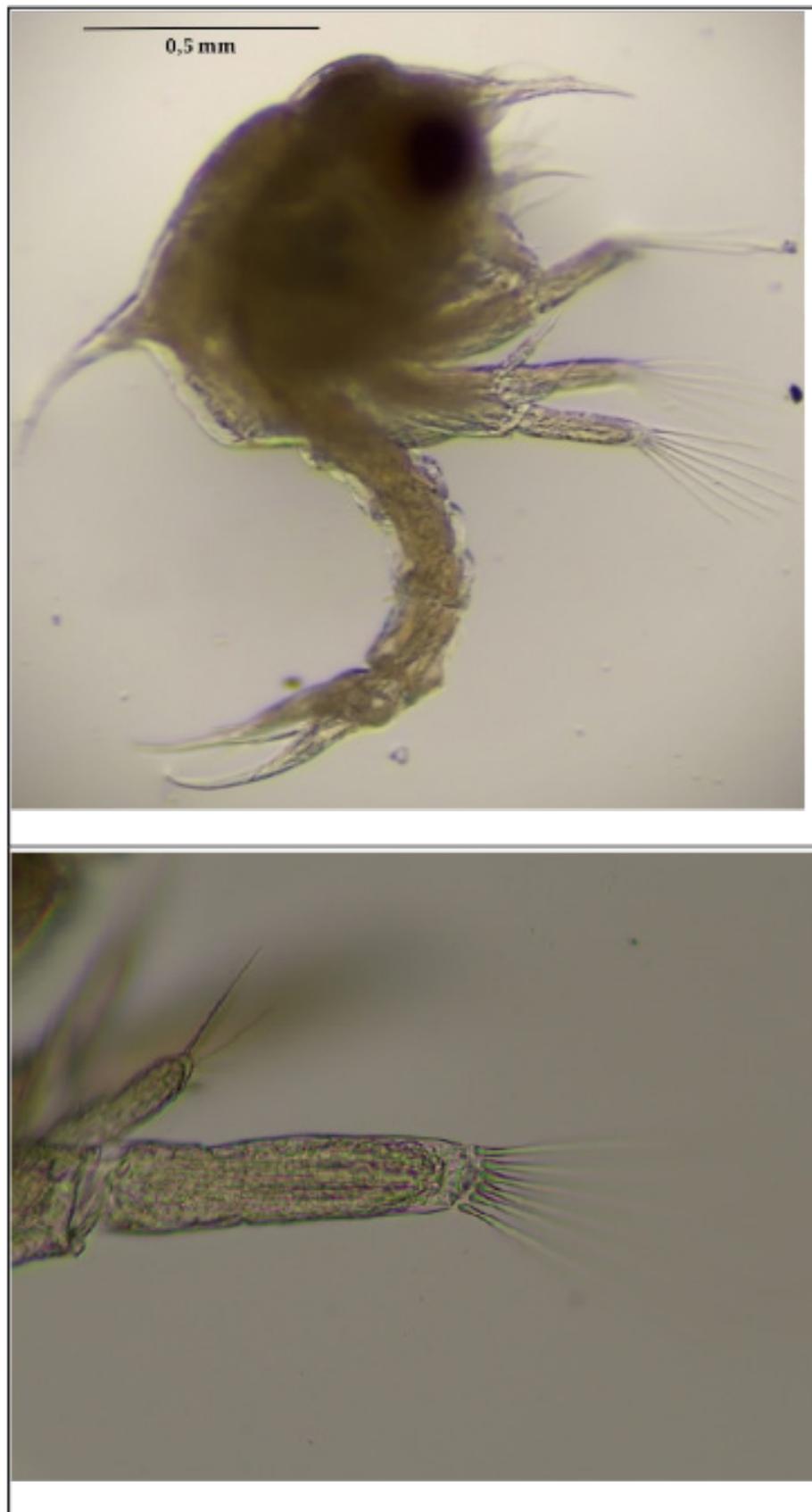


Figura 5 – Estágio de zoea II de *U. cordatus*, oriundo de amostras de plâncton dos manguezais da desembocadura sul do complexo estuarino da Baía de Paranaguá.

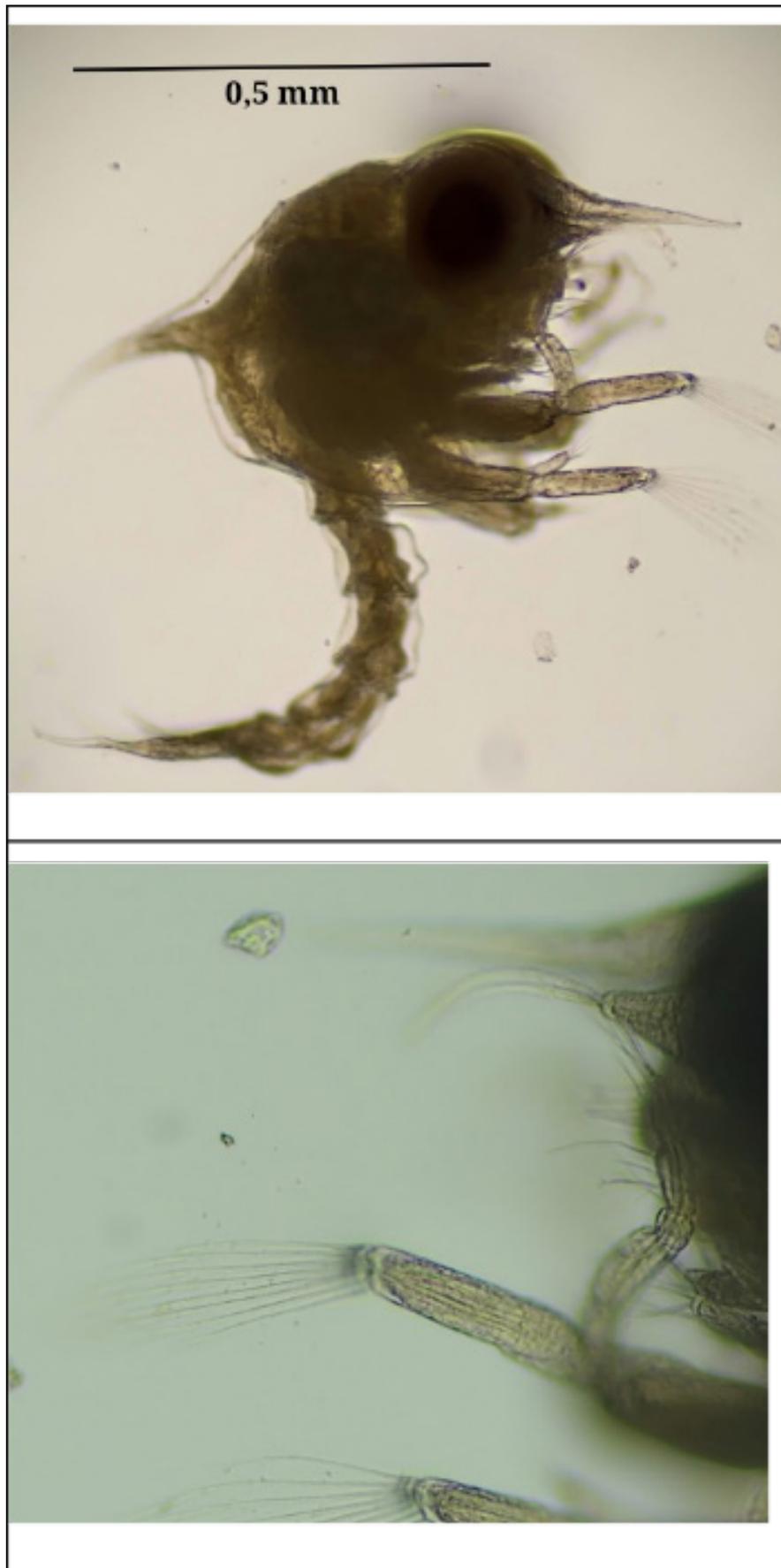


Figura 6 – Exemplos de zoea VI de *U. cordatus*, obtidos nos manguezais da desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá. A: vista geral; B: detalhe das extremidades dos maxilípedes (superior) e dos pleópodos (inferior).

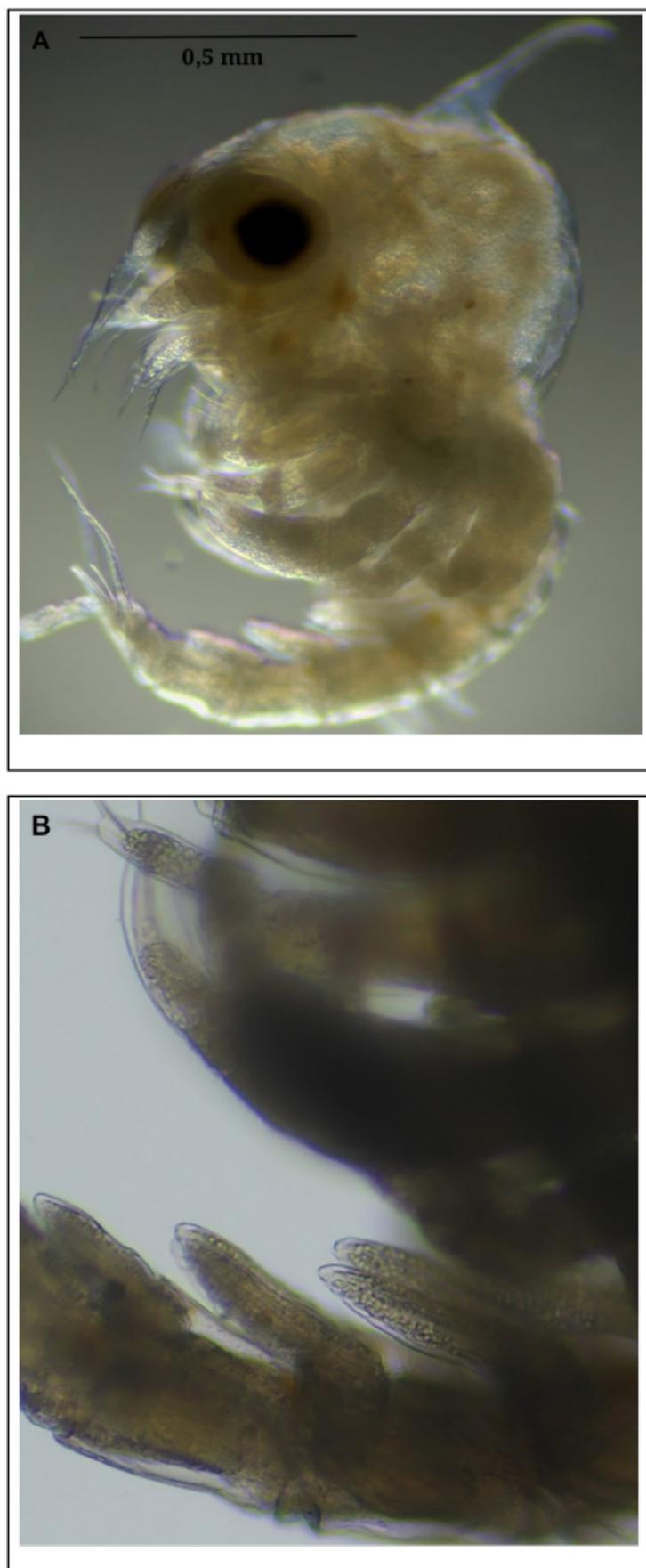


Figura 7 – Exemplos de zoea VI de *U. cordatus*, obtidos nos manguezais da desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá. A: vista geral; B: detalhe das extremidades dos maxilípedes (superior) e dos pleópodos (inferior).



Figura 8 – Exemplos de estágios Megalopa de *U. cordatus*, obtidos nos manguezais da desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá.

## Resultados

As amostras analisadas estavam em boas condições, com os apêndices necessários para a identificação da espécie e do estágio larval, exceto para as larvas nos estágios IV e V, que estavam ausentes. O processo de triagem e análise das larvas de braquiúros levou, em média, de 6 a 12 horas por frasco de armazenamento, devido à grande quantidade de larvas de crustáceos, incluindo as de Brachyura.

No total, foram triadas 45 amostras, sendo 14 de armadilha luminosa e 12 de redes de arrasto planctônico. As larvas de *U. cordatus* estiveram presentes em 99% das amostras, sendo abundantes em ambas as técnicas de coleta, representando 50,8% da densidade total de larvas de braquiúros identificadas. Ao todo, foram encontradas 8.896 larvas de caranguejo Brachyura, das quais 4.522 eram da espécie *U. cordatus* (Figura 9).

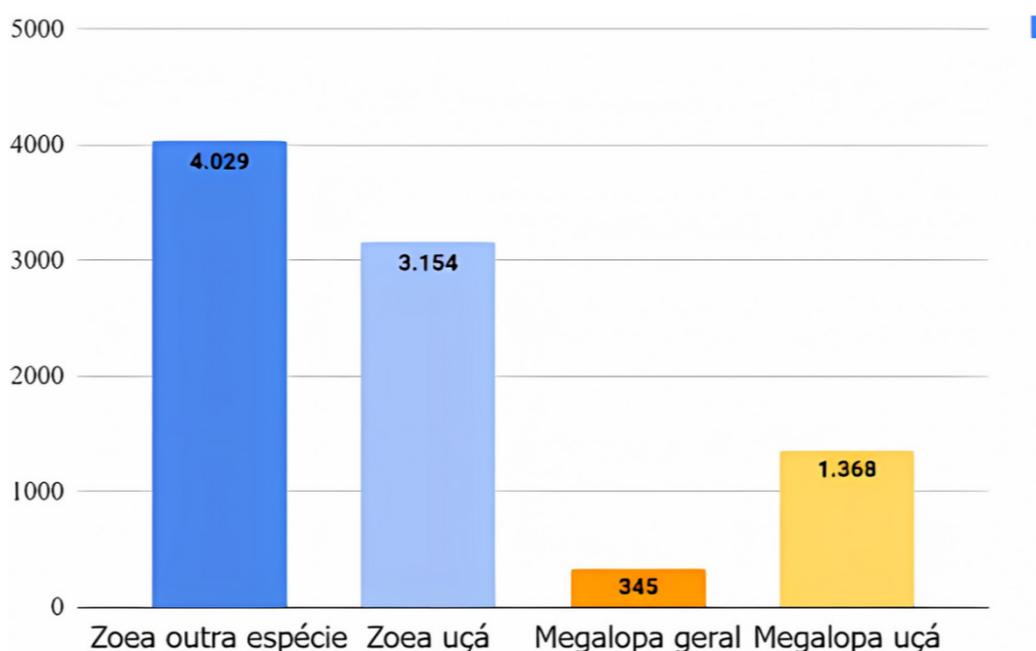


Figura 9 – Abundância de larvas, estágios iniciais (zoeas) e estágios avançados (megalopas) de Brachyura nas amostras observadas.

Os dois métodos empregados para coleta, armadilha de luz e arrastos oblíquos com redes planctônicas, foram utilizados, mas não simultaneamente nos mesmos pontos, podendo interferir na análise de eficiência metodológica. Apesar dessa variação, ambos métodos de coleta capturaram as larvas de Brachyura presente na coluna d'água (Figura 10).

Com as armadilhas de luz, foram coletadas 1.732 zoeas e 1.615 megalopas, enquanto a rede de arrasto capturou 5.451 larvas zoeas e 98 megalopas. O segundo método, portanto, foi mais eficaz na coleta de larvas de Brachyura nos estágios iniciais de desenvolvimento (zoea).

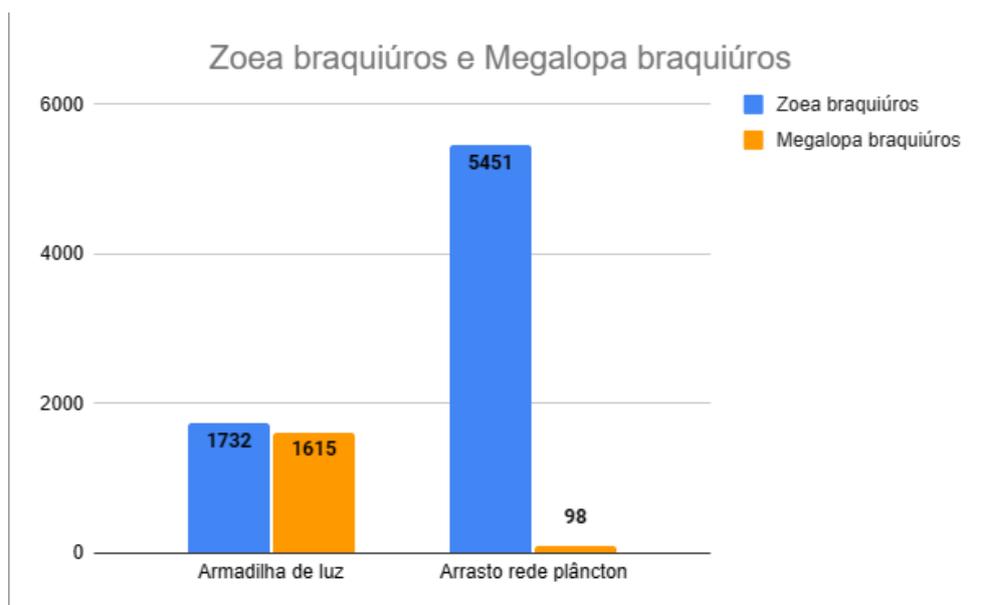


Figura 10 – Comparação dos dois métodos de coleta de larvas de *Brachyura* nas amostras observadas: armadilhas luminosas e redes de arrasto planctônico.

Vale destacar que as coletas que utilizaram a rede de arrasto vertical também apresentaram maior número de larvas de outras espécies de crustáceos. Evidenciando o objetivo inicial do projeto, ou seja, a investigação das larvas de *E. itajara*. A armadilha de luz provou ser mais seletiva em relação às larvas de mero, alvo primário dos esforços de coleta, e demonstrou que o método também é apropriado para a captura de larvas de *Brachyura*.

Os estágios iniciais (zoeas I-II-III-IV-V-VI) representaram cerca de 69% do total, sendo o restante, 30,2%, estágio avançado (megalopa). A maioria das larvas do *U. cordatus* observadas estava no estágio de zoea II, totalizando 33,7%, seguido das larvas em estágio I: 20,9%, estágio III: 6,8%, estágio IV: 0,1%, estágio V: 0,1%, e no estágio VI: 8,2%. As megalopas representaram 30,2%, conforme Figura 11.

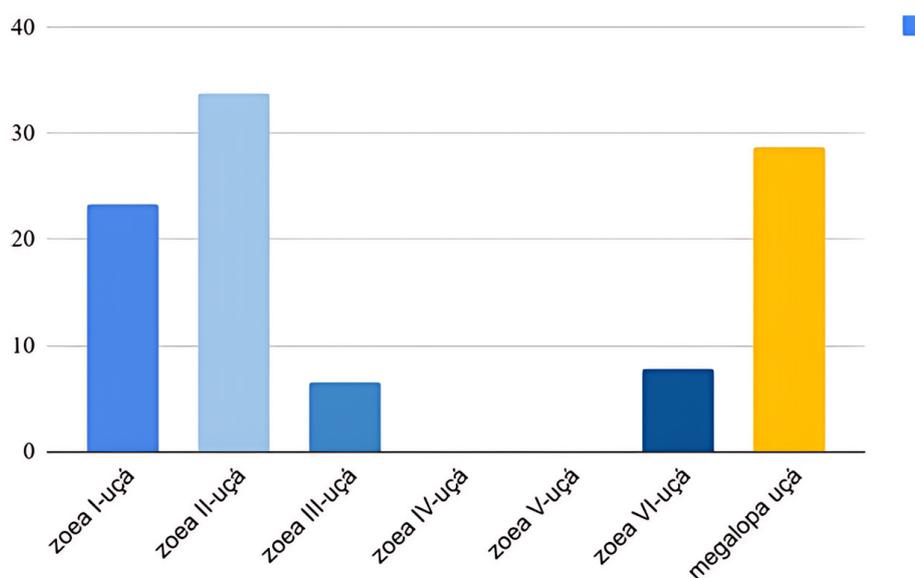


Figura 11 – Frequência dos diferentes estágios das larvas iniciais (zoeas I-II-III-IV-V-VI) e estágios larvas avançadas (megalopas) do *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) observada nas amostras.

Quanto aos estágios de desenvolvimento, as larvas iniciais (zoeas I-II) de *Brachyura* foram as mais frequentes em abundância (Figura 11). Larvas em estágios avançados (megalopas) também obteve grandes abundâncias.

Com relação à distribuição dos indivíduos de *U. cordatus* na classificação dos estágios nos diferentes pontos amostrais, as maiores abundâncias

de larvas foram observadas no Rio Baguaçu, seguido do Canal da Galheta, Rio dos Papagaios, Maciel, Ilha Rasa da Cotinga e Marina Ponta do Poço. As larvas em estágios de zoeas I, foram mais abundantes no ponto Rio dos Papagaios. O Canal da Galheta foi o ponto com maior quantidade de larvas zoeas II. No Rio Baguaçu, as larvas zoeas I, II, VI e megalopas foram as mais coletadas, conforme Figura 12.

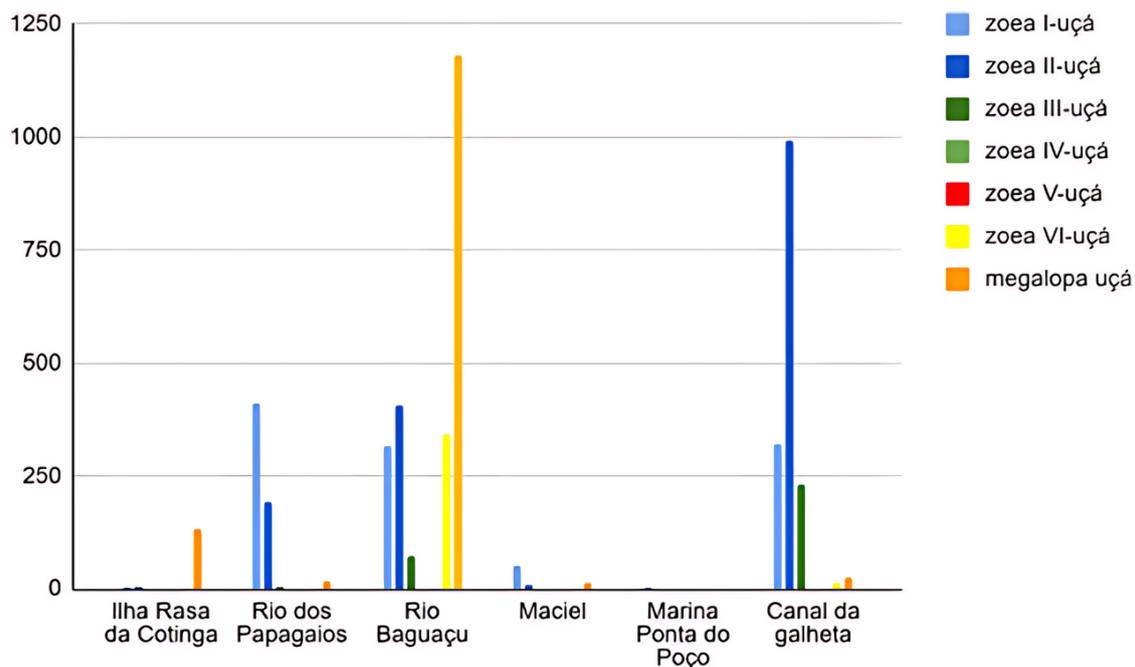


Figura 12 – Abundância das larvas de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) nos pontos de coleta (ilha rasa da Cotinga, Rio dos Papagaios, Rio Baguaçu, Maciel, Canal da Galheta e Marina Ponta do Poço).

Durante as primeiras campanhas realizadas em 2018 e 2019, foram coletadas quantidades significativas de larvas iniciais (zoeas I, II), destacando-se as campanhas executadas em dezembro/2018. Entre dezembro/2018 e janeiro/2019, houve uma redução na quantidade de zoeas, sendo que zoea no estágio VI foi encontrada apenas em janeiro/2019. Já em março/2018, observou-se uma presença limitada de megalopas, com um aumento dessas larvas em dezembro/2018 e seu pico em janeiro/2019, seguido

por uma diminuição em fevereiro/2019. Não foram coletadas megalopas em abril/2019. Por outro lado, nas campanhas de dezembro/2022 foram coletadas grandes quantidades de zoeas I, II e III, além da presença de zoea no estágio VI, diferente do ano de 2018, quando esses estágios foram encontrados somente em janeiro. Durante o período entre dezembro/2022 e janeiro/2023, houve uma diminuição nas quantidades de zoeas e um aumento nas larvas megalopas (Figura 13).

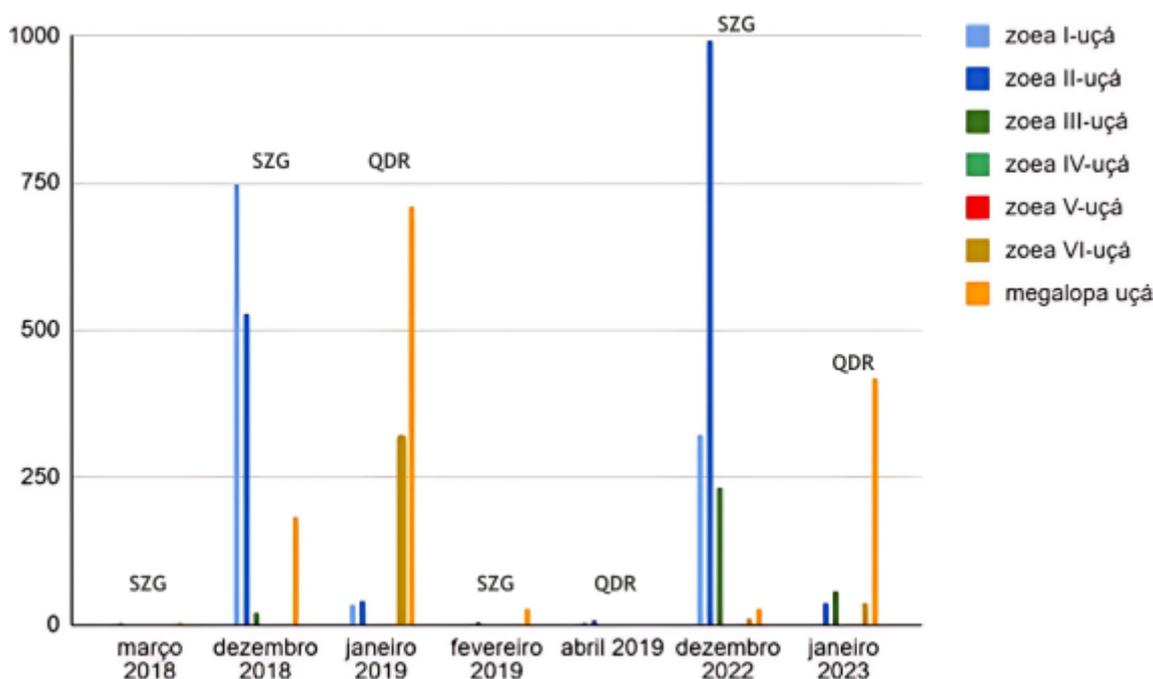


Figura 13 – Abundância de larvas do *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) ao longo dos meses de coleta, destacando as marés de sizígia (SZG) e quadratura (QDR).

## Discussão e conclusões

As larvas de *U. cordatus* foram registradas em todas as amostras sendo mais abundantes em relação às demais espécies de braquiúros durante o período de amostragem. Tal fato pode ser decorrente da sincronia entre as datas de coleta o período reprodutivo de *U. cordatus* (dezembro a março), refletindo também a elevada fecundidade e fertilidade do maior braquiúro de áreas estuarinas[39]. Ainda de acordo com Anger[39], a maior abundância ocorre nos estágios larvais iniciais, devido à elevada mortalidade que ocorre a partir do estágio de zoea e, principalmente, na transição entre a zoea VI para a megalopa.

Os resultados deste estudo indicam a presença de um sexto estágio de zoea, antes da megalopa, no desenvolvimento larval de *U. cordatus*. De acordo com Silva et al.[22], as zoeas no sexto estágio estão associadas a baixas taxas de sobrevivência. Em dezembro de 2018 e 2022, observou-se um pico de larvas em estágios iniciais (zoeas), com uma redução em janeiro de 2019 e 2023, seguido por um aumento das megalopas nesses mesmos meses, indicando o fim da fase planctônica e o início do recrutamento. Em abril de 2019, houve uma diminuição das megalopas,

sinalizando o término do evento reprodutivo da espécie.

Esses dados são condizentes com o período reprodutivo do caranguejo-uçá, coincidente com os meses de verão[16][40].

Dados recentes do monitoramento participativo das andadas reprodutivas realizados por meio do aplicativo REMAR Cidadão da Universidade Federal do Sul da Bahia, mostram que na região do CEP as primeiras eclosões acontecem na maré de sizígia do mês de novembro. Essas primeiras eclosões dão origem às megalopas observadas em janeiro de 2019 e 2023, após um período de 30 a 40 dias de desenvolvimento planctônico[41].

A maior frequência de larvas nos meses de dezembro e janeiro é justificada pela sincronia da reprodução com os meses de verão, quando as temperaturas são mais elevadas. Esse padrão é observado em várias espécies de Brachyura decápodes, incluindo o caranguejo *U. cordatus*, conforme relatado na literatura[16][40][42][15].

A maioria das amostras analisadas foi coletada durante a lua nova, e os resultados mostram uma predominância de larvas nos estágios iniciais (zoeas I-II). Isso está em concordância com os estudos de

Diele[18], que observou no litoral do Pará que a eclosão larval de *U. cordatus* está sincronizada com as marés de sizígia, ocorrendo durante a lua nova e/ou cheia na estação chuvosa. De acordo com Morgan[17], as marés são fatores que regulam o processo de liberação larval, atuando em sinergia com o padrão de distribuição espacial da espécie, que pode ser determinado fenotipicamente, imposto pelo ambiente, ou geneticamente predeterminado.

A ausência de zoeas de *U. cordatus* nos estágios IV e V nas amostras de zooplâncton analisadas validam as demandas fisiológicas dos diferentes estágios larvais, uma vez que essas zoeas têm menor tolerância a baixas salinidades e se desenvolvem, preferencialmente, em áreas costeiras com salinidade elevada[41]. Esse resultado reafirma o estudo conduzido por Freire[28] no Complexo Estuarino de Paranaguá, onde apenas larvas em estágios iniciais foram registradas.

As maiores quantidades de larvas em estágios iniciais foram capturadas no período de lua nova (Tabela1), quando a amplitude de marés é maior e favorece a exportação larval, fenômeno característico em diversas espécies de larvas meroplanctônicas, como os caranguejos terrestres e semiterrestres, cujas larvas se desenvolvem no plâncton, garantindo maiores taxas de sobrevivência e aumento da diversidade genética[43].

O ponto onde se observou maior densidade de larvas, foi o Rio Bagaçu, que é uma das regiões da desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá, onde se observa a máxima energia hídrica, e maiores profundidades. Podemos sugerir que as áreas de manguezais localizadas a montante do Rio Bagaçu permanecem com alta produtividade larval, indicando que as populações de adultos de *U. Cordatus* estão saudáveis e que as larvas produzidas nesses locais serão facilmente exportadas e alcançarão com facilidade a zona costeira. Essas características podem ser aproveitadas para a conservação da espécie pois há alta produção larval podendo permanecer livres de exploração pesqueira, também chamadas de áreas no-take, como parte do zoneamento das áreas marinhas protegidas da região[44].

Esse local também foi o que mais contribuiu para o suprimento de larvas disponíveis para o recrutamento, entre os manguezais do CEP avaliados no estudo. Aqui há indícios da dupla aptidão da área protegida, devendo ser alvo de investigações mais aprofundadas sobre as características da população

adultas, podendo haver áreas adequadas também para o manejo sustentado pelo recrutamento observado no presente estudo.

Nas áreas avaliadas a maior abundância de larvas, em vários estágios, foi observada no Rio Bagaçu, sendo uma área adequada para a realização de um monitoramento de longo prazo e até mesmo para o estabelecimento de uma estratégia de conservação incluindo áreas sem capturas e áreas destinadas ao manejo sustentável de *U. cordatus*.

## Agradecimentos

Ao ICMBio, pela grande oportunidade ofertada e por proporcionar toda a assistência necessária para a realização deste projeto. À UNESPAR, por abrir suas portas para que hoje pudéssemos estar realizando esse projeto. Ao pessoal do Laboratório de Ecologia e Conservação (LABEC), pela parceria durante essa jornada.

## Referências

1. Correia MD, Sovierzoski HH. Ecossistemas marinhos: recifes, praias e manguezais. Maceió: EDUFAL. 1. ed., p. 55: il. – (Conversando sobre ciências em Alagoas), 2005. Disponível em: [https://daffy.ufs.br/uploads/page\\_attach/path/9358/ciencias2.pdf](https://daffy.ufs.br/uploads/page_attach/path/9358/ciencias2.pdf)
2. Alongi DM. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2008; 76: 1-13.
3. Schaeffer-Novelli Y, Cintrón-Molero G, Soares MLG, De-Rosa T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 2000; 3(4): 561-570. doi:10.1080/14634980008650693
4. Severino-Rodrigues E, Pita JB, Graça-lobes R. Pesca artesanal de siris (Crustacea: Decapoda: Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente/SP, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*. 2001; 27(1): 7-19.
5. Alongi DM. Present state and future of the world's mangrove forests. *Envir Conserv*. 2002; 29(3): 331-349. doi:10.1017/S0376892902000231
6. Fisch F, Branco JO, De Menezes JT. Carcinofauna como indicador da integridade biótica de um ambiente estuarino no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Rev ambiente água*. 2015; 10(2): 464-478. doi:10.4136/ambi-agua.1540
7. Neto JD, Metri CB. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o Uso Sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaiamum e do Siri Azul. IBAMA; 2011. doi:10.13140/2.1.4848.6089

8. Branco JO. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, BR. Arq. Biol. Tecnol. 1993; 36 (1): 133-148.
9. Nordhaus I, Wolff M. Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. Mar Biol. 2007; 151(5): 1665-1681. doi:10.1007/s00227-006-0597-5
10. PMAP-PR. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Paraná [Internet]. Informativos Trimestrais: Conheça os resultados do monitoramento pesqueiro por trimestre para cada município [acesso em 24 jul 2024]. Disponível em: <http://pescapr.fundepag.br/>
11. Blankensteyn A, Cunha-filho D, Freire AS. Distribuição, estoques pesqueiros e conteúdo protéico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências, Paraná, Brasil. Arquivos de Biologia e Tecnologia. 1997; 40(2): 331-349.
12. Martinez CBR. Regulação osmoionica no caranguejo de mangue *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763), em presença de benzeno [Dissertação]. Universidade de mer, São Paulo, 1990.
13. Wunderlich AC, Pinheiro MAA, Rodrigues AMT. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Rev Bras Zool. 2008; 25(2): 188-198. doi:10.1590/S0101-81752008000200005
14. Ostrensky A, Sternhain US, Brun E, Wegbecher FX, Pestana D. Technical and economic feasibility analysis of the culture of the land crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in Paraná coast, Brazil. Arquivos de biologia e tecnologia. 1995; 38(3): 939-947.
15. Góes P, Branco JO, Pinheiro MAA, Barbieri E, Costa D, Fernandes LL. Bioecology of the uçá-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography. 2010; 58(2): 153-163. doi:10.1590/S1679-87592010000200006
16. Mota-Alves MI. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em mangues do Ceará (Brasil). Arquivos de Ciências do Mar. 1975; 15(2): 85-91.
17. Morgan SG. Adaptive significance of hatching rhythms and dispersal patterns of estuarine crab larvae: avoidance of physiological stress by larval export? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1987; 113(1): 71-78. doi:10.1016/0022-0981(87)90083-9
18. Diele K. Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in the Caete Estuary, North Brazil [Tese]. Universität Bremen, 2000. 116 f.
19. Rodrigues MD, Hebling NJ. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda): complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. Rev Bras Zool. 1989; 6(1): 147-166. doi:10.1590/S0101-81751989000100016
20. Abrunhosa FA, Silva-Neto AA, Melo MA, Carvalho LO. Importance of the food and feeding in the first larval stage of *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae). Revista Ciências Agrônômicas. 2022; 33(2): 5-12.
21. Diele K, Simith DJB. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2006; 68(3-4): 600-608. doi:10.1016/j.ecss.2006.03.012
22. Silva UATD, Cottens K, Ventura R, Boeger WA, Ostrensky A. Different pathways in the larval development of the crab *Ucides cordatus* (Decapoda, Ocypodidae) and their relation with high mortality rates by the end of massive larvicultures. Pesq Vet Bras. 2012; 32(4): 284-288. doi:10.1590/S0100-736X2012000400002
23. Cottens KF, Silva UAT, Ventura R, Ramos FM, Ostrensky A. Cultivo de larvas de *Ucides cordatus* (LINNAEU, 1763) sob diferentes intensidades luminosas. Arq Bras Med Vet Zootec. 2014; 66(5): 1464-1470. doi:10.1590/1678-6675
24. Souza RMD, Neto RR, Loureiro Fernandes LF. Importância do rotífero como alimento no desenvolvimento larval do caranguejo-uçá. Bol Inst Pesca. 2017; 43(2): 185-193. doi:10.20950/1678-2305.2017v43n2p185
25. Weinstein MP. Shallow marsh *habitats* as primary nurseries for fishes and shellfish, Cape Fear River, North Carolina. Fishery Bulletin. 1979; 77(2): 339-357.
26. Almeida EVD, Santos JOD, Silva GAD, Miranda RGBD. Distribuição espaço-temporal de crustáceos decápodes meroplânctônicos, com ênfase nas larvas do caranguejo-uçá, na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Revista CEPSUL. 2017; 6: e2017001. doi:10.37002/revistacepsul.vol6.651e2017001
27. Bowser PR, Rosemark R. Mortalities of cultured lobsters, *Homarus*, associated with a molt death syndrome. Aquaculture. 1981; 23(1-4): 11-18. doi:10.1016/0044-8486(81)90003-X
28. Freire, AS. Dispersão larval do Caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L.1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1998.
29. López MS, Coutinho R. Acoplamento plâncton-bentos: o papel do suprimento larval na estrutura das comunidades bentônicas de costões rochosos. Oecologia Brasiliensis. 2008; 12(4): 575-601. doi: 10.4257/oeco.2008.1204.01

30. Fonseca LCDMD, Cioffi G, Fagundes KRC, Pratezi MR, Camargo PR, Cunha-Lignon M. Manguezais do paraná: zona úmida costeira e seus atributos. In: *Ecologia e Conserva o da Biodiversidade 2*. Ponta Grossa: Atena Editora; 2022: 38-53. doi:10.22533/at.ed.5072227073
31. Noernberg MA, Lautert LFC, Araújo AD, Marone E, Angelotti R. Remote Sensing and GIS Integration for Modelling the Paranaguá Estuarine Complex - Brazil. *Journal of Coastal Research*. 2006; SI(39): 1627-1631.
32. Krug LA, Leão C, Amaral S. Din mica espaço-temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e rela o entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econ micos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*; 21-26 abr 2007; Florianópolis: INPE; 2007. p. 2753-2760.
33. Alegretti CB, Grande H, Namiki CAP, Loose RH, Brandini FP. A preliminary assessment of larval fish assemblages on artificial reefs in the nearshore Southern Brazil. *Ocean Coast Res*. 2021; 69: e 21017. doi:10.1590/2675-2824069.21-002cba
35. Grande H, Rezende SDM, Simon TE, Félix-Hackradt FC, García-Charton JA, Maida M, Gaspar ALB, Francini-Filho RB, Fredou T, Ferreira BP. Diversity of settlement-stage reef fishes captured by light-trap in a tropical south-west Atlantic Ocean coastal reef system. *Journal of Fish Biology*. 2019; 94(2): 210-222. doi:10.1111/jfb.13858
36. Beldade R, Borges R, Gonçalves EJ. Depth distribution of nearshore temperate fish larval assemblages near rocky substrates. *Journal of Plankton Research*. 2006; 28(11): 1003-1013. doi:10.1093/plankt/fbl035
37. Borges R, Beldade R, Gonçalves EJ. Vertical structure of very nearshore larval fish assemblages in a temperate rocky coast. *Mar Biol*. 2007; 151(4): 1349-1363. doi:10.1007/s00227-006-0574-z
38. Almeida EVD. Manual para estudo das larvas do caranguejo u a [Internet]. Petrobrás Ambiental. São Gonçalo: ONG Guardi es do Mar/RJ; 2014 [citado em 2024 jul. 25]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Eduardo\\_Vianna\\_De\\_Almeida/publication/281783984\\_Manual\\_para\\_Estudo\\_das\\_Larvas\\_do\\_Caranguejo\\_Uca/links/55f862ab08aeafc8ac0e455b/Manual-para-Estudo-das-Larvas-do-Caranguejo-Uca.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Vianna_De_Almeida/publication/281783984_Manual_para_Estudo_das_Larvas_do_Caranguejo_Uca/links/55f862ab08aeafc8ac0e455b/Manual-para-Estudo-das-Larvas-do-Caranguejo-Uca.pdf)
39. Anger K. *The Biology of Decapod Crustacean Larvae*. 14 ed. Lisse: AA Balkema Publishers; 2001.
40. Castilho-Westphal GG, Ostrensky A, Pie MR, Boeger WA. Estado da arte das pesquisas com o caranguejo-u a, *Ucides cordatus*. *Archives of Veterinary Science*. 2008; 13(2): 151-166. doi:10.5380/avs.v13i2.12896
- 41 Cottens KF. Efeitos da temperatura, da intesnidade luminosa e da densidade de cultivo na larvicultura de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) em condi es de laboratório [Disserta o]. Curitiba: Pós Gradua o em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Paraná; 2009. 80 f.
42. Dalabona G, Silva JDLE, Pinheiro MAA. Size at morphological maturity of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) in the Laranjeiras Bay, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2005; 48(1): 139-145. doi:10.1590/S1516-89132005000100018
43. Queiroga H, Blanton J. Interactions between behavior and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. *Advances in Marine Biology*. 2005; 47: 107-214. doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(04\)47002-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(04)47002-3)
44. Francini-Filho RB, Moura RL. 2008. Evidence for spillover of reef fishes from a no-take marine reserve: An evaluation using the before-after control-impact (BACI) approach. *Fisheries Research*; 93(3): 346-356.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edi o Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira   uma publica o eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conserva o da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a dissemina o de experiências em conserva o e manejo, com foco em unidades de conserva o e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Aves da Reserva Biológica do Gurupi: implementação de protocolo avançado de monitoramento e atualizações

Leonardo Victor Soares Pinheiro<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8463-7484>

\* Contato principal

Gabriel Leite<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3229-9185>

Carlos Martinez<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3169-4581>

Gustavo Gonsioroski<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5323-3794>

Surama Pereira<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0527-9106>

Hilda Melo<sup>5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2569-5227>

Felipe Arantes<sup>6</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5222-7958>

Pablo Vieira Cerqueira<sup>7</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7311-6229>

Ramiro Dário Melinski<sup>8</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4375-5764>

Ailton Oliveira<sup>9</sup>

 <https://orcid.org/0009-0008-6674-8237>

Alex Augusto Abreu Bovo<sup>9</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-9457-5301>

Flor Maria Guedes Las-Casas<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0000-092X>

Laurent Guimarães Carvalho<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0009-0003-6310-398X>

Antônio Emanuel Barreto Alves de Sousa<sup>9</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8339-8274>

Flávio Kulaif Ubaid<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8604-1206>

<sup>1</sup> Fauna-MA Pesquisa e Consultoria, São Luis/MA, Brasil. <leovictorsp13@gmail.com, gustavogonsioroski@hotmail.com>.

<sup>2</sup> Rainforest Connection e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil. <gabrielzooobio@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Maranhão/UFMA, Brasil. <nyctic@yahoo.com>.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Maranhão/UEMA, Brasil. <suramapereiracx@hotmail.com, flormariaglc@gmail.com, laurent-gc@hotmail.com, flavioubaid@gmail.com>.

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Brasil. <hildaraianne15@gmail.com>.

<sup>6</sup> Brazil Birding Experts, Brasil. <felipe\_arantes85@hotmail.com>.

<sup>7</sup> Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará e Pinima Birding – Nature Tours, Brasil. <pablo\_bio\_1@hotmail.com>.

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Brasil. <ramiromelinski@gmail.com>.

<sup>9</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres/CEMAVE, Cabedelo/PB, Brasil. <ailton.oliveira@icmbio.gov.br, alex\_bovo@hotmail.com, antonio.sousa@icmbio.gov.br>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 24/07/2024

### Como citar:

Pinheiro LVS, Leite G, Martinez C, Gonsioroski G, Pereira S, Melo H, Arantes F, Cerqueira PV, Melinski RD, Oliveira A, Bovo AAA, Las-Casas FMG, Carvalho LG, Sousa AEBA, Ubaid FK. Aves da Reserva Biológica do Gurupi: implementação de protocolo avançado de monitoramento e atualizações. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 71-104. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2531



**Palavras-chave:** Avifauna; REBIO do Gurupi; área de endemismo Belém; Amazônia Maranhense.

**RESUMO** – O protocolo avançado de monitoramento de comunidades de aves, que faz parte do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, teve início em 2017 na Reserva Biológica do Gurupi (REBIO do Gurupi), escolhida devido ao contexto de degradação em que está inserida. Os resultados aqui apresentados foram obtidos ao longo de seis campanhas realizadas entre 2017-2023 na aplicação do protocolo e oportunisticamente. Foram registradas 414 espécies, sendo *Cercomacra cinerascens* a mais abundante. O monitoramento contribuiu com três espécies novas para o estado do Maranhão: *Agamia agami* (primeiro registro documentado para o estado), *Forpus passerinus* e *Leucopternis melanops*. Quando compilados os dados com o primeiro inventário de aves da REBIO do Gurupi, a riqueza aumentou para 503 espécies, passando a ser assim a área com a maior riqueza de aves dentro da área de endemismo de Belém (AEB). Desse total, 29 taxa estão ameaçados de extinção (e.g. *Crax fasciolata pinima* e *Psophia obscura*) e 18 são endêmicos da AEB. Esses resultados também contribuíram para atualização do cenário ornitológico da Amazônia Maranhense, que agora conta com 583 espécies. Dessa forma, as informações aqui geradas indicam a relevância e efetividade da REBIO do Gurupi para a conservação de aves no Maranhão e na AEB, e a importância do Programa Monitora, sendo assim recomendada sua continuidade e expansão.

## Birds of the Gurupi Biological Reserve: implementation of an advanced monitoring and updates protocol

**Keywords:** Avifauna; REBIO Gurupi; Belém endemic area; Maranhão Amazon.

**ABSTRACT** – The advanced protocol for monitoring bird communities, which is part of the National Biodiversity Monitoring Program – Programa Monitora, began in 2017 at Gurupi Biological Reserve (REBIO do Gurupi), chosen due to its different forest succession stages and landscape context in which it is inserted. The results presented are partial and were obtained through six campaigns carried out between 2017-2023 in the application of the protocol and opportunistically. Accounting 414 species recorded, with *Cercomacra cinerascens* being the most abundant. In addition, recording three new species for the state of Maranhão: *Agamia agami* (first documented record for the state), *Forpus passerinus* and *Leucopternis melanops*. When the data is compiled with the Reserve's first bird inventory, the richness increases to 503 species, thus creating a greater richness of birds within Belém area of endemism (BAE). Of this total, 29 taxa are categorized as threatened (e.g.: *Crax fasciolata pinima* and *Psophia obscura*) and 18 are endemic to BAE. These results were also developed to update the ornithological scenario of the Amazon forest in Maranhão, which now has 583 species. In this way, the information generated here demonstrates the relevance and effectiveness of REBIO for bird conservation in Maranhão and BAE. Therefore, we recommend the continuity and expansion of Monitora program.

## Aves de la Reserva Biológica de Gurupí. Protocolo avanzado de monitoreo y actualizaciones

**Palabras clave:** REBIO Gurupi; área de endemismo Belém; Amazonia Marañense.

**RESUMEN** – El protocolo avanzado de monitoreo de comunidades de aves, que forma parte del Programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad - Programa Monitora, se inició en 2017 en la Reserva Biológica de Gurupí (REBIO de Gurupí), escogida por el contexto de degradación en el que se encuentra. Los resultados presentados aquí son parciales y fueron obtenidos a lo largo de seis campañas realizadas entre 2017 y 2023, en la aplicación del protocolo y oportunisticamente. Se registraron 414 especies, siendo *Cercomacra cinerascens* la más abundante.



Además, el monitoreo contribuyó con tres nuevas especies para el estado de Maranhão: *Agamia agami* (primer registro documentado para el estado), *Forpus passerinus* y *Leucopternis melanops*. Cuando se reúnen los datos con el primer inventario de aves de la Reserva de Gurupí, la riqueza aumenta a 503 especies, convirtiéndose así en la mayor riqueza de aves dentro del área de endemismo Belém (AEB). De este total, 29 taxones están categorizados como amenazados (por ejemplo: *Crax fasciolata pinima* y *Psophia obscura*) y 18 son endémicos de la AEB. Estos resultados también contribuyeron para la actualización del escenario ornitológico de la Amazonia de Maranhão, que ahora cuenta con 583 especies registradas. De esta manera, la información aquí generada demuestra la relevancia y efectividad de la REBIO de Gurupí para la conservación de las aves en Maranhão y la AEB, y la importancia del Programa Monitora, por lo que se recomienda su continuidad y ampliación.

## Introdução

A floresta amazônica e sua funcionalidade global, por interesses econômicos, está em um momento crítico e com projeções negativamente drásticas[1][2]. Estimativas de cenários futuros irreversíveis decorrentes da degradação das paisagens originais apontam consequências que afetarão, principalmente, a comunidade florística e faunística, comprometendo diversos serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima[2][3][4][5][6][7].

Além de ser reconhecida por sua importância climática, a floresta amazônica também tem destaque por sua rica biodiversidade, com cerca de 15% das espécies conhecidas do planeta[8], influenciada pelos grandes rios amazônicos que contribuíram para formação de oito áreas de endemismo, de grande valor biológico[9][10]. Entretanto, essas áreas sofrem com a crescente pressão antrópica desordenada, como conversão de áreas naturais para diferentes usos da terra (agrícola, silvícola, pecuária e urbanização) e o uso de recursos naturais de forma legal e ilegal (madeira, mineração e garimpo)[11][12]. Pressões essas, responsáveis pela redução populacional de boa parte das espécies, podendo levar a extinções locais[4][13].

Essa situação se agrava quando aplicada ao contexto da Amazônia oriental, que compreende quatro das áreas de endemismo que são afetadas pelo “arco do desmatamento”. Uma delas é a área de endemismo de Belém (AEB), considerada a região mais ameaçada da Amazônia Legal, com 80% da vegetação primária explorada[10][14]. Esse processo iniciou-se em meados do século XVI, quando tiveram início os primeiros processos de exploração da Amazônia brasileira[15] e se estende até os dias atuais em decorrência de incentivos governamentais

e interesses privados[5][14]. Contudo, um dos mecanismos mais eficientes para melhoria desse cenário são as unidades de conservação (UCs) de proteção integral[10][16].

No cenário atual, estudos vêm demonstrando que as UCs são fundamentais para a conservação da biodiversidade[17][18]. No entanto, a deficiência de padronização da coleta de informações em algumas UCs dificultava a comprovação de sua efetividade. Visto isso, foi criado o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, por meio da Instrução Normativa nº 3/GABIN/ICMBio, de 4 de setembro de 2017, que veio a ser reformulada e substituída pela Instrução Normativa nº 2/GABIN/ICMBio, de 28 de janeiro de 2022[19][20], com o objetivo de monitorar a longo prazo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos associados.

Em 2017 foi implementado o Programa Monitora na Reserva Biológica do Gurupí (REBIO do Gurupí), localizada na Amazônia Maranhense, que possui apenas 25% da sua cobertura vegetal original devido às pressões antrópicas crônicas, como intensa atividade madeireira e é de grande relevância para a conservação da biodiversidade dentro da AEB[12][14][21][22]. O Programa Monitora teve início com a aplicação de três protocolos: protocolo básico de monitoramento dos alvos globais aves cinegéticas e mamíferos terrestres de médio e grande porte do componente florestal, o protocolo avançado de monitoramento dos alvos globais aves cinegéticas e mamíferos terrestres de médio e grande porte do componente florestal por meio do protocolo team<sup>16</sup> e o protocolo avançado de monitoramento do alvo global aves do componente florestal por meio de ponto fixo[23], detalhado neste estudo.

A avifauna, sendo um dos grupos mais estudados e capazes de traduzir o estado de conservação de uma área, devido à sua conspicuidade, capacidade ubiquitária e rápida resposta às alterações nas paisagens[24][25], é um dos principais destaques em trabalhos com abordagem conservacionista[5][26]. Nesse sentido, a REBIO do Gurupi, detentora de 80% das espécies de aves da AEB, foi a primeira UC a aplicar o protocolo no Brasil, com a finalidade de contribuir com a conservação regional. Assim, este estudo tem como objetivo apresentar os resultados parciais provenientes do monitoramento da comunidade de aves na REBIO do Gurupi.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi conduzido na REBIO do Gurupi, uma unidade de conservação de proteção integral criada em 1988, com área de 271.197,51 ha e localizada na Mesorregião Oeste Maranhense. A vegetação é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa. Nas últimas três décadas, a REBIO do Gurupi sofreu uma redução de 30% na sua cobertura vegetal original, em decorrência da exploração ilegal de madeira, ocupação humana e a pecuária[12].

A REBIO do Gurupi abriga uma alta diversidade biológica, com diversas espécies endêmicas da AEB e ameaçadas de extinção[22], indicadores que tornam essa UC uma área crucial e prioritária para a conservação da biodiversidade em escala regional, nacional e global. O fato de representar um dos últimos remanescentes florestais relativamente bem preservados da AEB, também tem contribuído para que a REBIO do Gurupi permaneça sob constante ameaça, tanto pela extração ilegal de madeira, ainda comum na região, quanto pela ocupação agropecuária por grilagem. Além disso, a REBIO do Gurupi é anualmente ameaçada por incêndios criminosos, alguns alcançando grandes proporções, como o de 2015. Portanto, a existência de áreas com diferentes tipos de perturbação da floresta, aliada à presença de parcelas pristinas, formam um grande mosaico florestal em diferentes estágios de sucessão na REBIO do Gurupi, fornecendo um cenário favorável para o monitoramento da biodiversidade.

Para a amostragem de aves foi adotado o protocolo de Bispo et al.[23] (2016). Foram utilizadas as mesmas trilhas do protocolo básico de monitoramento dos alvos globais aves cinegéticas e mamíferos terrestres de médio e grande porte do componente florestal. Implementadas em três blocos florestais com elevado grau de conservação e logisticamente acessíveis, com uma distância mínima de 5 km entre si, as estações foram denominadas como A, B e C (Figura 1). Em cada estação ou trilha foram demarcados 12 pontos, que iniciam a 500 m das estradas de acesso.

Todas as estações apresentam fitofisionomia de floresta ombrófila densa, sendo que a estação A, localizada no maior bloco florestal, possui paisagem composta por floresta primária. Já as estações B e C fazem parte do menor bloco, apresentam vestígios de atividade antrópica (clareiras, extração de madeira e incêndio), principalmente no início da trilha da estação C, composta por vegetação secundária.

### Amostragem da avifauna

Para a amostragem quantitativa da avifauna foi utilizada a metodologia baseada no protocolo avançado de monitoramento de aves florestais[23]. O método baseia-se em 36 pontos fixos distribuídos igualmente, sendo 12 pontos por trilha, em três trilhas retilíneas. Os pontos em cada trilha se distanciam 200 m entre si e foram amostrados entre os 20 minutos que antecedem o nascer do sol até aproximadamente três horas após. Para cada ponto foram registrados todos os contatos com aves, auditivos ou visuais, detectados em um raio de aproximadamente 50 metros, durante 10 minutos em cada ponto da trilha, durando cinco dias consecutivos por campanha.

Os dados foram coletados em seis campanhas, onde cada estação amostral foi amostrada cinco vezes por campanha durante cinco dias consecutivos entre 2017 e 2023 (não houve amostragem em 2020), contemplando duas estações do ano, seca e chuvosa.

Para compor a listagem qualitativa da avifauna da REBIO Gurupi, foram anotadas também todas as espécies registradas oportunisticamente entre os pontos de amostragem.

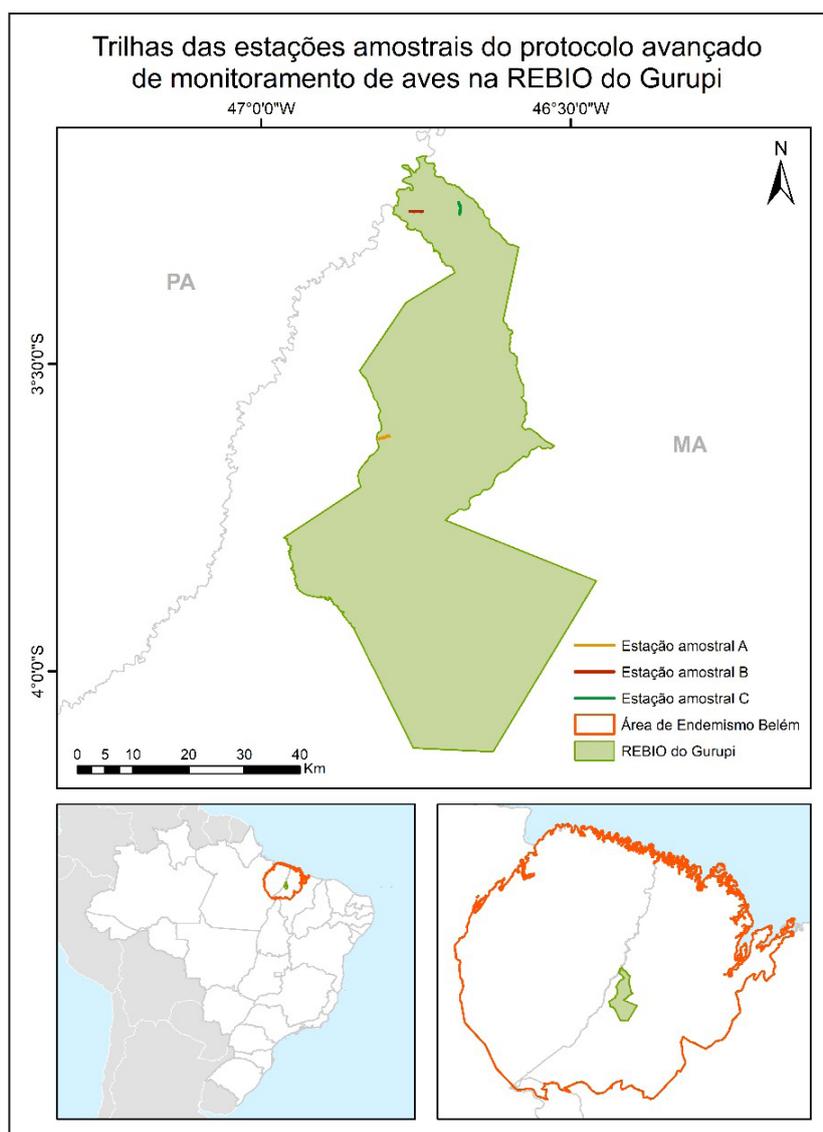


Figura 1 – Trilhas utilizadas na aplicação do protocolo avançado de monitoramento de aves do componente florestal por meio de ponto fixo na REBIO do Gurupi.

## Análises

Como medida de abundância relativa, utilizou-se o índice pontual de abundância, sendo gerado um percentual com base no número de contatos de uma espécie em relação ao número total de amostras no trabalho, possibilitando, assim, estimar a proporção de cada espécie na comunidade[27].

Para avaliar diferenças na riqueza de espécies entre as três áreas, assim como para investigar a relação entre a diversidade registrada e o esforço amostral, construíram-se curvas de rarefação extrapoladas com os respectivos intervalos de

confiança de 95%, com o pacote iNEXT[28] no *software* R[29]. As curvas foram geradas com base no número de contatos obtidos na amostragem quantitativa. A riqueza estimada para as áreas de amostragem e geral foi calculada com base nos estimadores *Jackknife* de 1ª ordem.

Como o monitoramento foi realizado em três diferentes estações amostrais (fragmentos diferentes), realizaram-se análises com a finalidade de avaliar a composição de espécies entre elas (diversidade beta). Assim, adotou-se um dos coeficientes de similaridade mais utilizados para comparar comunidades de forma qualitativa. Um

dos índices mais utilizados para essa análise é o índice de *Jaccard*. Ele é calculado com base em uma matriz de presença-ausência transformada em uma matriz de distância e representado graficamente através de dendrograma (*Cluster analysis*), gerado pelo método de agrupamento por médias não ponderadas (UPGMA). Com a finalidade de reforçar a interpretação dos resultados, aplicou-se o teste de permutação ANOSIM (foi considerado apenas a variável composição) para testar se há diferença significativa. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$  [30]. O SIMPER[31] foi calculado para avaliar o peso individual das espécies quanto as distâncias entre as trilhas.

Para a definição de espécies endêmicas da AEB foram utilizados[5][32] e foram classificadas como táxons de interesse para a conservação aqueles ameaçados nacional[33] ou globalmente[34].

Através do monitoramento também foi possível obter dados quantitativos sobre as espécies florestais. A partir deles foram feitos três ranqueamentos com base na abundância das espécies: (i) geral, (ii) de espécies endêmicas da AEB e (iii) de espécies de relevância para conservação. As espécies foram agrupadas de acordo com sua sensibilidade a

distúrbios antrópicos, adaptada de Stotz et al.[24] (1996), e guildas tróficas Billerman et al.[35] (2022). A nomenclatura taxonômica foi baseada em Pacheco et al.[36] (2021), com atualização de Stopiglia et al.[37] (2022).

## Resultados

Após seis campanhas de monitoramento através de método padronizado foram obtidos 10.160 contatos de 295 táxons de aves, distribuídas em 25 ordens e 51 famílias. Já registros oportunistas contribuíram com 119 táxons de 26 ordens e 37 famílias. Quando compilados, esses dados resultam em 414 táxons, distribuídas em 26 ordens e 69 famílias (Tabela 1).

As estações, A e B tiveram a mesma riqueza, de 232 espécies, e a estação C, 228 espécies. A comparação entre as curvas de extrapolação mostra que as estações comportam uma riqueza semelhante, dada a sobreposição dos intervalos de confiança. As curvas de rarefação das três estações amostrais apresentaram uma leve tendência de estabilização (Figura 2).

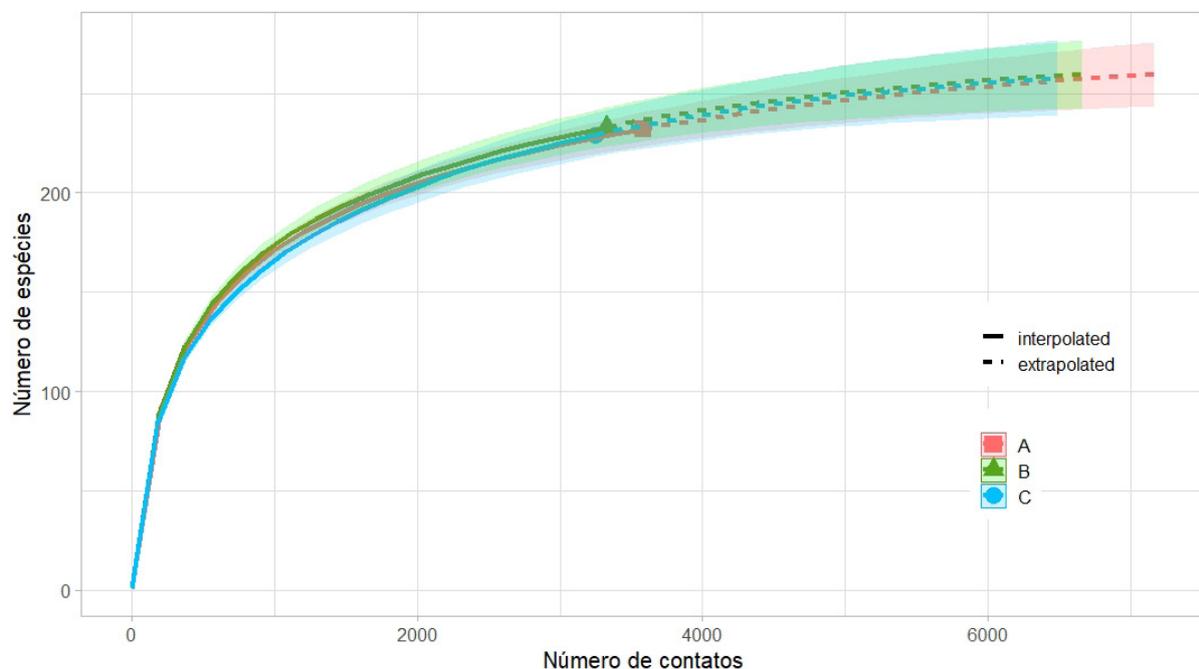


Figura 2 – Curvas de rarefação baseadas na amostragem (linha sólida) e extrapolação (linha tracejada) para a riqueza de aves durante a aplicação do protocolo avançado de monitoramento de aves florestais do Programa Monitora, na REBIO Gurupi.

A espécie *Cercomacra cinerascens* obteve o maior IPA 0,506 (517 contatos), seguida por *Lipaugus vociferans* (IPA = 0,306), *Lophotriccus galeatus* (IPA = 0,303), *Ceratopipra rubrocapilla* (IPA = 0,232), *Phaethornis ruber* (IPA = 0,215), *Ramphastos tucanus* (IPA = 0,211), *Tyranneutes*

*stolzmanni* (IPA = 0,209), *Pheugopedius genibarbis* (IPA = 0,204), *Thamnomanes caesius* (IPA = 0,204) e *Ramphastos vitellinus* (IPA = 0,204) Tabela 1. *C. cinerascens* também apresentou o maior índice nas três estações amostrais (Figura 3).

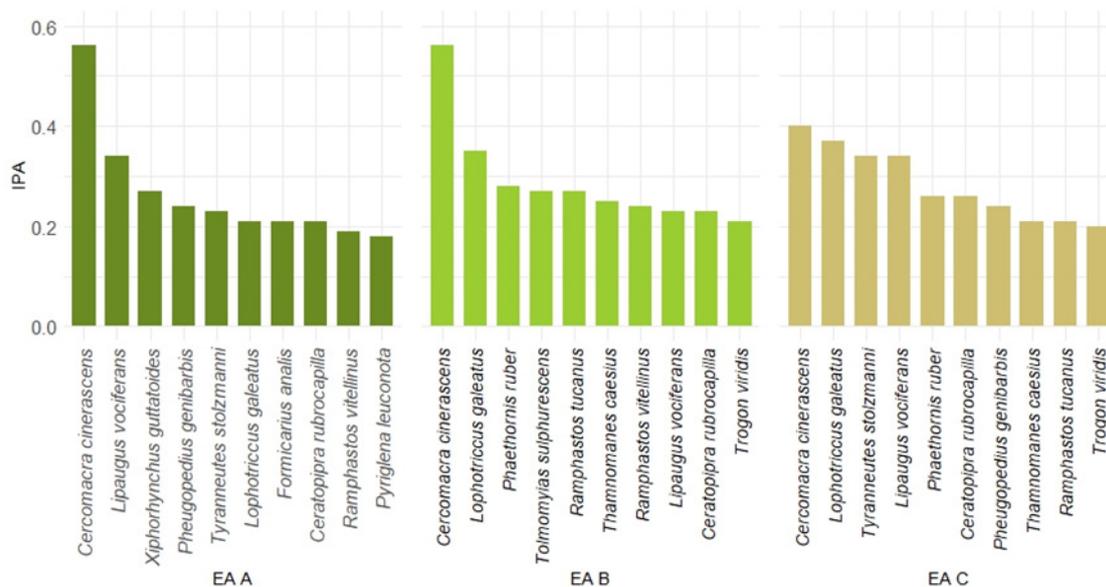


Figura 3 – Índice pontual de abundância entre estações amostrais.

Todos os 18 táxons endêmicos da AEB foram registrados. Dentre esses, *Ramphocaenus melanurus austerus* apresentou o maior IPA = 0,157 (161 contatos). Em seguida, *Thamnophilus aethiops incertus* (IPA = 0,096), *Piprites chloris grisescens* (IPA = 0,098), *Phlegopsis nigromaculata paraensis* (IPA = 0,047), *Piculus paraensis* e *Granatellus pelzelni paraensis* (IPA = 0,025), *Synallaxis omissa* (IPA = 0,016), *Celeus torquatus pieteroyensi* (IPA=0,013), *Pteroglossus bitorquatus bitorquatus* (IPA = 0,009), *Threnetes leucurus medianus* (IPA = 0,007), *Psophia obscura* e *Terentotriccus erythrurus hellmayri* (IPA = 0,006), *Dendrocincla merula badia* (IPA = 0,005), *Loriotus cristatus pallidigula* e *Crax fasciolata pinima* (IPA = 0,004), *Tangara velia signata* e *Megascops ater* (IPA = 0,001). *Dendrexetastes paraensis paraensis*

não foi registrado nas amostras por pontos e teve apenas um indivíduo detectado oportunisticamente.

Registraram-se 27 táxons ameaçados de extinção, que junto com *Lepidothrix iris* e *Pyrrhura amazonum*, registrados em Lima et al.[22] (2014), mas não no presente estudo, totalizam 29 táxons ameaçados, sendo 13 ameaçados globalmente e 27 ameaçados nacionalmente. Em relação às categorias de ameaça internacional, dez táxons são vulneráveis, um em perigo e dois criticamente ameaçados[34] (Tabela 1). Pela lista nacional, 24 são vulneráveis, um em perigo e dois criticamente ameaçados[33] (Tabela 1). Os táxons criticamente ameaçados são *Psophia obscura* e *Crax fasciolata pinima* (global e nacionalmente).

Dos 27 táxons de interesse para conservação registrados durante o monitoramento, 22 foram registrados durante a aplicação do método padronizado. Entre esses, *Pyrrhura coerulescens* obteve maior índice IPA = 0,119 (122 contatos), seguida por *Pionites leucogaster* (IPA = 0,065), *Phlegopsis nigromaculata paraensis*, *Tinamus tao* (IPA = 0,03), *Dendrocolaptes medius* (IPA = 0,029), *Hylopezus paraensis* (IPA = 0,028), *Picus paraensis* e *Granatellus pelzelni paraensis*, *Guaruba guarouba* (IPA = 0,024), *Pyrilia vulturina* (IPA = 0,014), *Celeus torquatus pieteroyensi* (IPA = 0,013), *Penelope pileata* (IPA = 0,01), *Pteroglossus bitorquatus bitorquatus*, *Xipholena lamellipennis* (IPA = 0,008), *Aburria kujubi* (IPA = 0,007), *Psophia obscura* (IPA = 0,006), *Dendrocincla merula badia* (IPA = 0,005), *Crax fasciolata pinima*, *Tangara velia signata* (IPA = 0,001), *Agamia agami* (IPA = 0,0009), *Contopus nigrescens* (IPA = 0,0009) e *Neomorphus geoffroyi amazonicus* (IPA = 0,0009). Alguns táxons ficaram fora da análise por terem sido registrados fora dos pontos (*Lophornis gouldii*, *Harpia harpyja*, *Morphnus guianensis*, *Dendrexetastes paraensis paraensis* e *Grallaria varia distincta*).

Através do índice de Jaccard, encontraram-se distâncias entre as estações que variam de 69% a 70% (correlação cofenética = 0,7774). Quando aplicada a análise multivariadas de permutação, verificaram-se diferenças significativas entre estações. O teste de ANOSIM encontrou diferenças entre estações A e C ( $p = 0,011$ ) e estações B e C ( $p = 0,0416$ ). Através do teste de SIMPER foi possível identificar 115 espécies que contribuíram para a notável diferença entre a estação C e as demais.

A partir disso foram aplicados parâmetros qualitativos sobre perfil ecológico[24] das espécies com maior peso para a dissimilaridade entre as estações amostrais e adaptado para a AEB, com a intenção de responder essas diferenças. O percentual de espécies com maior sensibilidade em cada estação foi: estação A (22,5%) em relação a C (12,6%),

estação B (12%) em relação a C (9,8%). Com maior plasticidade ambiental, a estação C (19,7%) em relação A (11,2%) e estação C (16%) em relação a B (14,8%).

As guildas tróficas tiveram o seguinte percentual: insetívoros (41,19%) e onívoros (39,45%); carnívoros e herbívoros ficaram ambas com 5,21%; nectarívoros com 4,71%; frugívoros 2,23%; granívoros 1,24%; e piscívoros 0,74%. Mas, ao aplicarmos as espécies que mais pesaram na dissimilaridade entre as estações, encontramos um número maior de insetívoros de sub-bosque nas estações A (14%) e B (12,3%) em relação a C (5,6% e 4,9% respectivamente).

### Novos registros para a REBIO Gurupi

Com os dados deste estudo, foram adicionados 79 táxons a REBIO do Gurupi que não constavam na lista de Lima et al.[22]. Entre os taxa adicionados, destacamos os registros de alguns com relevância para conservação e novos registros para o estado do Maranhão.

*Crax fasciolata pinima* (mutum-pinima), endêmica da AEB, inicialmente registrada na REBIO em 6 de dezembro de 2018[38]. No ano seguinte, o indivíduo veio a ser documentado em 2019, por F.K.U. fortuitamente na estrada de acesso a estação amostral A[39]. O mesmo indivíduo, que possuía uma característica particular (mancava de uma das pernas), chegou a ser registrado durante aplicação do protocolo de monitoramento na trilha da estação amostral A (23M 298885 9599425) e uma última vez em 25 de novembro de 2021 por L.V.S.P. e F.M.G.L.C. Juntamente com os registros do trabalho de Alteff et al.[38], *C. f. pinima* possui apenas três localidades com registros recentes (REBIO do Gurupi, terras indígenas Alto Turiaçu e Caru).

*Neomorphus geoffroyi amazonicus* (jacu-estalo) foi documentado um único indivíduo por F.K.U. e S.P.[40] durante aplicação do protocolo,

no dia 17 de novembro de 2022. É uma espécie de comportamento furtivo, com escassos registros na Amazônia Maranhense. Os registros mais próximos da REBIO foram feitos no município de Buriticupu, na localidade Floresta da Vale do Rio Doce, em 3 de setembro 1985, e na terra indígena Alto do Turiaçu, em 6 de outubro do mesmo ano, onde foram coletados dois exemplares depositados na coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG.OPE 0037332 e MPEG.OPE 0038570).

Ainda não havia documentação da espécie *Agamia agami* (garça-da-mata) (Figura 4-F) para o estado, sendo relatada por Oren[41] e Almeida[42]. A espécie foi documentada em dois momentos, o primeiro foi através de armadilha fotográfica instaladas pelo o protocolo avançado de mamíferos no dia 18 de agosto de 2021 (23 M 303761.81 9639025.79), enquanto o segundo um indivíduo foi avistado no dia 26 novembro do mesmo ano na estação amostral C (23M 313496 9640695) por L.V.S.P. e F.M.G.L.C., sendo morto após investida de um rapinante não identificado e deixado no local, indivíduo também foi documentado. Os pontos de ocorrência estão a cerca de 10 km de distância entre si. Um terceiro indivíduo foi avistado por F.K.U. e S.P. em 2022 também na estação C, mas sem documentação.

*Morphnus guianensis* (uiraçu) – em 16 de julho de 2013 a espécie foi relatada por Jason Weckstein durante expedição na REBIO[43]. Somente em 03 de dezembro de 2019 ocorreu a documentação da espécie, um adulto morfo escuro, por G.G. e F.M.G.L.C. para a REBIO[44]. Até então, os registros mais próximos da REBIO eram em Buriticupu, onde foi encontrado um ninho em novembro de 1997 e Açailândia em 2009[45]. E em 2021 um segundo indivíduo, desta vez um jovem, também foi documentado, na ocasião por L.V.S.P. e G.G.[46].

*Grallaria varia distincta* (tovacuçu) – foi documentada por G.G. em 10 de janeiro de 2021[47]. Esse que além de ser o primeiro registro da espécie para a REBIO, também veio a ser primeiro para o estado do Maranhão[48]. Um segundo registro da espécie foi feito em 20 de novembro do mesmo ano por L.V.S.P. e H.R.M., contudo, não foi possível documentação.

*Dendrexetastes paraensis paraensis* (arapaçu-galinha-do-pará) – o primeiro registro do táxon para REBIO ocorreu em 7 de março de 2013, onde um exemplar foi coletado e depositado na coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG.OPE 0076873)[49]. Em 2022, após aplicação do protocolo, um segundo indivíduo foi registrado sem documentação por G.G. e A.B. próximo à estação amostral B.

*Maschalethraupis surinamus* (tem-tem-de-topete-ferrugíneo) – apesar de não ter sido citado por Lima et al.[22], sua primeira documentação na REBIO ocorreu em 12 de agosto de 2012, onde um indivíduo foi coletado e depositado na coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG.OPE 0076925). A espécie voltou a ser registrada em 22 de junho de 2018 por F.A. e R.M. durante aplicação do protocolo[50].

Ressalta-se também duas documentações de novas espécies para o estado do Maranhão. O primeiro, um indivíduo de *Leucopternis melanops* registrado em 24 de junho de 2018, durante a implantação da segunda campanha do Protocolo por L.V.S.P. e P.V.C[51], e o segundo de um bando com 8 indivíduos de *Forpus passerinus* no dia 9 de dezembro de 2023 por F.K.U.[52], o registro mais próximo da espécie que se tem documentação foi em Paragominas[53]. Na ocasião, grupos de *F. passerinus* foram observados diversas vezes em áreas de mata secundária na REBIO do Gurupi.



Figura 4 – A = *Tinamus tao* (Foto: Felipe Arantes); B = *Crax fasciolata pinima* (Foto: Leonardo Victor); C = *Aburria kujubi* (Foto: Felipe Arantes); D = *Psophia obscura* (Foto: : Leonardo Victor); E = *Eurypyga helias* (Foto: Ramiro Melinski); F = *Agamia agami* (Foto: Monitora/REBIO Gurupi); G = *Harpagus bidentatus* (Foto: Leonardo Victor); H = *Trogon rufus* (Foto: Leonardo Victor); I = *Malacoptila rufa* (Foto: Leonardo Victor); J = *Pteroglossus bitorquatus bitorquatus* (Foto: Leonardo Victor); K = *Celeus undatus* (Foto: Felipe Arantes); L = *Pyrrhura coerulescens* (Foto: Felipe Arantes); M = *Guaruba guarouba* (Foto: Ramiro Melinski); N = *Willisornis vidua* (Foto: Felipe Arantes); O = *Phoenicircus carnifex* (Foto: Leonardo Victor).

## Discussão

Com a adição das 79 espécies para REBIO Gurupi[22], a riqueza de aves passa a ser de 503 táxons para esta UC, distribuídos em 26 ordens e 68 famílias. Em comparação com outras localidades inseridas na AEB, como nas Terras Indígenas Mãe Maria, no Pará (n = 398 espécies) e Caru, no Maranhão (n = 361), e nos municípios de Bom Jardim, Maranhão (n = 216)[54], Grande Belém/PA (n = 490)[55], Paragominas/PA (n = 460), Tailândia/PA (n = 330), Tomé-Açu/PA (n = 226), Dom Eliseu/PA (n = 106), Santa Bárbara do Pará/PA (n = 155) [53][56], a REBIO do Gurupi superou todas em número de espécies, e passa a ser a localidade com maior riqueza de aves dentro da AEB.

Quanto a abundância, Lees et al.[53] (2012) em inventário realizado em mosaico com 18 áreas amostrais compostas por diversas paisagens (pastos, monoculturas, vegetação secundária e primária) no município de Paragominas/PA, contribui com dados sobre abundância de aves para a AEB. Os dados sobre as espécies associadas a florestas primárias, apresentam ranqueamento semelhante ao encontrado neste estudo. Espécies como *Cercomacra cinerascens*, *Pyriglena leuconota*, *Ramphocaenus melanurus*, *Pionus menstruus*, *Thamnomanes caesius* e *Glyphorhynchus spirurus*, estão entre as mais abundantes. Esses dois estudos somados vêm a contribuir para entendimento dos padrões de abundância de aves em áreas com vegetação primária dentro da AEB.

No que se refere as análises de similaridade, a maior distância entre a estação amostral C e as outras estações, pode ser atribuído ao estágio sucessional entre as áreas, uma vez que a estação C foi influenciada por fatores antrópicos (atingida por fogo antes do início do Programa de Monitora) em cerca de 40% de sua totalidade[57], onde há elevada quantidade de *Cecropia* sp., atualmente (L.V.S.P., observação pessoal). A correlação das análises demonstrou influência do nível de sensibilidade e guilda tróficas nessas distâncias. Henrique et al.[58] (2008) e Cardona[59] (2012) encontraram resultados semelhantes, onde áreas com histórico de antropização sofrem redução de espécies mais exigentes, sendo os insetívoros de sub-bosque os principais afetados.

Quando somado a Lima et al.[22] (2014) a REBIO passa a ter composição formada por 41,43% de espécies insetívoras, 36,85% onívoras, 5,97% carnívoras, 5,17% herbívoras, 4,58% nectarívoras,

2,19% frugívoras e granívoras e 0,59% de piscívoras[35]. As insetívoras apresentam destaque, principalmente pelo grande número de espécies de sub-bosque (*Thamnophilidae*, *Grallariidae*, *Scleruridae*, *Dendrocolaptidae* e *Furnariidae*) que ajudam a traduzir a qualidade da REBIO do Gurupi, semelhante ao encontrado em Paragominas[53] e durante o monitoramento nas áreas de floresta primária ao longo da Estrada de Ferro de Carajás[54].

Entre os táxons ameaçados, destacamos os dois Criticamente Ameaçados, *Psophia obscura* e *Crax fasciolata pinima*[33][34], visto a funcionalidade guarda-chuva que possuem para a REBIO. Ambas passaram por estimativas populacionais que demonstram um cenário extremamente preocupante. Lima et al.[22] (2014) relataram 20 contatos ocasionais com *P. obscura*. Para Carvalho et al.[60] (2022), acredita-se em menos de 250 indivíduos de *P. obscura* em vida livre, utilizando armadilhas fotográficas. Em situação ainda mais grave se encontra *C. f. pinima*, onde se estima cerca de 50 indivíduos maduros[38][61]. Durante a aplicação do monitoramento foram obtidos sete contatos com *P. obscura*, enquanto *C. f. pinima* apenas um.

Os dados atuais também contribuíram para atualizar a avifauna da REBIO Gurupi no contexto da AEB e Maranhão. Para a AEB, que teve sua primeira versão publicada por Roma[62] (1996), onde foram compiladas 529 espécies e em seguida Gonsioroski et al.[54] (2020) traz 545 espécies. Após novas compilações o número passou para 589 espécies [48][53][63][64][65][66][67][68][69]. Diante deste cenário, constatou-se que cerca de 85% das espécies da AEB estão presentes na REBIO do Gurupi.

Além disso, Lima et al.[22] (2014) consideraram 18 taxa endêmicos para AEB. No entanto, quatro espécies deixaram de ser consideradas endêmicas após revisões: *Ortalis superciliaris*, *Pyriglena leuconota leuconota*, *Todirostrum chrysocrotaphum illigeri* e *Manacus manacus purissimus*. A *O. superciliaris* tem sua área de ocorrência da margem esquerda do rio Tocantins indo até o oeste do estado do Ceará[70]; a *P. l. leuconota* ocorre da margem direita do Rio Tocantins até oeste do Piauí com populações isoladas na porção sul deste estado[71][72]; *T. c. illigeri* tem área de ocorrência que vai da margem direita do rio Tapajós até o oeste do Maranhão[73]; por fim, o *M. m. purissimus* encontraram fluxo gênico entre o interflúvio Tocantins-Araguaia, área de endemismo Xingu e área de endemismo de Belém[74].

Contudo, houve adições de taxa endêmicos da AEB não reportadas anteriormente por Lima et al.[22] (2014), como *Crax fasciolata pinima*[38][39]; *Threnetes leucurus medianus* registrado em 2018 por C.R.M & L.G.C., documentado no ano seguinte[75]; *Megascops ater*, recentemente passou por uma revisão taxonômica, onde foi separada de *Megascops usta*[32]; e por fim *Dendrexetastes paraensis paraensis*[49].

Outras taxa citados por de Carvalho et al.[76] (2020) também passaram por revisões e atualmente não são mais tidas como endêmicas, mas que foram registradas na REBIO, como: *Tunchiornis ochraceiceps rubrifrons*, que tem ocorrência no interflúvio Xingu-Tocantins até o oeste do Maranhão[77]; *Dendrocolaptes medius* por possuir populações disjuntas na AEB, Alagoas e Pernambuco[78]; e *Topaza pella microrhyncha* por ter área de ocorrência que vai da margem direita do Rio Tapajós até o oeste do Maranhão[79][80].

Com o panorama ornitológico estadual atualizado, a Amazônia Maranhense, que anteriormente abrigava 503 espécies[81], agora conta com 583[63][64][65][66][67][68][69]. Da mesma forma, a lista do estado, que antes continha 640 espécies, passou para 762[48][51][63][68][69][76][82][92]. Em termos de representatividade estadual, devido à adição simultânea de espécies nas três listas (REBIO, Amazônia Maranhense e Maranhão), não há diferenças significativas no que diz respeito ao percentual, uma vez que a riqueza da REBIO agora corresponde a 86% das espécies da Amazônia Maranhense e 65% do estado.

Lima et al.[22] (2014), através de estimadores matemáticos, sugeriram um aumento de cerca de 18% na riqueza de espécies, que veio a ser alcançado neste trabalho. Todavia, a nova estimativa sugere uma riqueza maior que a atual, e pressupõe-se que a continuidade e, talvez, expansão do programa venha incrementar ainda mais na riqueza da REBIO do Gurupi e compreensão dos fatores ecológicos.

Alguns táxons com grande potencial para serem registrados na REBIO, por possuírem registros em áreas adjacentes são: *Oxyruncus cristatus* recentemente adicionado à lista do Maranhão[82], foi registrado por L.V.S.P & G.G. no município de Centro Novo do Maranhão/MA[83] a cerca de 21 km da REBIO; *Geotrygon violacea*, registrada em S Buriticupu/MA[54]; *Calidris fuscicollis*, *Calidris minutilla*, *Gallinago paraguaiae*, *Sublegatus obscurior*, *Podager nacunda*, *Neocrex erythrops*, *Pardirallus maculatus*, *Atticora*

*fasciata*, *Atticora tibialis*, *Geothlypis aequinoctialis*, *Platalea ajaja* registradas por Lees et al.[53] (2012) em Paragominas/PA; *Synallaxis* sp. (joão-do-norte), registrada em 2012 no município de Arari/MA, Buriticupu/MA[54][84][85] e Marajá dos Sena/MA[86]; *Celeus obrieni* registrada na TI Caru[87] e em Bom Jesus das Selvas/MA[54]; *Progne subis*, registrada em Presidente Médici/MA[88]; e *Contopus cooperi* registrado em Açailândia/MA[68].

A REBIO do Gurupi está inserida, na região mais ameaçada da Amazônia Legal. Esse estado de ameaça é devido ao seu histórico de degradação, tendo chegado a perder 75% de toda vegetação primária na parte maranhense da AEB[12]. Os resultados deste trabalho, apesar de parciais, junto a outros trabalhos realizados na Reserva têm comprovado sua efetividade para a conservação da biodiversidade da AEB[16][89][90]. Tais informações são relevantes diante dos prognósticos futuros para a AEB, que indicam perda média de 73% das áreas adequadas para espécies endêmicas nos próximos anos[5][21]. Além disso, Carvalho et al.[7] (2023) fizeram projeções que demonstram a necessidade da criação de corredores entre a REBIO do Gurupi e outros fragmentos para manutenção de espécies de interesse para conservação no Maranhão.

## Conclusão

Em meio a um contexto de degradação, onde ainda é notável a influência das ações antrópicas sobre a biodiversidade, os resultados gerados após seis campanhas de monitoramento, apesar de parciais, demonstraram a relevância do protocolo de monitoramento avançado de aves e da REBIO do Gurupi para a conservação da avifauna, além de atualizar o cenário ornitológico maranhense e da AEB. Após o monitoramento a REBIO passa a ter a maior riqueza de aves da AEB, abrigando um elevado número de espécies indicadoras de qualidade (como os insetívoros de sub-bosque), todos os táxons endêmicos da AEB e um significativo número de táxons ameaçados. Ressalta-se ainda que as estimativas sugerem que a REBIO possui potencial para abrigar mais espécies. Já em termos de abundância, além dos padrões se assemelharem ao de outros trabalhos na AEB, é possível ver que as populações têm se mantido, reforçando a funcionalidade desta REBIO.

Esses resultados conflitados com as projeções negativas sobre táxons na AEB e no Maranhão,

deixam claro a necessidade de mais políticas públicas de incentivo para esta unidade de conservação, assim como continuidade e expansão deste monitoramento, com a finalidade de melhor compreensão dos padrões ecológicos da comunidade de aves e reforçar a importância da REBIO do Gurupi para conservação da biodiversidade da área mais ameaçada da Amazônia Legal.

## Agradecimentos

Dedicamos este trabalho a David Oren, por sua imensa contribuição com a ornitologia maranhense

e empenho para a criação da REBIO Gurupi. À Eloisa Mendonça, pelo apoio logístico durante as expedições e por ter cedido as fotos e coordenadas de *Agamia agami* capturadas pelo protocolo avançado de mamíferos. Ao ICMBio/CEMAVE, pelo apoio financeiro e logístico durante as expedições de campo. À FAPEMA e UEMA pelo apoio logístico durante as expedições de campo. À equipe do Laboratório de Ornitologia do CESC/UEMA. Aos auxiliares de campo Abelha, Júnior, Fabrício, Sr. João, Diego, Jailson, Simone e Adriana pelo apoio durante as expedições.

Tabela 1 – Lista compilada de aves da Reserva Biológica do Gurupi de Lima et al.[22], e após aplicação do Monitora. Método de registro: PE = ponto de escuta, RO = registro ocasional; Endemismo: AEB = área de endemismo de Belém, AM = Amazônia; Documentação: XC = Xeno-canto[94], WA = Wikiaves[93], ML = Macaulay Library[92] (\*- asterisco indica que a espécie foi documentada ao fundo de uma gravação onde outra espécie era o foco), MPEG – coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>TINAMIFORMES</b> Huxley, 1872									
<b>Tinamidae</b> Gray, 1840									
<i>Tinamus tao</i> Temminck, 1815	azulona	x	x	PE	-	VU	VU	0,0303	XC395760
<i>Tinamus major</i> (Gmelin, 1789)	inhambu-serra	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Tinamus guttatus</i> Pelzeln, 1863	inhambu-galinha	-	x	PE	AM	-	-	0,0264	XC395757
<i>Crypturellus cinereus</i> (Gmelin, 1789)	inhambu-pixuna	x	x	PE	AM	-	-	0,0088	
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783)	tururim	x	x	PE	-	-	-	0,0098	
<i>Crypturellus strigulosus</i> (Temminck, 1815)	inhambu-relógio	x	x	PE	-	-	-	0,0921	XC395768
<i>Crypturellus variegatus</i> (Gmelin, 1789)	inhambu-anhangá	x	x	PE	-	-	-	0,0401	
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	inhambu-chororó	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<b>ANSERIFORMES</b> Linnaeus, 1758									
<b>Anhimidae</b> Stejneger, 1885									
<i>Anhima comuta</i> (Linnaeus, 1766)	anhuma	x	x	RO	-	-	-	-	ML613612616
<b>Anatidae</b> Leach, 1820									
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	x	x	RO	-	-	-	-	ML613869602
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	x	x	RO	-	-	-	-	ML613692610
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca-ananaí	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Nomonyx dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	marreca-caucau	-	x	RO	-	-	-	-	
<b>GALLIFORMES</b> Linnaeus, 1758									
<b>Cracidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Penelope superciliaris</i> Temminck, 1815	jacupemba	x	x	PE	-	-	-	0,0009	ML613880957
<i>Penelope pileata</i> Wagler, 1830	jacupiranga	x	x	PE,RO	AM	VU	VU	0,0107	ML613619853

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Aburria kujubi</i> (Pelzeln, 1858)	cujubi	x	x	PE	-	VU	VU	0,0078	
<i>Ortalis supercilialis</i> (Gray, 1867)	aracua-de-sobrancelhas	x	x	PE	-	-	-	0,0009	XC395744
<i>Crax fasciolata</i> Spix, 1825	mutum-de-penacho	-	x	PE	AM, AEB	CR	CR	0,0049	WA3597257
<i>Pauxi tuberosa</i> (Spix, 1825)	mutum-cavalo	x	x	PE	AM	-	-	0,0137	XC510963
<b>Odontophoridae</b> Gould, 1844									
<i>Odontophorus gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	uru-corcovado	x	x	PE	AM	-	-	0,0058	WA6164891
<b>PODICIPEDIFORMES</b> Fürbringer, 1888									
<b>Podicipedidae</b> Bonaparte, 1831									
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão-pequeno	x	x	RO	-	-	-	-	ML6138811095
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão-caçador	x	-	-	-	-	-	-	
<b>COLUMBIFORMES</b> Latham, 1790									
<b>Columbidae</b> Leach, 1820									
<i>Patagioenas speciosa</i> (Gmelin, 1789)	pomba-trocal	x	x	PE	-	-	-	0,0421	
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pomba-asa-branca	-	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonaterre, 1792)	pomba-galega	x	-	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Patagioenas plumbea</i> (Vieillot, 1818)	pomba-amargosa	x	x	PE	-	-	-	0,1186	XC395863
<i>Patagioenas subvinacea</i> (Lawrence, 1868)	pomba-botafogo	x	x	PE	-	-	-	0,1009	ML194407541
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	pariri	x	x	PE	-	-	-	0,0225	ML613868268
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-de-testa-branca	x	x	PE	-	-	-	0,0274	
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	pararu-azul	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	rolinha-cinzenta	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	rolinha-de-asa-canela	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	rolinha-fogo-apagou	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	x	-	-	-	-	-	-	
<b>CUCULIFORMES</b> Wagler, 1830									
<b>Cuculidae</b> Leach, 1820									
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Dromococcyx phasianellus</i> (Spix, 1824)	peixe-frito	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Dromococcyx pavoninus</i> Pelzeln, 1870	peixe-frito-pavonino	-	x	PE	-	-	-	0,0068	XC395770
<i>Neomorphus geoffroyi</i> (Temminck, 1820)	jacu-estalo	-	x	PE	-	VU	VU	0,0009	WA5878842
<i>Coccyua minuta</i> (Vieillot, 1817)	chincôa-pequeno	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Playa cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	x	x	PE	-	-	-	0,05	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	papa-lagarta-acanelado	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	papa-lagarta-de-asa-vermelha	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Coccyzus euleri</i> Cabanis, 1873	papa-lagarta-de-euler	x	-	-	-	-	-	-	
<b>NYCTIBIIFORMES</b> Yuri, Kimball, Harshman, Bowie, Braun, Chojnowski, Han, Hackett, Huddleston, Moore, Reddy, Sheldon, Steadman, Witt & Braun, 2013									
<b>Nyctibiidae</b> Chenu & Des Murs, 1851									
<i>Nyctibius grandis</i> (Gmelin, 1789)	urutau-grande	x	x	PE	-	-	-	0,0019	ML194307891
<i>Nyctibius aethereus</i> (Wied, 1820)	urutau-pardo	-	x	PE	-	-	-	0,0009	MPEG.OPE 0076936
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Nyctibius leucopterus</i> (Wied, 1821)	urutau-de-asa-branca	x	-	-	-	-	-	-	
<b>CAPRIMULGIFORMES</b> Ridgway, 1881									
<b>Caprimulgidae</b> Vigors, 1825									
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i> (Tschudi, 1844)	bacurau-ocelado	x	x	PE	-	-	-	0,0058	ML194307891*
<i>Antrostomus rufus</i> (Boddaert, 1783)	joão-corta-pau	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Antrostomus sericocaudatus</i> Cassin, 1849	bacurau-rabo-de-seda	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	tuju	-	x	PE	-	-	-	0,0039	WA5840957
<i>Nyctiprogne leucopyga</i> (Spix, 1825)	bacurau-de-cauda-barrada	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Nyctidromus nigrescens</i> (Cabanis, 1849)	bacurau-de-lajeado	x	-	-	AM	-	-	-	ML613906466
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	x	x	PE	-	-	-	0,0029	ML194019981*
<i>Hydropsalis parvula</i> (Gould, 1837)	bacurau-chintã	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Hydropsalis maculicaudus</i> (Lawrence, 1862)	bacurau-de-rabo-maculado	-	x	RO	-	-	-	-	WA4323557
<i>Nannochordeiles pusillus</i> (Gould, 1861)	bacurauzinho	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Chordeiles acutipennis</i> (Hermann, 1783)	bacurau-de-asa-fina	x	-	-	-	-	-	-	
<b>APODIFORMES</b> Peters, 1940									
<b>Apodidae</b> Olphe-Galliard, 1887									
<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçu-de-coleira-branca	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Chaetura spinicaudus</i> (Temminck, 1839)	andorinhão-de-sobre-branco	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Chaetura chapmani</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-de-chapman	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Chaetura brachyura</i> (Jardine, 1846)	andorinhão-de-rabo-curto	x	x	RO	AM	-	-	-	
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853)	andorinhão-do-buriti	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Panyptila cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	andorinhão-estofador	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<b>Trochilidae</b> Vigors, 1825									
<i>Topaza pella</i> (Linnaeus, 1758)	beija-flor-brilho-de-fogo	x	x	RO	-	-	-	-	ML194300671
<i>Florisuga mellivora</i> (Linnaeus, 1758)	beija-flor-azul-de-rabo-branco	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-bico-torto	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Threnetes leucurus</i> (Linnaeus, 1766)	balança-rabo-de-garganta-preta	-	x	PE	AM, AEB	-	-	0,0078	WA5760910
<i>Phaethornis maranhensis</i> Grantsau, 1968	rabo-branco-do-maranhão	-	x	RO	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	rabo-branco-rubro	x	x	PE	-	-	-	0,2156	
<i>Phaethornis superciliosus</i> (Linnaeus, 1766)	rabo-branco-de-bigodes	x	x	PE	AM	-	-	0,1705	XC510965
<i>Heliostyris auritus</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-bochecha-azul	x	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Polytmus guainumbi</i> (Pallas, 1764)	beija-flor-de-bico-curvo	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Polytmus theresiae</i> (Da Silva Maia, 1843)	beija-flor-verde	-	x	RO	AM	-	-	-	WA2817275
<i>Avocettula recurvirostris</i> (Swainson, 1822)	beija-flor-de-bico-virado	-	x	PE	AM	-	-	0,0009	WA4323508
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	beija-flor-vermelho	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-de-veste-preta	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Discosura longicaudus</i> (Gmelin, 1788)	bandeirinha	-	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Lophornis gouldii</i> (Lesson, 1832)	topetinho-do-brasil-central	x	x	RO	AM	VU	-	-	ML613615931
<i>Heliomaster longirostris</i> (Audebert & Vieillot, 1801)	bico-reto-cinzento	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Calliphlox amethystina</i> (Boddaert, 1783)	estrelinha-ametista	x	-	PE, RO	-	-	-	0,0009	ML613697298
<i>Campylopterus obscurus</i> Gould, 1848	asa-de-sabre-de-cauda-escura	x	x	PE	-	-	-	0,0127	XC510947
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura-verde	x	x	PE	-	-	-	0,0284	
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Chrysuronia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-banda-branca	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Chionomesa fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Chlorestes cyanus</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-roxo	-	x	PE, RO	-	-	-	0,0352	WA3024826
<i>Chlorestes notata</i> (Reich, 1793)	beija-flor-de-garganta-azul	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<b>OPISTHOCOMIFORMES</b> Sclater, 1880									
<b>Opisthocomidae</b> Swainson, 1837									
<i>Opisthocomus hoazin</i> (Statius Muller, 1776)	cigana	-	x	RO	-	-	-	-	WA5803828
<b>GRUIFORMES</b> Bonaparte, 1854									
<b>Aramidae</b> Bonaparte, 1852									
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	x	-	-	-	-	-	-	
<b>Psophiidae</b> Bonaparte, 1831									
<i>Psophia obscura</i> Pelzeln, 1857	jacamim-de-costas-escuras	x	x	PE	AM;AEB	CR	CR	0,0068	XC510969
<b>Rallidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Rufirallus viridis</i> (Statius Muller, 1776)	sanã-castanha	x	x	RO	-	-	-	-	XC395843
<i>Laterallus melanophaius</i> (Vieillot, 1819)	sanã-parda	x	x	RO	-	-	-	-	ML613610671
<i>Laterallus exilis</i> (Temminck, 1831)	sanã-do-capim	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Laterallus flaviventer</i> (Boddaert, 1783)	sanã-amarela	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Mustelirallus albicollis</i> (Vieillot, 1819)	sanã-carijó	-	x	RO	-	-	-	-	WA4323509
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	x	-	-	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Heliornithidae</b> Gray, 1840									
<i>Heliornis fulica</i> (Boddaert, 1783)	picaparra	-	x	RO	-	-	-	-	WA5803829
<b>CHARADRIIFORMES</b> Huxley, 1867									
<b>Charadriidae</b> Leach, 1820									
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	x	x	RO	-	-	-	-	ML194019981*
<b>Scolopaciidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	maçarico-pintado	x	-	-	-	-	-	-	XC395724
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	x	x	RO	-	-	-	-	
<b>Jacaniidae</b> Chenu & Des Murs, 1854									
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	x	x	RO	-	-	-	-	
<b>Laridae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Sternula supercilialis</i> (Vieillot, 1819)	trinta-réis-pequeno	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-grande	-	x	RO	-	-	-	-	
<b>EURYPYGIFORMES</b> Fürbringer, 1888									
<b>Eurypygiidae</b> Selby, 1840									
<i>Eurypyga helias</i> (Pallas, 1781)	pavãozinho-do-pará	-	x	PE, RO	-	-	-	0,0009	ML613614579
<b>CICONIIFORMES</b> Bonaparte, 1854									
<b>Ciconiidae</b> Sundevall, 1836									
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça-seca	x	-	-	-	-	-	-	
<b>SULIFORMES</b> Sharpe, 1891									
<b>Anhingidae</b> Reichenbach, 1849									
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	x	-	-	-	-	-	-	
<b>PELECANIFORMES</b> Sharpe, 1891									
<b>Ardeidae</b> Leach, 1820									
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Agamia agami</i> (Gmelin, 1789)	garça-da-mata	-	x	PE	-	-	VU	0,0009	Figura-5F
<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus, 1766)	arapapá	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Zebriulus undulatus</i> (Gmelin, 1789)	socó-zigue-zague	-	x	PE	AM	-	-	0,0088	ML613880357
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	socó-dorminhoco	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça-moura	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca-grande	x	-	-	-	-	-	-	ML613870059
<i>Pilherodius pileatus</i> (Boddaert, 1783)	garça-real	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	garça-azul	-	x	RO	-	-	-	-	
<b>Threskiornithidae</b> Poche, 1904									
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	coró-coró	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	x	-	-	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>CATHARTIFORMES</b> Seebohm, 1890									
<b>Cathartidae</b> Lafresnaye, 1839									
<i>Sarcorampus papa</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-rei	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Cathartes melambrotus</i> Wetmore, 1964	urubu-da-mata	x	x	PE, RO	AM	-	-	0,0039	ML 613615114
<b>ACCIPITRIFORMES</b> Bonaparte, 1831									
<b>Accipitridae</b> Vigors, 1824									
<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1825	gaviãozinho	x	x	RO	-	-	-	-	ML613881183
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	gavião-caracoleiro	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-gato	x	x	PE	-	-	-	0,0088	
<i>Elanoides forficatus</i> (Linnaeus, 1758)	gavião-tesoura	x	x	RO	-	-	-	-	ML613906479
<i>Morphnus guianensis</i> (Daudin, 1800)	uiracu	-	x	RO	-	VU	-	-	WA3610666
<i>Harpia harpyja</i> (Linnaeus, 1758)	gavião-real	x	-	-	-	VU	VU	-	
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820)	gavião-pega-macaco	x	x	PE	-	-	-	0,0058	ML194414001
<i>Spizaetus melanoleucus</i> (Vieillot, 1816)	gavião-pato	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Spizaetus ornatus</i> (Daudin, 1800)	gavião-de-penacho	-	x	PE	-	-	-	0,0009	WA5840879
<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham, 1790)	gavião-belo	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Harpagus bidentatus</i> (Latham, 1790)	gavião-ripina	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Harpagus diodon</i> (Temminck, 1823)	gavião-bombachinha	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	sovi	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Hieraspiza superciliosa</i> (Linnaeus, 1766)	tauató-passarinho	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Accipiter bicolor</i> (Vieillot, 1817)	gavião-bombachinha-grande	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Geranoospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	gavião-pemilongo	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Urubitinga urubitinga</i> (Gmelin, 1788)	gavião-preto	x	x	RO	-	-	-	-	XC395855
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	gavião-de-rabo-branco	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Pseudastur albicollis</i> (Latham, 1790)	gavião-branco	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Leucopternis melanops</i> (Latham, 1790)	gavião-de-cara-preta	-	x	RO	-	-	-	-	WA4383047
<i>Leucopternis kuhli</i> Bonaparte, 1850	gavião-vaqueiro	x	x	PE	AM	-	-	0,0137	ML613868283
<i>Buteo nitidus</i> (Latham, 1790)	gavião-pedrês	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	gavião-de-cauda-curta	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Buteo albonotatus</i> Kaup, 1847	gavião-urubu	x	x	RO	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>STRIGIFORMES</b> Wagler, 1830									
<b>Tytonidae</b> Mathews, 1912									
<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	suindara	x	-	-	-	-	-	-	
<b>Strigidae</b> Leach, 1820									
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Megascops ater</i> (Hekstra, 1982)	corujinha-de-belém	x	x	PE	AM;AEB	-	-	0,0019	ML194484561
<i>Lophostrix cristata</i> (Daudin, 1800)	coruja-de-crista	x	x	PE	AM	-	-	0,0039	
<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Latham, 1790)	murucutu	x	x	RO	-	-	-	-	XC510970
<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin, 1788)	jacurutu	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Strix virgata</i> (Cassin, 1849)	coruja-do-mato	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Strix huhula</i> Daudin, 1800	coruja-preta	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Glaucidium hardyi</i> Vielliard, 1990	caburé-da-amazônia	x	x	PE	AM	-	-	0,0117	ML194296361
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	caburé	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	x	x	RO	-	-	-	-	
<b>TROGONIFORMES</b> A. O. U., 1886									
<b>Trogonidae</b> Lesson, 1828									
<i>Trogon melanurus</i> Swainson, 1838	surucuá-de-cauda-preta	x	x	PE	-	-	-	0,0617	XC395763
<i>Trogon viridis</i> Linnaeus, 1766	surucuá-de-barriga-amarela	x	x	PE	-	-	-	0,1715	ML194164161*
<i>Trogon ramonianus</i> Deville & Des Murs, 1849	surucuá-pequeno	x	x	PE	AM	-	-	0,0745	XC395870
<i>Trogon curucui</i> Linnaeus, 1766	surucuá-de-barriga-vermelha	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-dourado-da-amazônia	x	x	PE	-	-	-	0,0529	ML194487421*
<b>CORACIIFORMES</b> Forbes, 1844									
<b>Momotidae</b> Gray, 1840									
<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	udu-de-coroa-azul	x	x	PE	-	-	-	0,1264	ML613868291
<b>Alcedinidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Megasceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas, 1764)	martim-pescador-miúdo	-	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	x	x	RO	-	-	-	-	ML613611965
<i>Chloroceryle inda</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-da-mata	x	-	-	-	-	-	-	
<b>GALBULIFORMES</b> Fürbringer, 1888									
<b>Galbulidae</b> Vigors, 1825									
<i>Brachygalba lugubris</i> (Swainson, 1838)	ariramba-preta	x	x	RO	-	-	-	-	ML613613702
<i>Galbula cyanicollis</i> Cassin, 1851	ariramba-da-mata	x	x	PE	AM	-	-	0,0401	ML613613896
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba-de-cauda-ruiva	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Galbula dea</i> (Linnaeus, 1758)	ariramba-do-paraiso	x	x	PE	AM	-	-	0,0039	
<i>Jacamerops aureus</i> (Statius Muller, 1776)	jacamarauçu	x	x	PE	-	-	-	0,0098	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Bucconidae</b> Horsfield, 1821									
<i>Chelidoptera tenebrosa</i> (Pallas, 1782)	urubuzinho	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	chora-chuva-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Monasa morphoeus</i> (Hahn & Küster, 1823)	chora-chuva-de-cara-branca	x	x	PE	-	-	-	0,0803	ML194153341*
<i>Malacoptila rufa</i> (Spix, 1824)	barbudo-de-pescoço-ferrugem	-	x	PE	AM	-	-	0,0039	WA4621981
<i>Notharchus tectus</i> (Boddaert, 1783)	macuru-pintado	x	x	PE	AM	-	-	0,0078	
<i>Notharchus hyperrhynchus</i> (Sclater, 1856)	macuru-de-testa-branca	x	x	PE	AM	-	-	0,0078	XC510961
<i>Tamatia tamatia</i> (Gmelin, 1788)	rapazinho-carijó	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Bucco capensis</i> Linnaeus, 1766	rapazinho-de-colar	x	x	PE	AM	-	-	0,0019	
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	rapazinho-dos-velhos	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Nystalus torridus</i> Bond & Meyer de Schauensee, 1940	rapazinho-estriado-do-leste	x	x	PE	AM	-	-	0,0196	
<b>PICIFORMES</b> Meyer & Wolf, 1810									
<b>Ramphastidae</b> Vigors, 1825									
<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucanuçu	-	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Ramphastos tucanus</i> Linnaeus, 1758	tucano-de-papo-branco	x	x	PE	AM	-	-	0,2117	
<i>Ramphastos vitellinus</i> Lichtenstein, 1823	tucano-de-bico-preto	x	x	PE	-	-	-	0,196	XC395755
<i>Selenidera gouldii</i> (Natterer, 1837)	saripoca-de-gould	x	x	PE	-	-	-	0,0313	XC395756
<i>Pteroglossus inscriptus</i> Swainson, 1822	araçari-de-bico-riscado	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Pteroglossus aracari</i> (Linnaeus, 1758)	araçari-de-bico-branco	x	x	PE	-	-	-	0,0382	
<i>Pteroglossus bitorquatus</i> Vigors, 1826	araçari-de-pescoço-vermelho	x	x	PE	AM;AEB	VU	EN	0,0098	
<b>Picidae</b> Leach, 1820									
<i>Picumnus buffonii</i> Lafresnaye, 1845	picapauzinho-de-costas-pintadas	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Picumnus pygmaeus</i> (Lichtenstein, 1823)	picapauzinho-pintado	-	x	RO	CA	-	-	-	WA2813430
<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Melanerpes cruentatus</i> (Boddaert, 1783)	benedito-de-testa-vermelha	x	x	PE	AM	-	-	0,0058	ML194160471
<i>Veniliornis affinis</i> (Swainson, 1821)	pica-pau-avermelhado	x	x	PE	-	-	-	0,0441	
<i>Campephilus rubricollis</i> (Boddaert, 1783)	pica-pau-de-barriga-vermelha	x	x	PE	AM	-	-	0,1068	XC510946
<i>Campephilus melanoleucus</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-topete-vermelho	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Celeus torquatus</i> (Boddaert, 1783)	pica-pau-de-coleira	x	x	PE	AEB	VU	-	0,0137	ML194359931
<i>Celeus undatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-barrado	-	x	PE	AM	-	-	0,0431	WA4627769
<i>Celeus flavus</i> (Statius Muller, 1776)	pica-pau-amarelo	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Celeus ochraceus</i> (Spix, 1824)	pica-pau-ocráceo	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Celeus elegans</i> (Statius Muller, 1776)	pica-pau-chocolate	x	x	PE	AM	-	-	0,0019	ML194387691
<i>Piculus flavigula</i> (Boddaert, 1783)	pica-pau-bufador	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0254	XC395849
<i>Piculus paraensis</i> (Snethlage, 1907)	pica-pau-dourado-de-belém	x	x	PE	AM;AEB	VU	-	0,0254	XC395850
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	x	x	RO	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>FALCONIFORMES</b> Bonaparte, 1831									
<b>Falconidae</b> Leach, 1820									
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauã	x	x	PE	-	-	-	0,0068	
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	falcão-caburé	x	x	PE	-	-	-	0,0254	XC510959
<i>Micrastur mintoni</i> Whittaker, 2003	falcão-críptico	x	x	PE	-	-	-	0,0196	XC395847
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio	x	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Ibycter americanus</i> (Boddaert, 1783)	cancão	x	x	PE	-	-	-	0,0549	ML194395401*
<i>Daptrius ater</i> Vieillot, 1816	gavião-de-anta	-	x	PE	AM	-	-	0,0009	ML613906454
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Falco rufigularis</i> Daudin, 1800	cauré	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Falco deiroleucus</i> Temminck, 1825	falcão-de-peito-laranja	x	-	-	-	-	-	-	
<b>PSITTACIFORMES</b> Wagler, 1830									
<b>Psittacidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Touit huetii</i> (Temminck, 1830)	apuim-de-asa-vermelha	x	x	PE	AM	-	-	0,0127	
<i>Touit purpuratus</i> (Gmelin, 1788)	apuim-de-costas-azuis	-	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Brotogeris chrysoptera</i> (Linnaeus, 1766)	periquito-de-asa-dourada	x	x	PE	AM	-	-	0,0539	
<i>Pyrilia vulturina</i> (Kuhl, 1820)	curica-urubu	x	x	PE	AM	VU	-	0,0147	
<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766)	maitaca-de-cabeça-azul	x	x	PE	-	-	-	0,1323	
<i>Pionus fuscus</i> (Statius Muller, 1776)	maitaca-roxa	x	x	PE	-	-	-	0,1176	XC395751
<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	papagaio-campeiro	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Amazona farinosa</i> (Boddaert, 1783)	papagaio-moleiro	x	x	PE	-	-	-	0,1411	
<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)	curica	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Forpus passerinus</i> (Linnaeus, 1758)	periquito-santo	-	x	RO	-	-	-	-	ML 614112737
<i>Pionites leucogaster</i> (Kuhl, 1820)	marianinha-de-cabeça-amarela	x	x	PE	AM	-	VU	0,0656	XC395864
<i>Derophtus accipitrinus</i> (Linnaeus, 1758)	anacã	x	x	PE	AM	-	-	0,0411	XC510955
<i>Pyrrhura coerulescens</i> Neumann, 1927	tiriba-pérola	x	x	PE	AM	VU	VU	0,1196	XC395852
<i>Pyrrhura amazonum</i> Hellmayr, 1906	tiriba-de-hellmayr	x	-	-	AM	VU	-	-	
<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Aratinga jandaya</i> (Gmelin, 1788)	jandaia-verdadeira	x	x	PE	-	-	-	0,0078	
<i>Orthopsittaca manilatus</i> (Boddaert, 1783)	maracanã-do-buriti	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Ara severus</i> (Linnaeus, 1758)	maracanã-guaçu	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Ara macao</i> (Linnaeus, 1758)	araracanga	x	x	PE	-	-	-	0,0303	
<i>Ara chloropterus</i> Gray, 1859	arara-vermelha	x	x	PE, RO	-	-	-	0,048	ML613693702
<i>Guaruba guarouba</i> (Gmelin, 1788)	ararajuba	x	x	PE, RO	AM	VU	VU	0,0245	ML613616005

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	maracanã-pequena	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão	x	x	PE	-	-	-	0,0078	
<b>PASSERIFORMES</b> Linnaeus, 1758									
<b>Thamnophilidae</b> Swainson, 1824									
<i>Myrmornis torquata</i> (Boddaert, 1783)	pinto-do-mato-carijó	-	x	PE	-	-	-	0,0117	WA3018288
<i>Pygiptila stellaris</i> (Spix, 1825)	choca-cantadora	x	x	PE	AM	-	-	0,0049	
<i>Myrmotherula multostriata</i> Sclater, 1858	choquinha-estriada-da-amazônia	x	x	PE, RO	AM	-	-	0,0019	XC395738
<i>Myrmotherula axillaris</i> (Vieillot, 1817)	choquinha-de-flanco-branco	x	x	PE	-	-	-	0,0549	
<i>Myrmotherula longipennis</i> Pelzeln, 1868	choquinha-de-asa-comprida	x	x	PE	AM	-	-	0,0245	XC395735
<i>Myrmotherula menetriesii</i> (d'Orbigny, 1837)	choquinha-de-garganta-cinza	x	x	PE	AM	-	-	0,0549	
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	papa-formiga-pardo	x	x	PE	-	-	-	0,0088	ML613870016
<i>Isleria hauxwelli</i> (Sclater, 1857)	choquinha-de-garganta-clara	x	x	PE	AM	-	-	0,0833	ML194156001
<i>Thamnomanes caesius</i> (Temminck, 1820)	ipeçuá	x	x	PE	-	-	-	0,2049	XC510976
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	x	x	PE	-	-	-	0,095	XC395733
<i>Herpsilochmus frater</i> Sclater & Salvin, 1880	chorozinho-de-asa-vermelha-do-norte	x	x	PE	-	-	-	0,0784	
<i>Sakesphorus luctuosus</i> (Lichtenstein, 1823)	choca-d'água	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada	x	x	RO	-	-	-	-	ML613698682
<i>Thamnophilus palliatus</i> (Lichtenstein, 1823)	choca-listrada	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0049	ML613697286
<i>Thamnophilus pelzelni</i> Hellmayr, 1924	choca-do-planalto	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Thamnophilus aethiops</i> Sclater, 1858	choca-lisa	x	x	PE	AEB	-	-	0,096	XC510977
<i>Thamnophilus amazonicus</i> Sclater, 1858	choca-canela	x	x	PE	AM	-	-	0,1058	
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Hypocnemoides maculicauda</i> (Pelzeln, 1868)	solta-asa	x	x	PE	AM	-	-	0,0029	
<i>Sclateria naevia</i> (Gmelin, 1788)	papa-formiga-do-igarapé	-	x	PE	AM	-	-	0,0049	XC423541
<i>Pyriglena leuconota</i> (Spix, 1824)	papa-taoca-de-belém	x	x	PE	AM	-	-	0,1647	
<i>Cercomacra cinerascens</i> (Sclater, 1857)	chororó-pocuá	x	x	PE	AM	-	-	0,5068	XC395764
<i>Cercomacroides laeta</i> (Todd, 1920)	chororó-didi	x	x	PE	-	-	-	0,095	XC510949
<i>Willisornis vidua</i> (Hellmayr, 1905)	rendadinho-do-xingu	x	x	PE	AM	-	-	0,0774	XC510981
<i>Phlegopsis nigromaculata</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	mãe-de-taoca	x	x	PE	AM:AEB	VU	-	0,047	XC395750
<b>Conopophagidae</b> Sclater & Salvin, 1873									
<i>Conopophaga roberti</i> Hellmayr, 1905	chupa-dente-de-capuz	x	x	PE	-	-	-	0,0284	XC510950
<b>Grallariidae</b> Sclater & Salvin, 1873									
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	tovacuçu	-	x	RO	AM	VU	-	-	WA4170644
<i>Hylopezus paraensis</i> Sneath, 1910	torom-do-pará	x	x	PE	AM	VU	-	0,0284	XC510957
<b>Formicariidae</b> Gray, 1840									
<i>Formicarius colma</i> Boddaert, 1783	galinha-do-mato	x	x	PE	AM	-	-	0,0745	XC395842
<i>Formicarius analis</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	pinto-do-mato-de-cara-preta	x	x	PE	AM	-	-	0,1745	XC395857

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Scleruridae</b> Swainson, 1827									
<i>Sclerurus macconnelli</i> Chubb, 1919	vira-folha-de-peito-vermelho	x	x	PE	-	-	-	0,0107	
<i>Sclerurus ruficularis</i> Pelzeln, 1868	vira-folha-de-bico-curto	x	x	PE	AM	-	-	0,0068	ML194370441
<i>Sclerurus caudacutus</i> (Vieillot, 1816)	vira-folha-pardo	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<b>Dendrocolaptidae</b> Gray, 1840									
<i>Certhiasomus stictolaemus</i> (Pelzeln, 1868)	arapaçu-de-garganta-pintada	x	x	PE	AM	-	-	0,0058	XC395730
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	-	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Deconychura longicauda</i> (Pelzeln, 1868)	arapaçu-rabudo	x	x	PE	-	-	-	0,0049	XC533598
<i>Dendrocincla merula</i> (Lichtenstein, 1829)	arapaçu-da-taoca	x	x	PE	AM;AEB	VU	-	0,0058	
<i>Dendrocincla fuliginosa</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-pardo	x	x	PE	-	-	-	0,0696	XC510953
<i>Glyphorhynchus spirurus</i> (Vieillot, 1819)	arapaçu-bico-de-cunha	x	x	PE	-	-	-	0,0862	ML194336291*
<i>Dendrexetastes paraensis</i> Lorenz von Liburnau, 1895	arapaçu-galinha-do-pará	-	x	RO	AM;AEB	VU	-	-	MPEG.OPE 0076873
<i>Dendrocolaptes medius</i> Todd, 1920	arapaçu-barrado-do-leste	x	x	PE	-	VU	-	0,0294	XC395732
<i>Xiphorhynchus obsoletus</i> (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-riscado	x	-	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Xiphorhynchus spixii</i> (Lesson, 1830)	arapaçu-de-spix	x	x	PE	AM	-	-	0,0598	
<i>Xiphorhynchus guttatoides</i> (Lafresnaye, 1850)	arapaçu-de-lafresnaye	x	x	PE	-	-	-	0,1627	
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	arapaçu-de-bico-branco	x	x	PE	-	-	-	0,0078	
<i>Lepidocolaptes layardi</i> (Sclater, 1873)	arapaçu-de-listras-brancas-do-leste	x	x	PE	AM	-	-	0,0245	XC395845
<b>Xenopidae</b> Bonaparte, 1854									
<i>Xenops minutus</i> (Sparman, 1788)	bico-virado-miúdo	x	x	PE	-	-	-	0,0264	XC395854
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	-	x	PE	-	-	-	0,0019	
<b>Furnariidae</b> Gray, 1840									
<i>Berlepschia rikeri</i> (Ridgway, 1886)	limpa-folha-do-buriti	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Philydor erythrocerum</i> (Pelzeln, 1859)	limpa-folha-de-sobre-ruivo	x	x	PE	AM	-	-	0,0107	ML194153341
<i>Philydor pyrrhodes</i> (Cabanis, 1848)	limpa-folha-vermelho	x	x	PE	AM	-	-	0,0225	
<i>Anabacerthia ruficaudata</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1838)	limpa-folha-de-cauda-ruiva	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Dendroma erythroptera</i> (Sclater, 1856)	limpa-folha-de-asa-castanha	-	x	PE	-	-	-	0,0127	XC395748
<i>Automolus rufipileatus</i> (Pelzeln, 1859)	barranqueiro-de-coroa-castanha	x	x	PE	AM	-	-	0,0411	ML194188511
<i>Automolus paraensis</i> Hartert, 1902	barranqueiro-do-pará	x	x	PE	AM	-	-	0,0803	XC510945
<i>Cranioleuca vulpina</i> (Pelzeln, 1856)	arredio-do-rio	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Synallaxis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	joão-teneném-becuá	x	x	PE, RO	AM	-	-	0,0009	XC395867
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim	-	x	RO	-	-	-	-	WA4626745
<i>Synallaxis omissa</i> Hartert, 1901	joão-teneném-castanho	x	x	PE	AM;AEB	-	-	0,0166	XC510971

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Pipridae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Tyrannetes stolzmanni</i> (Hellmayr, 1906)	uirapuruzinho	x	x	PE	AM	-	-	0,2098	XC510979
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	tangará-príncipe	x	x	PE	-	-	-	0,0245	
<i>Lepidothrix iris</i> (Schinz, 1851)	cabeça-de-prata	x	-	-	AM	EN	VU	-	
<i>Manacus manacus</i> (Linnaeus, 1766)	rendeira	x	x	PE	-	-	-	0,0068	
<i>Pseudopipra pipra</i> (Linnaeus, 1758)	cabeça-branca	x	x	PE	-	-	-	0,049	ML194560521
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Temminck, 1821)	cabeça-encarnada	x	x	PE	-	-	-	0,2323	
<b>Cotingidae</b> Bonaparte, 1849									
<i>Phoenicircus carnifex</i> (Linnaeus, 1758)	saurá	-	x	PE	AM	-	-	0,0049	WA3018258
<i>Haematoderus militaris</i> (Shaw, 1792)	anambé-militar	x	x	P	-	-	-	0,0039	ML194298461
<i>Querula purpurata</i> (Statius Muller, 1776)	anambé-una	x	x	PE	-	-	-	0,0637	
<i>Lipaugus vociferans</i> (Wied, 1820)	cricrió	x	x	PE	AM	-	-	0,3068	
<i>Cotinga cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-azul	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Cotinga cotinga</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-de-peito-roxo	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Gymnoderus foetidus</i> (Linnaeus, 1758)	anambé-pombo	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Xipholena lamellipennis</i> (Lafresnaye, 1839)	anambé-de-rabo-branco	x	x	PE	AM	VU	-	0,0088	
<b>Tityridae</b> Gray, 1840									
<i>Schiffornis turdina</i> (Wied, 1831)	flautim-marrom	x	x	PE	-	-	-	0,1068	ML194158681
<i>Laniocera hypopyrra</i> (Vieillot, 1817)	chorona-cinza	-	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Iodopleura isabellae</i> Parzudaki, 1847	anambé-de-coroa	x	x	PE	AM	-	-	0,0009	
<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	anambé-branco-de-bochecha-parda	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-rabo-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0078	
<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	anambé-branco-de-máscara-negra	x	x	PE	-	-	-	0,0205	
<i>Pachyramphus rufus</i> (Boddaert, 1783)	caneleiro-cinzento	-	x	PE	-	-	-	0,0019	WA2813422
<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	caneleiro	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Pachyramphus marginatus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-bordado	x	x	PE	-	-	-	0,0009	XC510962
<i>Pachyramphus minor</i> (Lesson, 1830)	caneleiro-pequeno	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	x	-	-	-	-	-	-	
<b>Onychorhynchidae</b> Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009									
<i>Onychorhynchus coronatus</i> (Statius Muller, 1776)	maria-leque	x	x	PE	AM	-	-	0,0098	
<i>Terentotriccus erythrurus</i> (Cabanis, 1847)	papa-moscas-uirapuru	x	x	PE	AM, AEB	-	-	0,0068	
<i>Myiobius atricaudus</i> Lawrence, 1863	assanhadinho-de-cauda-preta	x	x	-	-	-	-	0,0049	
<b>Pipritidae</b> Ohlson, Irestedt, Ericson & Fjeldsã, 2013									
<i>Piprites chloris</i> (Temminck, 1822)	papinho-amarelo	x	x	PE	AEB	-	-	0,0656	XC395754

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Platyrinchidae</b> Bonaparte, 1854									
<i>Platyrinchus saturatus</i> Salvin & Godman, 1882	patinho-escuro	x	x	PE	AM	-	-	0,0039	
<i>Platyrinchus platyrhynchos</i> (Gmelin, 1788)	patinho-de-coroa-branca	x	x	PE	AM	-	-	0,0156	XC510967
<b>Rhynchocyclidae</b> Berlepsch, 1907									
<i>Mionectes oleagineus</i> (Lichtenstein, 1823)	abre-asa	x	x	PE	-	-	-	0,0166	
<i>Mionectes macconnelli</i> (Chubb, 1919)	abre-asa-da-mata	x	x	PE	AM	-	-	0,0088	
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo	-	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Corythopsis torquatus</i> Tschudi, 1844	estalador-do-norte	-	x	PE	AM	-	-	0,0176	WA4132275
<i>Phylloscartes virescens</i> Todd, 1925	borboletinha-guianense	-	x	PE	-	-	-	0,0039	WA3036580
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i> (Temminck, 1820)	bico-chato-grande	-	x	PE	-	-	-	0,0098	WA4323556
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	x	x	PE	-	-	-	0,1598	XC395761
<i>Tolmomyias assimilis</i> (Pelzeln, 1868)	bico-chato-da-copa	-	x	PE	AM	-	-	0,0284	WA3018064
<i>Tolmomyias poliocephalus</i> (Taczanowski, 1884)	bico-chato-de-cabeça-cinza	-	x	PE	-	-	-	0,0225	XC423547
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	bico-chato-amarelo	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Taeniotriccus andrei</i> (Berlepsch & Hartert, 1902)	maria-bonita	x	x	PE, RO	AM	-	-	0,0245	XC510974
<i>Todirostrum maculatum</i> (Desmarest, 1806)	ferreirinho-estriado	x	x	PE	AM	-	-	0,0068	
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0019	ML613697586
<i>Todirostrum chrysocrotaphum</i> Strickland, 1850	ferreirinho-de-sobrancelha	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Poecilotriccus fumifrons</i> (Hartlaub, 1853)	ferreirinho-de-testa-parda	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0009	XC395851
<i>Poecilotriccus sylvia</i> (Desmarest, 1806)	ferreirinho-da-capoeira	x	x	PE	AM	-	-	0,0147	
<i>Myiornis ecaudatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	caçula	x	x	PE	AM	-	-	0,1039	
<i>Myiornis</i> sp. nov.	grilinho-de-caxias	-	x	PE	-	-	-	-	XC395848
<i>Hemitriccus striaticollis</i> (Lafresnaye, 1853)	sebinho-rajado-amarelo	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Lophotriccus galeatus</i> (Boddaert, 1783)	sebinho-de-penacho	x	x	PE	AM	-	-	0,3039	XC395846
<b>Tyrannidae</b> Vigors, 1825									
<i>Zimmerius acer</i> (Salvin & Godman, 1883)	poaieiro-da-guiana	x	x	PE	-	-	-	0,0245	
<i>Ornithion inerme</i> Hartlaub, 1853	poaieiro-de-sobrancelha	x	x	PE	-	-	-	0,0235	
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0009	
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	guaracava-de-topete-uniforme	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865	chibum	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Myiopagis gaimardii</i> (d'Orbigny, 1839)	maria-pechim	x	x	PE	-	-	-	0,0539	
<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	guaracava-cinzenta	-	x	PE	-	-	-	0,0049	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Tyrannulus elatus</i> (Latham, 1790)	maria-te-viu	x	x	PE	-	-	-	0,0117	
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	bagageiro	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho	-	x	-	-	-	-	0,0009	
<i>Attila cinnamomeus</i> (Gmelin, 1789)	tinguaçu-ferrugem	-	x	PE	AM	-	-	0,0039	WA5841193
<i>Attila spadiceus</i> (Gmelin, 1789)	capitão-de-saíra-amarelo	x	x	PE	-	-	-	0,1245	XC395727
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	x	x	PE	-	-	-	0,0186	
<i>Ramphotrigon megacephalum</i> (Swainson, 1835)	maria-cabeçuda	-	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Ramphotrigon ruficauda</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-rabo-vermelho	x	x	PE	AM	-	-	0,0303	XC395866
<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	maria-cavaleira-pequena	x	x	PE	-	-	-	0,0617	XC395861
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	gritador	-	x	PE	-	-	-	0,0078	WA2923721
<i>Rhytipterna simplex</i> (Lichtenstein, 1823)	vissia	-	x	PE	-	-	-	0,047	
<i>Casiornis fuscus</i> Sclater & Salvin, 1873	caneleiro-enxofre	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	bentevizinho-do-brejo	-	x	RO	-	-	-	-	WA3024799
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0019	
<i>Tyrannopsis sulphurea</i> (Spix, 1825)	suiriri-de-garganta-rajada	x	x	RO	AM	-	-	-	
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	x	x	PE	-	-	-	0,0058	
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peítica	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	lavadeira-de-cara-branca	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada	x	x	RO	-	-	-	-	ML613698588
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	filipe	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Lathrotriccus euléri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	x	x	PE	-	-	-	0,0137	XC395844
<i>Contopus nigrescens</i> (Sclater & Salvin, 1880)	piuf-preto	x	x	PE	-	VU	-	0,0009	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Vireonidae</b> Swainson, 1837									
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	x	x	PE	-	-	-	0,0607	
<i>Hylophilus pectoralis</i> Sclater, 1866	vite-vite-de-cabeça-cinza	x	x	PE	AM	-	-	0,0049	
<i>Hylophilus semicinereus</i> Sclater & Salvin, 1867	verdinho-da-várzea	x	x	PE	AM	-	-	0,046	
<i>Tunchiornis ochraceiceps</i> (Sclater, 1860)	vite-vite-uirapuru	-	x	PE	-	-	-	0,0058	WA4132276
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	x	x	PE	-	-	-	0,0058	
<b>Corvidae</b> Leach, 1820									
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	gralha-cancã	x	-	-	-	-	-	-	
<b>Hirundinidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	andorinha-do-campo	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	x	x	RO	-	-	-	-	ML613693872
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	x	x	RO	-	-	-	-	
<b>Troglodytidae</b> Swainson, 1831									
<i>Microcerculus marginatus</i> (Sclater, 1855)	uirapuru-veado	x	x	PE	-	-	-	0,0558	XC395860
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Campylorhynchus turdinus</i> (Wied, 1831)	catatau	x	x	PE	-	-	-	0,046	ML613906234
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)	garrinchão-pai-avô	x	x	PE	-	-	-	0,2049	
<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845)	garrinchão-de-barriga-vermelha	x	x	PE	-	-	-	0,0078	
<i>Ramphocaenus melanurus</i> Vieillot, 1819	chirito	x	x	PE	AEB	-	-	0,1578	ML 613906232
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-chapéu-preto	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Polioptila paraensis</i> Todd, 1937	balança-rabo-paraense	x	x	PE	AM	-	-	0,0009	
<b>Donacobiidae</b> Aleixo & Pacheco, 2006									
<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus, 1766)	japacanim	x	x	RO	-	-	-	-	ML613693093
<b>Turdidae</b> Rafinesque, 1815									
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Turdus fumigatus</i> Lichtenstein, 1823	sabiá-da-mata	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Turdus nudigenis</i> Lafresnaye, 1848	caraxué	x	x	RO	-	-	-	-	ML613870024
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	x	x	PE	-	-	-	0,0137	ML613612145
<b>Fringillidae</b> Leach, 1820									
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo-verdadeiro	x	x	PE	-	-	-	0,0088	
<i>Euphonia cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	gaturamo-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0127	
<b>Passerellidae</b> Cabanis & Heine, 1850									
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	tico-tico-de-bico-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0303	XC395725

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<b>Icteridae</b> Vigors, 1825									
<i>Psarocolius viridis</i> (Stadius Muller, 1776)	japu-verde	x	x	PE	AM	-	-	0,0352	
<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	japu	x	x	PE	-	-	-	0,0127	
<i>Psarocolius bifasciatus</i> (Spix, 1824)	japuguaçu	x	x	PE	AM	-	-	0,0411	XC510968
<i>Cacicus solitarius</i> (Vieillot, 1816)	iraúna-de-bico-branco	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	guaxe	x	x	PE	-	-	-	0,0764	ML613880364
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	xexéu	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	inhapim	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788)	corrupião	x	-	-	CA	-	-	-	
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Molothrus oryzivorus</i> (Gmelin, 1788)	iraúna-grande	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chupim	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Leistes militaris</i> (Linnaeus, 1758)	polícia-inglesa-do-norte	x	x	RO	-	-	-	-	ML613870027
<b>Parulidae</b> Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947									
<i>Myiothlypis mesoleuca</i> (Scater, 1866)	pula-pula-da-guiana	x	x	PE, RO	AM	-	-	0,0235	ML613693172
<b>Mitrospingidae</b> Barker, Burns, Klicka, Lanyon & Lovette, 2013									
<i>Lamprospiza melanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	pipira-de-bico-vermelho	x	x	PE	AM	-	-	0,0284	
<b>Cardinalidae</b> Ridgway, 1901									
<i>Granatellus pelzelni</i> Scater, 1865	polícia-do-mato	x	x	PE	AM;AEB	VU	-	0,0254	XC395841
<i>Caryothraustes canadensis</i> (Linnaeus, 1766)	furriel-do-norte	x	x	PE	-	-	-	0,045	
<i>Periporphyrus erythromelas</i> (Gmelin, 1789)	bicudo-encarnado	-	x	PE	AM	-	-	0,0039	WA3018181
<i>Cyanoloxia rothschildii</i> (Bartlett, 1890)	azulão-da-amazônia	x	x	PE	-	-	-	0,0225	XC395856
<b>Thraupidae</b> Cabanis, 1847									
<i>Parkerthraustes humeralis</i> (Lawrence, 1867)	furriel-de-encontro	x	-	-	AM	-	-	-	
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo	x	-	RO	-	-	-	-	ML 613698843
<i>Chlorophanes spiza</i> (Linnaeus, 1758)	saí-verde	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0166	ML613615166
<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	saí-de-perna-amarela	x	x	PE	-	-	-	0,0049	
<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-beija-flor	x	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	x	x	PE	-	-	-	0,0029	
<i>Dacnis lineata</i> (Gmelin, 1789)	saí-de-máscara-preta	x	x	PE	AM	-	-	0,0019	
<i>Saltator maximus</i> (Stadius Muller, 1776)	tempera-viola	x	x	PE	-	-	-	0,0274	
<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot, 1817	trinca-ferro-gongá	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Saltator grossus</i> (Linnaeus, 1766)	bico-encarnado	x	x	PE	-	-	-	0,0147	XC863364
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	x	x	PE	-	-	-	0,1098	
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	x	x	RO	-	-	-	-	

Táxon	Nome popular	Lima et al. 2014	Monitora	Método	Endemismo	ICMBIO	IUCN	IPA	Documentação
<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1825)	pipira-da-taoca	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Loriotus luctuosus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	tem-tem-de-dragona-branca	x	x	PE	-	-	-	0,0019	
<i>Loriotus cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	tiê-galo	x	x	PE	AEB	-	-	0,0049	
<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	-	x	RO	-	-	-	-	
<i>Maschalethraupis surinamus</i> (Linnaeus, 1766)	tem-tem-de-topete-ferrugíneo	-	x	PE	-	-	-	0,0088	MPEG.OPE 0076925
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	pipira-preta	x	x	RO	-	-	-	-	ML613697500
<i>Ramphocelus carbo</i> (Pallas, 1764)	pipira-vermelha	x	x	PE	-	-	-	0,0294	
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	x	x	RO	-	-	-	-	ML613881367
<i>Sporophila americana</i> (Gmelin, 1789)	coleiro-do-norte	-	x	RO	AM	-	-	-	MPEG.OPE 0077012
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Sporophila leucoptera</i> (Vieillot, 1817)	chorão	-	x	RO	-	-	-	-	WA4623421
<i>Sporophila bouvreuil</i> (Statius Muller, 1776)	caboclinho	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	caboclinho-lindo	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	curió	x	x	RO	-	-	-	-	ML613906239
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Sicalis columbiana</i> Cabanis, 1851	canário-do-amazonas	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	x	x	RO	-	-	-	-	
<i>Schistochlamys melanopsis</i> (Latham, 1790)	sanhaço-de-coleira	-	x	RO	-	-	-	-	ML613869519
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste	-	x	PE	-	-	-	-	
<i>Ixothraupis punctata</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-negaça	x	x	PE	-	-	-	0,0009	
<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-da-amazônia	x	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	x	x	PE, RO	-	-	-	0,0009	ML613697781
<i>Stilpnia cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	x	-	-	-	-	-	-	
<i>Tangara gyrola</i> (Linnaeus, 1758)	saíra-de-cabeça-castanha	-	x	PE	-	-	-	0,0039	
<i>Tangara mexicana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-bando	x	x	PE	AM	-	-	0,0039	
<i>Tangara velia</i> (Linnaeus, 1758)	saíra-diamante	x	x	PE	AEB	VU	-	0,0019	

## Referências

1. Lyra ADA, Chou SC, Sampaio GDO. Sensibilidade da floresta amazônica a projeções de mudanças climáticas de alta resolução. *Acta Amazonica*, 2016; abr-jun; 46: 175-188. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201502225>
2. Gama LHOM, de Almeida AS, Paiva PFPR, da Silva Jr OM, Nahum JS. Cenários futuros de desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim/PA. *Rev. Bras. Cartogr.*, 2023; set; 75(1). Doi: <https://doi.org/10.14393/rbcv75n0a-62835>
3. Veríssimo AA. Amazônia brasileira: desenvolvimento e conservação. In: Trigueiro A. *Mundo sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise*. São Paulo: Globo; 2012. 203-208.
4. ICMBio-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Volume I–Anfíbios. 2018.
5. Moraes KF, Santos MPD, Gonçalves GSR, de Oliveira GL, Gomes LB, Lima MGM. Climate change and bird extinctions in the Amazon. *Plos one*. 2020 jul; 15(7): e0236103. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252260>
6. Carvalho RL, Resende AF, Barlow J, França FM, Moura MR, Maciel R, Alves-Martins F, Shutt J, Nunes CA, Elias F, Silveira JM, Stegmann L, Baccaro FB, Juen L, Schiatti J, Aragão L, Erika B, Castello L, Costa FRC, Guedes ML, Leal CG, Lees AC, Isaac V, Nascimento RO, Phillips OL, Schmidt FA, Steege HT, Vaz-de-Mello F, Venticinquê EM, Guimarães IC, Zuanon VJ, Ferreira J. Pervasive gaps in Amazonian ecological research. *Current Biology*, 2023 ago; 33(16): 3495-3504. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.06.077>
7. Carvalho DL, Silva SM, Sousa-Neves T, Gonçalves GSR, Silva DP, Santos MPD. Predicting the future of threatened birds from a Neotropical ecotone area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2023 nov; 196(1): 61. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12174-w>
8. Siikamaki JV, Krupnick AJ, Strand J, Vincent J. International willingness to pay for the protection of the Amazon rainforest. *World Bank Policy Research Working Paper*, 2019 mar; [citado em 2023 nov. 15] (8775). Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3360132>
9. Ribas CC, Aleixo A, Nogueira AC, Miyaki CY, Cracraft JA. Palaeobiogeographic model for biotic diversification within Amazonia over the past three million years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2012 fev; 279(1729): 681-689. Doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1120>
10. Anjos LJ, Pereira NGP, Alves STM, Jose RDSA, de Souza LA. Forest remnants in private lands are critical to the persistence of endangered birds in an Amazonian hotspot. *Journal for Nature Conservation*, 2021 jun; 61: 125984. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.125984>
11. Silva JM, Rylands AB, Fonseca GAB. O destino das áreas de endemismo na Amazônia. *Megadiversidade*. 2005; 1(1): 124-131.
12. Celentano D, Rousseau GX, Muniz FH, Varga ID, Martinez C, Carneiro MS, Miranda MVC, Barros MNR, Freitas L, Narvaes IS, Adami M, Gomes AR, Rodrigues JC, Martins M. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. *Land Use Policy*, 2017 nov; 68: 692-698. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol>
13. Calaça FJS. Contemplando a dizimação do Antropoceno: uma história não natural sobre o sexto evento de Extinção em Massa. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC)*. *Revista de la Solcha*. 2018 nov; 8(2): 239-242. ISSN 2237-2717 Disponível em: <http://halacsolcha.org/index.php/halac>
14. Celentano D, Miranda MV, Mendonça EM, Rousseau GX, Muniz FH, Loch VDC, Varga IVD, Freitas L, Araújo P, Narvaes IS, Adami M, Gomes AR, Rodrigues JC, Kahwage C, Pinheiro M, Martins MB. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" – A região mais ameaçada da Amazônia. *Estudos Avançados*; 2018 jan/abr; 32: 315-339. Doi: <https://doi.org/10.5935/0103-4014.20180021>
15. Almeida ASD, Rocha DPN, Barros NMR, Lameira WJM, Silva RS, Cardoso AS. Cenários para a Amazônia – Área de Endemismo Belém. Belém. *Sumário Executivo*; 2013 dez.
16. Mendonça EN, Martins A, Albernaz ALK, Carvalho Jr EA. Avaliação da efetividade da Reserva Biológica do Gurupi na conservação de vertebrados terrestres de médio e grande porte. *Biodiversidade Brasileira*; 2021 nov; 11(3). Doi: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v11i3.1769>
17. Masullo YAG, Gurgel HC, Laques AE, Carvalho DS. Avaliação da efetividade em unidades de conservação: um estudo de caso no estado do Maranhão, Brasil. *Revista Tamoios*, 2020 jul-dez; 16(3). Doi: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.51272>
18. Wagner C, Campos MCC, Lima RAA. Importância socioambiental dos Parques Nacionais no Brasil: uma revisão sistemática. *Revista Cerrados*, 2023 jan/jun; [S. l.], 21(01): 245-267. Doi: <https://doi.org/10.46551/rc24482692202310>
19. Brasil, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa N° 3/2017/GABIN/ICMBIO, de 04 de setembro de 2017. Publicado em: 06/09/2017. Institui o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes.

20. Brasil, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa Nº 2/GABIN/ICMBIO, de 28 de janeiro de 2022. Publicado em: Nº 27, terça-feira, 8 de fevereiro de 2022. Reformula conceitos, princípios, finalidades, instrumentos e procedimentos para a implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes Programa Monitora. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/Instruesnormativas.pdf>
21. Gama LHOM, Paiva PFPR, da Silva Jr OM, Ruivo MDLP. Modelagem ambiental e uso da inteligência artificial para prognóstico de desmatamento: o caso da Rebio do Gurupi/MA. *Research, Society and Development*, 2021 fev; 10(2): e13810211609-e13810211609. Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11609>
22. Lima DM, Martínez C, Raíces DSL. An avifaunal inventory and conservation prospects for the Gurupi Biological Reserve, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2014 dez [citado 2023 out 01]; 22(4): 317-340. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03544270>
23. Bispo AÂ, Aguiar AG, Nobre RA, Machado CG, Cohn-Haft M, Develey PF, Laranjeiras TO, Lemos CA, Uehara-Prado M. Protocolo para monitoramento de comunidades de aves em unidades de conservação federais. *Biodiversidade Brasileira*; 2016 mar; 6(1): 153-173. Doi: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v6i1.551>
24. Stotz DF, Fitzpatrick JW, Parker TA, Moskovits DK. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press; 1996.
25. Coddington CP, Cooper WJ, Mokross K, Luther DA. Forest structure predicts species richness and functional diversity in Amazonian mixed-species bird flocks. *Biotropica*, 2023 fev; 55(2): 467-479. Doi: <https://doi.org/10.1111/btp.13201>
26. Gonçalves GSR, Cerqueira PV, Silva DP, Gomes LB, Leão CF, de Andrade AFA, Santos MPD. Multi-temporal ecological niche modeling for bird conservation in the face of climate change scenarios in Caatinga, Brazil. *PeerJ*, 2023 fev; 11: e14882. Doi: [10.7717/peerj.14882](https://doi.org/10.7717/peerj.14882)
27. Vielliard JME, Almeida MDC, Anjos LD, Silva WR. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). *Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*; 2010. 47-60.
28. Hsieh TC, Ma KH, Chao A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 2016 jun; 7(12): 1451-1456. Doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
29. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2023. Acesso em: 10 de jan. 2024 Disponível em: <https://www.R-project.org/>
30. Anderson MJ. Permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, Auckland. 2005. 26: 32-46.
31. Clarke KR. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 1993 mar; 18: 117-143. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
32. Dantas SM, Weckstein JD, Bates J, Oliveira JN, Catanach TA, Aleixo A. Multi-character taxonomic review, systematics, and biogeography of the Black-capped/Tawny-bellied Screech Owl (*Megascops atricapilla*-*M. watsonii*) complex (Aves: Strigidae). *Zootaxa*; 2021 mar; 4949(3): 401-444. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4949.3.1>
33. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. DOU Nº Edição: 108 | Seção: 1 | Página: 74 Publicado em: 08/06/2022. atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.
34. IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1.; 2024. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>
35. Billerman SM, Keeney BK, Rodewald PG, Schulenberg TS (eds.). *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. 2022 [acesso em 25 nov 2023]; Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
36. Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Mauricio GN, Naka LN, Olmos F, Posso S, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F, Piacentini VQ. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 2021 jun; 29(2). Doi: <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
37. Stopiglia R, Barbosa W, Ferreira M, Raposo MA, Dubois A, Harvey MG, Kirwan GM, Forcato G, Bockmann FA, Ribas CC. Taxonomic challenges posed by discordant evolutionary scenarios supported by molecular and morphological data in the Amazonian *Synallaxis rutilans* group (Aves: Furnariidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2022 dez; 195(1): 65-87. Doi: <https://doi.org/10.1093/zoolinlean/zlab076>
38. Alteff EF, Gonsioroski G, Barreiros M, Torres LGCDO, Camilo AR, Mozerle HB, Sousa AEBA, Medolago CAB, Martinez C, Lima DM, Ubaid FK, Mendonça EN, Tomotani BM, Silveira LF. The rarest of the rare: rediscovery and status of the critically endangered Belem Curassow, *Crax fasciolata pinima* (Pelzeln, 1870). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 2019 set; 59. Doi: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.46>

39. Ubaid FK. [WA3597257, *Crax fasciolata* Spix, 1825]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2019. Acesso em: 25 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3597257>
40. Ubaid FK. [WA5878842, *Neomorphus geoffroyi* (Temminck, 1820)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2022. Acesso em: 22 Jan 2024. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5878842>
41. Oren DC. Aves do estado do Maranhão, Brasil. Departamento de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi; 1991.
42. Almeida AD. Diversidade, abundância e conservação de aves em *hábitats* secundários da pré-Amazônia Maranhense, Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo; 2001. <https://doi.org/10.11606/D.11.2019.tde-20191218-175255>
43. Smith JW. Crested Eagle (*Morphnus guianensis*), version 1.0. In Birds of the World (Schulenberg TS, editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.; 2020. Doi: <https://doi.org/10.2173/bow.creeag1.01>
44. Las-Casas FM. [WA3610666, *Morphnus guianensis* (Daudin, 1800)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2019, Acesso em: 26 Dez 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3610666>
45. Gomes FBR, Sanaiotti TMA. Review of the distribution of the Crested Eagle, *Morphnus guianensis* (Daudin, 1800) (Accipitridae: Harpiinae), including range extensions. Revista Brasileira de Ornitologia, 2015 jan 23 [citado 2024 jan 02]; (1): 36-63. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03544289>
46. Pinheiro LVS. [WA4621995, *Morphnus guianensis* (Daudin, 1800)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2021. Acesso em: 04 Jan 2024. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/4621995>
47. Gonsioroski G. [WA4170644, *Grallaria varia* (Boddaert, 1783)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2021. Acesso em: 24 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/4170644>
48. Gonsioroski G. Checklist das aves do estado do Maranhão, Brasil. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde – PPGBAS/CESC/UEMA Capítulo I; 2020. p20-58.
49. Ferreira GG, Aleixo A, Silva SM. Systematic review of the cinnamon-throated woodcreeper *Dendrexetastes rufigula* (Aves: Dendrocolaptidae) based on a multilocus phylogeography. Revista Brasileira de Ornitologia. 2016 dez [citado 2024 jan 04]; 24: 358-369. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03544368>
50. Arantes F. XC423059. *Tachyphonus surinamus*; 2018. Acesso em: 03/01/2024. Disponível em: <https://xencanto.org/423059>
51. Pinheiro LVS, Cerqueira PV, Leite GA, Fialho MDS, Gonsioroski G. Primeiro registro documentado de *Leucopternis melanops* (Latham, 1790) (Aves: Accipitridae) no estado do Maranhão e atualização da distribuição geográfica da espécie no Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém. 2021 mar; 16(1): 131-143. Doi: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.450>
52. Ubaid FK. [ML 614112737, *Forpus passerinus*]. Macaulay Library – The Cornell Lab of Ornithology; 2023. Acesso em: 27 Jan 2024. Disponível em: <https://ebird.org/checklist/S160063128>
53. Lees AC, Moura NG, Santana A, Aleixo A, Barlow J, Berenguer E, Ferreira J, Gardner TA. Paragominas: a quantitative baseline inventory of an eastern Amazonian avifauna. Revista Brasileira de Ornitologia, 2012 jun [citado 2023 out 16]; 20(2): 93-118. Disponível em: <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/4703>
54. Gonsioroski G, Barreiros M, de Luca AC, Nogueira W, Rodrigues EB, da Costa TVV, Lima ELP, Torres LGCO, Alteff EF, Rennó B, Arantes F, Leite G, Pedersoli G, Ubaid FK. Aves. In Fauna de vertebrados do entorno da estrada de ferro Carajás (Dornas RAP & Rolim SG. Editores) Belo Horizonte: Editora rupestre, 2020.
55. Novaes FC. Lima MFC. Aves da Grande Belém: Municípios de Belém e Ananindeua, Pará. 2ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; 2009. p. 415.
56. Portes CEB, Carneiro LS, Schunck F, Silva MSS, Zimmer KJ, Whittaker A, Poletto F, Silveira LF, Aleixo A. Annotated checklist of birds recorded between 1998 and 2009 at nine areas in the Belém area of endemism, with notes on some range extensions and the conservation status of endangered species. Revista Brasileira de Ornitologia, 19: 167-184. Disponível em: <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/4305>
57. Miranda MVC, Guimarães T, Adami M, Narvaes I, Gomes AR, Gherardi DFM, Aragão LEOC. Mapeamento e monitoramento de cicatrizes de queimadas na REBIO do Gurupi/MA utilizando imagens orbitais de média resolução espacial. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR (Gherardi DFM & Aragão LEOC, coord). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Santos, 6617-6624; 2017.
58. Henriques LMP, Wunderle Jr JM, Oren DC, Willig MR. Efeitos da exploração madeireira de baixo impacto sobre uma comunidade de aves de sub-bosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Acta Amazonica, 2008 ago; 38: 267-290. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200010>
59. Cardona MAQ. Efeitos do manejo florestal na estrutura da avifauna na floresta Amazônica de Paragominas (Pará) [Internet]; 2012 [acesso em: 22 nov 2023]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-11032013-165828/>

60. Carvalho EA, Mendonca EN, Lopes AM, Haugaasen T. Current status of the Critically Endangered Black-winged Trumpeter *Psophia obscura* in one of its last strongholds. *Bird Conservation International*; 2022 mar. 33 e 12. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0959270922000077>
61. Silveira LF. *Crax fasciolata pinima* Pelzeln, 1870. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. Brasília: ICMBio; 2018. p. 18-20.
62. Roma JC. Composição e vulnerabilidade da avifauna do leste do estado do Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; 1996.
63. Gonsioroski G, Pinheiro LVS. Aves. In: Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). Diversidade faunística do Maranhão: avaliação da composição, áreas prioritárias, ameaças e recomendações de ações para sua conservação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) - Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). São Luís; 2021. 37-54 ISBN: 978-85-61929-24-4
64. Oliveira JA. [WA5189539, *Forpus sclateri* (Gray, 1859)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2022. Acesso em: 22 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5189539>
65. Pinheiro LVS. [WA5403841, *Touit purpuratus* (Gmelin, 1788)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2022. Acesso em: 22 Nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5403841>
66. Arakaki S. [WA5489833, *Tachycineta leucorrohoa* (Vieillot, 1817)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2023. Acesso em: 22 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5489833>
67. Hensberge HP. [WA5589249, *Sporophila palustris* (Barrows, 1883)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2023. Acesso em: 22 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5589249>
68. Morais LA. [WA5811583, *Contopus cooperi* (Nuttall, 1831)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2023. Acesso em: 5 Jan 2024. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5811583>
69. Morais LA. [WA5514882, *Euphonia chrysopasta* Sclater & Salvin, 1869]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2023. Acesso em: 22 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5514882>
70. del Hoyo J, Kirwan GM. Buff-browed Chachalaca (*Ortalis superciliaris*), version 1.0. In *Birds of the World* (del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, de Juana E). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA; 2020 [acesso em 20 nov 2023]; Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.bubcha1.01>
71. Santos MPD, Santana A, Soares LMS, Sousa SA. Avifauna of Serra Vermelha, southern Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 2012 out [acesso em 20 dez 2023]; 20(3): 199-214. Disponível: <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/4904>
72. Isler ML, Maldonado-Coelho M. Calls distinguish species of Antbirds (Aves: Passeriformes: Thamnophilidae) in the genus *Pyriglena*. *Zootaxa*, 2017 abr; 4291: 275294. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4291.2.3>
73. Schulenberg TS, Kirwan GM. Yellow-browed Tody-Flycatcher (*Todirostrum chrysocrotaphum*), version 1.0. In *Birds of the World* (Schulenberg TS). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA; 2020. [acesso em 20 nov 2023]; Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.ybftly1.01>
74. Dornas T, Dantas SM, Araújo-Silva LE, Morais F, Aleixo A. Comparative Phylogeography of Birds Across the Tocantins-Araguaia Interfluvium Reveals a New Biogeographic Suture in the Amazon Far East. *Frontiers in Ecology and Evolution*; 2022 jun; 10: 826394. Doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.826394>
75. Pinheiro LVS. [WA5760910, *Threnetes leucurus* (Linnaeus, 1766)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2019. Acesso em: 25 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5760910>
76. de Carvalho DL, Silva SM, Sousa-Neves T, Silva DP, Santos MPD. An updated documented inventory and new records of bird species for the Brazilian state of Maranhão. *Ornithology Research*, 2020 jun; 28: 77-85. Doi: <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00013-2>
77. Buainain N, Maximiano MF, Ferreira M, Aleixo A, Faircloth BC, Brumfield RT, Cracraft J, Ribas CC. Multiple species and deep genomic divergences despite little phenotypic differentiation in an ancient Neotropical songbird, *Tunchiornis ochraceiceps* (Sclater, 1860) (Aves: Vireonidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2021 set; 162: 107206. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107206>
78. Santana A, Silva SM, Batista R, Sampaio I, Aleixo A. Molecular systematics, species limits, and diversification of the genus *Dendrocolaptes* (Aves: Furnariidae): Insights on biotic exchanges between dry and humid forest types in the Neotropics. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2020 jun; 59(1): 277-293. Doi: <https://doi.org/10.1111/jzs.12408>
79. Andermann T, Fernandes AM, Olsson U, Töpel M, Pfeil B, Oxelman B, Aleixo A, Faircloth BC, Antonelli A. Allele phasing greatly improves the phylogenetic utility of ultraconserved elements. *Systematic biology*, 2018 15 Mai; 68(1): 32-46. Doi: <https://doi.org/10.1093/sysbio/syy039>

80. Schuchmann K, Kirwan GM, Boesman PFD. Crimson Topaz (*Topaza pella*), version 1.0. In Birds of the World (del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, de Juana E). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. 2020. [acesso em 20 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.critop1.01>
81. Oren DC, Roma JC. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia Maranhense, Brasil. In Amazônia Maranhense: diversidade e conservação (Martins MB, Oliveira TG). Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi; 2011. 221-251.
82. Morais LA, Ubaid FK. Occurrence of *Oxyruncus cristatus* (Swainson, 1821), Sharpbill (Aves, Oxyruncidae), in the Belem area of endemism and first records from Maranhão, Brazil. Check List, 2022 set; 18(5): 961-965. Doi: <https://doi.org/10.15560/18.5.961>
83. Pinheiro LVS. [WA5406850, *Oxyruncus cristatus* Swainson, 1821]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2022. Acesso em: 22 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5406850>
84. Alteff EF, Gonsioroski G, Rodrigues T, Torres LGC. Avifauna do município de Arari, região da Baixada Maranhense, norte do Maranhão, leste da Amazônia brasileira. Atualidades Orn, 208; 2019 jun [acesso em 10 nov 2023]; 53-71. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334637987>
85. Peixoto HJ. [WA3406262, *Synallaxis* sp.]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2015. Acesso em: 25 nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3406262>
86. Legal E. [WA3286184, *Synallaxis* sp.]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2014. Acesso em: 25 Nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3286184>
87. Ubaid FK. [WA4040591, *Celeus obrieni* Short, 1973]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2017. Acesso em: 8 Jan 2024. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/4040591>
88. Sousa WD. [WA5493291, *Progne subis* (Linnaeus, 1758)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; 2023. Acesso em: 25 Nov 2023. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/5493291>
89. Buss G, Fialho MS, Jerusalinsky L, de Azevedo RB, Alves SL, Vidal MD, Mendonça EN. Abundância e densidade de primatas na Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. Biodiversidade Brasileira, 2017 abr; 7(2): 47-57. Doi: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v7i2.721>
90. Carvalho EA, Mendonca EN, Martins A, Haugaasen T. Effects of illegal logging on Amazonian medium and large-sized terrestrial vertebrates. Forest Ecology and Management, 2020 jun. 466: 118105. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118105>
91. Macaulay Library. The Cornell Lab of Ornithology. Disponível em: <https://www.macaulaylibrary.org/>
92. WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil; Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/>
93. Xeno-canto. Sharing wildlife sounds from around the world.; 2024. Disponível em: <https://xeno-canto.org/about/credits>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Programa Monitora e a amostragem em contraste: narrativas da implementação em uma floresta nacional na Amazônia

Fernanda Santos<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-1886-446X>

\* Contato principal

Simone Albarado Rabelo<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/>

Debora Lehmann<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0009-0002-1093-9460>

Pollyana Figueira de Lemos<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-1908-334X>

Marcelo Lima Reis<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8922-8030>

Onildo João Marini Filho<sup>5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4857-0865>

Elildo Carvalho Jr<sup>6</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4356-2954>

Mariah de Carvalho Borges<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8766-9900>

Kirsten Mariana Silvius<sup>7</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2594-0392>

Sherlem Patricia de Seixas Felizardo<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0009-0009-9779-3038>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará/UFPA, Brasil. <afernandassantos@gmail.com>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada de Breves, Brasil. <simone.rabelo@icmbio.gov.br, mariah.borges@icmbio.gov.br, sherlem.felizardo@icmbio.gov.br>.

<sup>3</sup> Instituto de Pesquisas Ecológicas/IPÊ, Brasil. <deboralehmann@ipe.org.br, pollyanalemos@ipe.org.br>.

<sup>4</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade/COMOB, Brasil. <mukiramcarcelo@gmail.com>.

<sup>5</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Restauração Ecológica/CBC, Brasil. <onildo.marini-filho@icmbio.gov.br>.

<sup>6</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de mamíferos Carnívoros/CENAP, Brasil. <elildo.carvalho-junior@icmbio.gov.br>.

<sup>7</sup> United States Forest Service, International Programs, Estados Unidos. <kirsten.silvius@fs-ip.us>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 22/07/2024

### Como citar:

Santos F, Rabelo SA, Lehmann D, Lemos PF, Reis ML, Marini-Filho OJ, Carvalho Jr E, Borges MC, Silvius KM, Felizardo SPS. Programa Monitora e a amostragem em contraste: narrativas da implementação em uma floresta nacional na Amazônia. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 105-120. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2541



**Palavras-chave:** Biodiversidade; monitoramento; concessão florestal; arranjo interinstitucional.

**RESUMO** – O Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora tem como principal objetivo avaliar a efetividade das unidades de conservação. Entretanto, esse monitoramento pode ser ampliado para responder questões locais de especial interesse para a gestão de uma determinada área, como unidades de conservação que possuem áreas destinadas à concessão florestal. Buscando contribuir e ampliar as discussões sobre o monitoramento utilizando a estratégia de contraste entre áreas com usos diferentes, este artigo apresenta o processo de implementação dos protocolos do Monitora na Floresta Nacional de Caxiuanã, onde, pela primeira vez, a estratégia de contraste foi integralmente aplicada para os quatro alvos globais do componente florestal. Nós apresentamos aqui as etapas de elaboração do projeto, o desenho amostral e a implementação considerando uma área de referência e uma área de manejo florestal madeireiro. Também destacamos a importância dos arranjos institucionais e um formato de capacitação de monitores locais conjugada com a coleta de dados como estratégias para o bom desempenho do programa, discutindo a importância de cada etapa para um efetivo monitoramento da biodiversidade.

### **Incorporating experimental design to the Monitora Program: implementation in an Amazonian National Forest**

**Keywords:** Biodiversity; monitoring; forest management; interinstitutional arrangements.

**ABSTRACT** – The principal objective of the National Program for Biodiversity Monitoring – Monitora Program is to assess the effectiveness of protected areas at the system level. However, monitoring can also be extended to address issues relevant to the management of a single area, such as the case of timber management concessions within National Forest. To contribute to and advance the discussion on the use of Monitora protocols to compare areas under different forms of management – in this case control areas with areas under timber management – this article presents the process through which the Monitora program was implemented in the Caxiuanã National Forest. This is the first time that an experimental design has been applied to the four global targets of the program's forest component. Key stages of this initiative were: project conception and development; sampling design; implementation in a conservation area and a timber management area within the National Forest; establishment of institutional arrangements for monitoring support and governance; protocol for training data collectors, including local community members; data collection; and data analysis. We discuss the importance of each of these stages for the effective implementation of science-based biodiversity monitoring with full stakeholder participation, engagement, and support.

### **Programa de monitoreo y muestreo en contraste: narrativas de su implementación en un área pública de manejo forestal en la Amazonía**

**Palabras clave:** Biodiversidad; monitoreo; manejo forestal; acuerdo interinstitucional.

**RESUMEN** – El Programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad – Programa Monitora, tiene como principal objetivo evaluar la efectividad de las unidades de conservación. Sin embargo, este monitoreo puede ampliarse para responder preguntas locales de especial interés para el manejo de un área determinada, como las unidades de conservación que tienen áreas designadas para concesiones forestales. Buscando contribuir y ampliar las discusiones sobre el monitoreo mediante la estrategia de contraste entre áreas con diferentes usos, este trabajo presenta el proceso de implementación de los protocolos del

Monitora en el Floresta Nacional Caxiuanã, donde, por primera vez, la estrategia de contraste se aplicó íntegramente a las cuatro metas globales del componente forestal. Presentamos aquí las etapas de preparación del proyecto, diseño de muestreo e implementación, considerando un área de conservación y un área de manejo forestal sustentable. También destacamos la importancia de los acuerdos institucionales y un formato de capacitación para monitores locales, combinado con la toma de datos de campo, como estrategias para el buen desempeño del programa. Finalmente, presentamos los resultados alcanzados, discutiendo la importancia de cada paso para un monitoreo efectivo de la biodiversidad.

## Introdução

O Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora tem se firmado como uma ação estratégica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para avaliar a efetividade das unidades de conservação (UC) federais, bem como subsidiar o manejo e o planejamento de estratégias de conservação da biodiversidade[1][2]. Criado em 2014, o programa possui 113 unidades integrantes, as quais desenvolvem protocolos de monitoramento para diferentes alvos da fauna (insetos, peixes, aves e mamíferos) e da flora[3], contemplando ambientes terrestres e aquáticos.

A implementação do Programa Monitora em uma determinada UC pode envolver diferentes atores, desde o órgão gestor, na esfera local e federal, e centros de pesquisa às comunidades presentes na área e no seu entorno, passando pelos órgãos financiadores, governos locais, organizações não-governamentais e instituições de ensino e pesquisa. O histórico e as experiências de implementação do Monitora têm demonstrado que o envolvimento e a cooperação entre diferentes setores da sociedade contribuem para o sucesso e a longevidade do programa[4]. Além disso, é importante que no processo de implementação os responsáveis pela gestão da UC saibam identificar suas demandas e limitações, a fim de definir quais os seus objetivos, quais as metas e/ou perguntas a serem respondidas por meio do monitoramento e, assim, definir os seus alvos e traçar a melhor estratégia de implementação.

O Programa Monitora estruturou-se para atender às mais diversas possibilidades e problemáticas enfrentadas pelas UCs[5]. Dentro do componente florestal, por exemplo, há atualmente cerca de 56 UCs em operação, investigando a dinâmica temporal de populações de borboletas, plantas, mamíferos e aves em suas áreas (3). A depender das particularidades de

cada UC, protocolos complementares também podem ser implementados, como é o caso do monitoramento de espécies cinegéticas na Reserva Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns/PA, da castanha-da-Amazônia na Resex do Cazumbá-Iracema/AC ou áreas sob manejo florestal na Floresta Nacional do Jamari/RO[3][6]. Além disso, existem casos em que as áreas dentro da UC podem apresentar situações contrastantes, com áreas de referência (i.e., que se encontram em melhor estado de conservação) e áreas com perturbações ambientais e/ou usadas para manejo de recursos naturais. Nesses casos, é possível ampliar o monitoramento no sentido de comparar áreas que possuem diferentes usos. Essa amostragem em contraste, entre áreas de referência e áreas com algum tipo de intervenção humana, é uma ferramenta importante, especialmente naquelas situações em que o uso humano dos espaços e recursos naturais, bem como suas consequências, constituem objeto de especial interesse para a gestão dessas áreas[7].

Essa amostragem em contraste ainda não foi devidamente explorada dentro do Programa Monitora. Isso ocorre porque a comparação entre áreas com diferentes usos implica um esforço duplicado, já que os protocolos de monitoramento precisam ser implementados em duas ou mais áreas de maneira padronizada. Até o momento, apenas a Floresta Nacional do Tapajós iniciou a aplicação da estratégia de contraste em áreas de concessão florestal, mas ainda não foi totalmente implementada.

Nesse contexto, por meio da instauração do Programa Monitora na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã foi possível avançar nessa estratégia de amostragem onde, pela primeira vez, o contraste foi integralmente aplicado para os quatro alvos globais do componente florestal: borboletas frugívoras, mamíferos terrestres de médio e grande porte, aves terrícolas cinegéticas e plantas arbóreas e arborescentes, contemplando os protocolos básicos e avançados. A implementação do componente

do monitoramento participativo da biodiversidade em áreas protegidas com concessão florestal, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e o ICMBio, em parceria com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Serviço Florestal Americano (USFS), foi fundamental para o sucesso da realização dessa estratégia em um curto espaço de tempo. De forma ampliada, para além da metodologia de contraste, outro avanço foi a articulação interinstitucional e intersetorial em todo o processo de implementação do monitoramento, constituindo um modelo demonstrativo de estruturação de ações e produtos integrados para conservação da biodiversidade.

Neste artigo apresentamos um relato da implementação do Programa Monitora na FLONA de Caxiuanã, ocorrida no período de outubro de 2022 a dezembro de 2023. Descrevemos as estratégias, metodologias de monitoramento e arranjos interinstitucionais com o objetivo de registrar o processo, o qual poder ser replicável para outras áreas que possuam perfil e interesse em acompanhar os efeitos do manejo florestal sustentável na

biodiversidade de suas florestas. Dessa maneira, pretendemos contribuir para ampliação de uma política pública estratégica para conservação da biodiversidade brasileira, em especial em áreas com concessão florestal.

## Contexto da FLONA de Caxiuanã

A FLONA de Caxiuanã é uma UC criada através do Decreto nº 239, de 28 de novembro de 1961, situada em parte dos municípios de Portel e Melgaço, no estado do Pará, na Amazônia Oriental, Brasil (Figura 1). A FLONA é a maior unidade de conservação no interflúvio dos rios Xingu e Tocantins, abrangendo uma área de 322.400 ha. Sua vegetação é representada quase que em sua totalidade por Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, além de áreas de Floresta Ombrófila Densa Aluvial e campinarana[8][9].

Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), a FLONA é uma unidade de uso sustentável que tem como objetivos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e

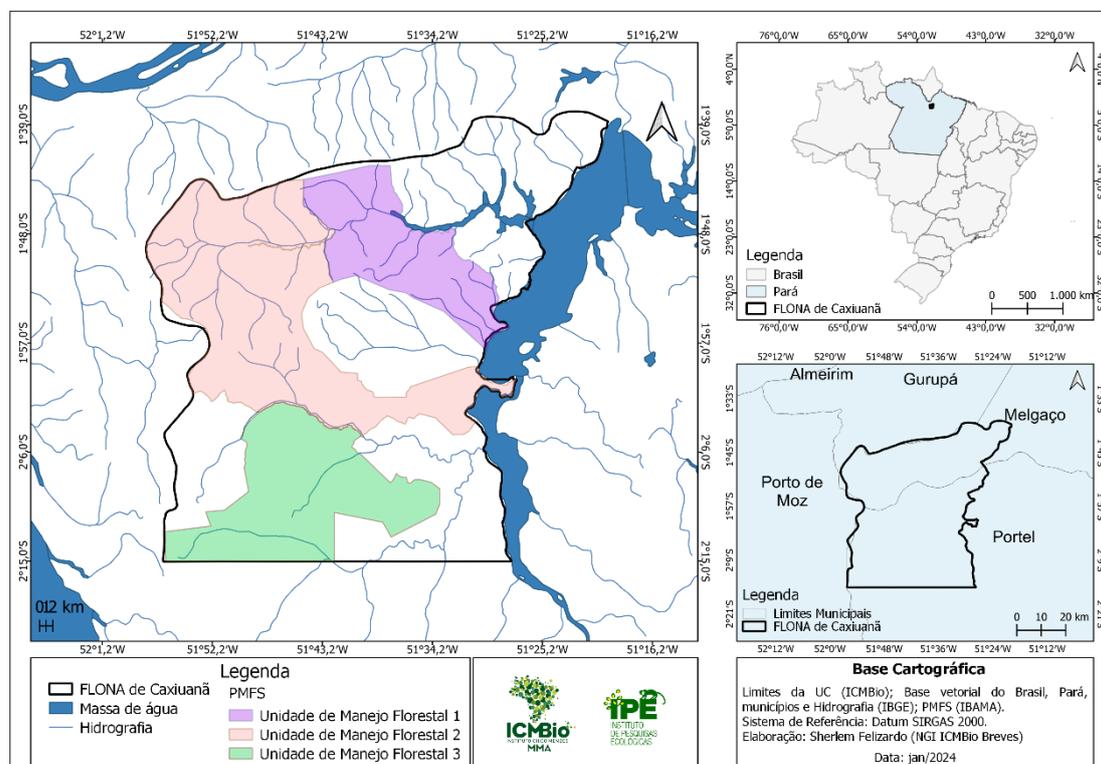


Figura 1 – Mapa de localização da FLONA de Caxiuanã, no estado do Pará, e das três unidades de manejo florestal.

a pesquisa científica[10]. Nesse enquadramento, o plano de manejo, publicado em 2012, definiu, por meio do zoneamento ambiental, que 56,98% da área da FLONA seria destinada ao manejo florestal sustentável. Dessa maneira, a área para concessão florestal foi dividida em três unidades de manejo florestal (UMF), sendo elas: UMF I com 37.365,18 ha, UMF II com 87.067,18 ha e UMF III com 52.168,08 ha[10].

A gestão da FLONA é de responsabilidade do Núcleo de Gestão Integrada de Breves (NGI-Breves/ICMBio), porém os contratos de concessão florestal estão a cargo do SFB. Cada UMF possui seu próprio plano de manejo florestal sustentável, licenciado e monitorado pelo IBAMA. Após a abertura de editais e procedimentos licitatórios, duas empresas foram habilitadas para executar a exploração madeireira de baixo impacto na FLONA: Benevides Madeiras Ltda (UMFs I e II) e Cemal Comércio Ecológico de Madeiras Ltda (UMF III). A operação das empresas na área iniciou entre os anos de 2018 e 2019.

## Programa Monitora na FLONA de Caxiuanã

A ampliação de um sítio do Programa Monitora para uma UC com concessão florestal surgiu em dois momentos diferentes. De um lado, o NGI-Breves, órgão gestor da FLONA de Caxiuanã, identificou a necessidade de monitorar o impacto do manejo florestal madeireiro na UC, em resposta às dúvidas e preocupações das comunidades locais em relação à nova atividade em curso. E do outro, o projeto *Monitoramento da biodiversidade em unidades de conservação com concessão florestal*, desenvolvido em cooperação entre o IPÊ e o Serviço Florestal Americano (USFS), que procurava por uma UC para desenvolver um projeto piloto que contemplaria o monitoramento em área de manejo florestal madeireiro.

O NGI-Breves iniciou o processo em 2020, apresentando uma nota técnica à Coordenação

de Monitoramento da Biodiversidade (COMOB/ICMBio), na qual relatava suas intenções sobre o monitoramento, bem como todo o histórico de atividades científicas e parcerias realizadas na UC ao longo de décadas[11]. Já em 2022, o projeto do IPÊ e USFS elaborou critérios para selecionar uma floresta nacional que receberia o apoio para a implementação do monitoramento.

Dentre as FLONAs listadas como candidatas, a de Caxiuanã foi selecionada por preencher os critérios elencados: 1) disposição e iniciativa do órgão gestor em participar do Programa Monitora; 2) presença de uma empresa concessionária disposta a participar do projeto; 3) uma boa relação e comunicação entre a empresa concessionária, o SFB, o IBAMA, o ICMBio e demais instituições locais; e 4) o fácil acesso à UC do ponto de vista da logística amazônica. Assim, os objetivos destes dois lados se uniram em prol da instalação do Monitora em Caxiuanã.

A implementação foi orientada pelo modelo conceitual do projeto *Monitoramento participativo da biodiversidade em unidades de conservação da Amazônia* (MPB) [4]. O projeto alinhava-se com o objetivo de institucionalizar o MONITORA, gerar e criar um sistema de armazenamento de dados de biodiversidade, propiciar a participação social na gestão, fortalecer os instrumentos e efetividade de gestão, além de promover a conservação das UCs federais[12]. Seis macroações orientaram o processo de implementação: 1) articulação e mobilização de atores locais; 2) definição coletiva dos protocolos de monitoramento da biodiversidade; 3) curso de capacitação para monitores locais da biodiversidade; 4) coleta de dados nas unidades de conservação; 5) Encontro dos Saberes; e 6) avaliações de impacto[4].

O processo para a implementação na FLONA de Caxiuanã iniciou em 2022, incluindo diversas etapas, desde reuniões de planejamento, delimitação de um projeto que contemplasse a área de concessão florestal, a escolha da área de estudo e oficinas até a execução do monitoramento (Tabela 1).

Tabela 1 – Síntese das etapas e atividades realizadas para a implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade na FLONA de Caxiuanã.

Etapa	Descrição	Atividades
1	Projeto, seleção de área e instituições envolvidas	- Concepção do projeto e seleção da área - Criação do Grupo de Trabalho Interinstitucional (GTI) reunindo: ICMBio, SFB, IBAMA, Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Serviço Florestal Americano e IPÊ
2	Planejamento e desenho amostral	- Oficina Técnica para Delineamento Amostral e Arranjo Interinstitucional - Reuniões regulares de planejamento - Relatórios mensais de progresso
3	Implementação <i>in loco</i>	- Reconhecimento de área - Implementação das estações amostrais
4	Capacitação e obtenção de dados	- Curso de capacitação de monitores da biodiversidade - Coleta de dados - Validação e processamento dos dados

### Oficina técnica para delineamento amostral e arranjo interinstitucional

A partir da seleção da FLONA de Caxiuanã, realizou-se uma oficina técnica na sede do IBAMA em Brasília/DF, nos dias 14 e 15 de fevereiro de 2023. A oficina teve como principais objetivos: 1) definir o desenho amostral e os protocolos de monitoramento da biodiversidade para a FLONA de Caxiuanã; e 2) articular o arranjo interinstitucional e intersetorial para realização desse trabalho. Estavam presentes cerca de 30 participantes de diferentes instituições, representando os órgãos governamentais (ICMBio, IBAMA, SFB, Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos, da Presidência da República), coordenação (IPÊ), os financiadores (USFS), as empresas concessionárias de manejo florestal sustentável de Rondônia (Madeflona) e do Pará (Benevides Madeiras), monitores da biodiversidade e pesquisadores.

A fim de fornecer um exemplo prático de como o monitoramento é efetuado em uma área com concessão florestal, uma mesa-redonda liderada pelos responsáveis pela implementação do monitoramento na FLONA do Jamari/RO, bem como pela concessionária local, apresentou

aspectos do delineamento amostral, da execução do monitoramento na área, suas experiências positivas e dificuldades[6][13]. Na sequência, as gestoras da FLONA de Caxiuanã, uma representante da concessionária Benevides Madeiras e uma pesquisadora do MPEG expuseram as características de localização, organização, infraestrutura e projetos de pesquisa já realizados na UC.

A partir das perguntas e discussões geradas durante as apresentações e munidos das informações sobre os protocolos de monitoramento, experiências na área de manejo na FLONA Jamari e características da FLONA de Caxiuanã, os participantes foram divididos em dois grupos que trabalharam separadamente nos objetivos gerais da oficina. A pergunta principal colocada pelo órgão gestor da FLONA e que norteou os grupos de trabalho foi: “As áreas de concessão florestal são capazes de manter a biodiversidade?”.

Após o período de discussões em separado, os dois grupos apresentaram os seus resultados (Tabela 2). Seguiu-se um debate sobre priorização, definição de pontos fundamentais, viabilidade técnico-financeira da proposta e os desdobramentos necessários para viabilizar a cooperação entre as instituições.

Tabela 2 – Resultados alcançados por cada grupo de trabalho em relação aos objetivos e perguntas levantados durante as discussões da oficina.

Grupos de Trabalho/Objetivos	Resultados
<p><b>Grupo 1</b></p> <p>Delineamento amostral do monitoramento na FLONA de Caxiuanã</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de uma proposta de cronograma envolvendo organização, capacitação e coleta de dados</li> <li>• Definição de adotar somente o componente florestal, incluindo os quatro alvos globais (borboletas frugívoras, mamíferos terrestres, aves cinegéticas e plantas arbóreas e arborescentes), sendo também executado os protocolos avançados para borboletas frugívoras e mamíferos e aves terrestres (conhecido como TEAM)</li> <li>• Opção pela estratégia de contraste - área de referência <i>versus</i> área de manejo florestal madeireiro com três estações amostrais em cada</li> <li>• Apresentação de proposta para uma avaliação de resposta rápida do efeito histórico da concessão florestal em borboletas frugívoras, ou seja, o primeiro ano com 96 armadilhas em áreas já exploradas</li> <li>• Estabelecimento de 120 pontos de monitoramento com armadilhas fotográficas (60 unidades em cada área) no Protocolo Avançado TEAM</li> <li>• Sugestão de utilizar as parcelas permanentes já monitoradas pela concessionária para implantar as cruzes de malta (Protocolo de Plantas Arbóreas e Arborescentes)</li> <li>• Levantamento das estimativas de custo e pessoal necessários</li> <li>• Sugestão para realizar o protocolo avançado de plantas (quando possível)</li> <li>• Sugestão de criar um protocolo complementar de regeneração para plantas (quando possível)</li> </ul>
<p><b>Grupo 2</b></p> <p>Arranjo interinstitucional e intersetorial para implementação do Programa Monitora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foram definidas duas opções de arranjo interinstitucional:</li> <li>• aditivo ao contrato atual para que o Relatório de Execução da implementação do Programa Monitora na UC seja considerado como uma publicação válida para que a empresa Benevides tenha acesso à bonificação por apoio à pesquisa</li> <li>• celebração de Acordo de Cooperação Técnica entre a empresa Benevides e a FLONA de Caxiuanã, utilizando como instrumento a IN 14/2022 do ICMBio</li> </ul>

## Delineamento amostral para a estratégia de contraste

Por meio da oficina presencial e reuniões virtuais definiu-se que o Monitora na FLONA de Caxiuanã seria implementado considerando os quatro alvos do Protocolo Básico (mamíferos terrestres de médio e grande porte, aves terrícolas cinegéticas, plantas arbóreas e arborescentes e borboletas frugívoras) e os Protocolos Avançados TEAM (armadilhas fotográficas para vertebrados terrestres) e borboletas frugívoras, todos pertencentes ao componente florestal[5]. Além da definição dos protocolos de monitoramento, a participação e a disponibilidade da empresa concessionária, Benevides Madeiras, possibilitaram um desenho amostral que contemplasse a amostragem por contraste integral, ou seja, todos os protocolos implantados na área de referência poderiam ser replicados na área de manejo florestal madeireiro.

Para a definição das áreas elegíveis para o monitoramento foram consideradas:

- **Área de referência** – dentro da zona de manejo florestal sustentável comunitário e zona de interferência experimental, conforme definido no zoneamento da UC[9]. Foram considerados o estado de conservação, a proximidade da sede do ICMBio e da estação de pesquisa do MPEG (Estação Científica Ferreira Penna – ECFPn), bem como as áreas nas quais já haviam sido desenvolvidas pesquisas anteriormente, inclusive o monitoramento com armadilhas fotográficas; e
- **Área de manejo florestal** – dentro da zona de manejo florestal sustentável, conforme definido no zoneamento da UC[9], considerando as unidades de produção anual (UPA) que já tivessem sido exploradas dentro das UMFs I e II. Para o primeiro ano de monitoramento, foram

mapeadas e selecionadas sete UPAs, as quais foram exploradas nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 ( $n = 1, 2, 2, 2$ , respectivamente).

Seguindo as especificações do Programa Monitora, foi estabelecido que seriam implementadas seis estações amostrais (EAs), sendo três em área de referência e três em área de manejo florestal[7]. Assim:

- Para o indicador “mamíferos e aves terrestres” foi mantido o protocolo padrão, ou seja, três transecções lineares de 5 km de comprimento em cada tratamento. O esforço requerido é de 50 km por EA, uma vez ao ano (10 dias em cada EA = 300 km/ano);
- Para o indicador “plantas arbóreas e arborescentes” foi planejada a implementação de seis unidades amostrais (UA = Cruz de Malta) próximas a cada EA. No caso da área de manejo florestal, optou-se por sobrepor as três cruces de malta nas parcelas permanentes já existentes e que são monitoradas pela empresa Benevides Madeiras. Neste caso, sua localização seria determinada pela proximidade das parcelas permanentes às EAs e não por sorteio, como determinado pelo protocolo. Após a medição inicial das plantas em cada UA realizada em 2023, esta será realizada novamente a cada cinco anos; e
- Para o indicador “borboletas frugívoras”, o protocolo padrão foi adotado sem modificações na área de referência. Ele é constituído por três EAs, cada uma com quatro UAs perfazendo um total de 16 armadilhas por EA ou 48 armadilhas no total. Já na área de manejo florestal, foi utilizado um desenho amostral específico para o primeiro ano, visando ter uma avaliação rápida do impacto do manejo florestal. Para tanto, foram selecionadas quatro UPAs manejadas nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022, nas quais o esforço foi aumentado para seis unidades amostrais em cada uma. Desta maneira, cada UPA/ano teve a instalação de 24 armadilhas de borboletas,

totalizando 96 armadilhas nas três EAs da área de manejo. As coletas de dados nas duas áreas seguiram as especificações do protocolo, sendo realizadas duas amostragens de sete dias cada, separadas por um intervalo mínimo de 15 dias entre elas. As amostragens foram realizadas ao final do período chuvoso (Região Leste Amazônica: primeiro período de amostragem – 1ª quinzena de julho a 2ª quinzena de agosto; e segundo período de amostragem – 1ª quinzena de agosto a 2ª quinzena de setembro). Como o projeto adquiriu aparelhos celulares, também foi possível implementar o protocolo avançado de borboletas frugívoras, que utiliza o registro fotográfico dos indivíduos capturados para auxiliar na identificação da espécie. Assim, imagens das superfícies dorsal e ventral das borboletas foram registradas por meio das câmeras fotográficas dos celulares.

Com relação ao protocolo avançado TEAM, manteve-se a especificação em relação ao distanciamento entre armadilhas fotográficas para as duas áreas, ou seja, equidistantes por 1,4 km[14]. Para a área de referência foi definida a instalação de 60 armadilhas fotográficas em pontos monitorados anteriormente, entre os anos de 2010 e 2017[14] [15]. Enquanto para a área de manejo florestal, considerou-se a área total abrangida pelas UPAs já manejadas, o que resultou na seleção de 50 pontos para instalação das armadilhas fotográficas na área. A expectativa é que sejam instalados todos os 60 pontos de armadilhas fotográficas na área de manejo no próximo ano de monitoramento (2024), igualando ao quantitativo da área de referência.

Após a apresentação da configuração das EAs e UAs, a próxima etapa foi definir como se daria a abertura das seis trilhas, em termos de pessoal, logística e cronograma. As EAs propostas foram inicialmente desenhadas com base nas condições de relevo e hidrográficas locais, utilizando imagens de DEM-SRTM (modelo digital de elevação – NASA Shuttle Radar Topographic Mission) [16], e buscando aproveitar alguns acessos e trilhas já existentes (Figura 2).

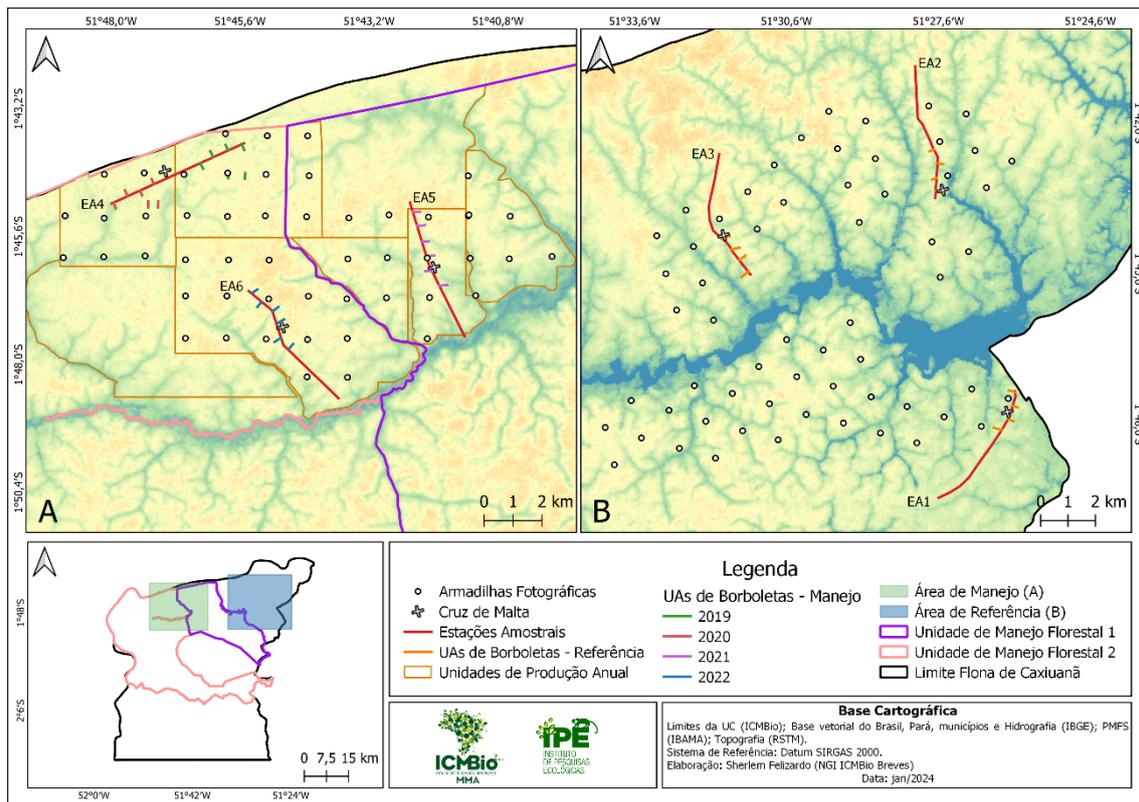


Figura 2 – Localização das estações amostrais (EAs) e unidades amostrais (UAs) implementadas para o monitoramento dos quatro alvos de monitoramento em área de manejo florestal madeireiro (A) e área de referência (B) na FLONA de Caxiuanã.

Foi realizado um reconhecimento de área para o refinamento do desenho amostral na área de referência, o que foi importante para reposicionar algumas das trilhas propostas inicialmente. Além

disso, constatou-se que, devido à presença de áreas de igapó, algumas pontes antigas estavam quebradas e precisaram ser reconstruídas para possibilitar o acesso (Figura 3).



Figura 3 – Imagens da área de referência: o acesso por meio de rios (A e B), área de igapó na trilha antes (C) e depois da reforma da ponte de acesso (D), reconhecimento de trilha (E), marcação durante implantação da estação amostral (F), reforma de uma das pontes de acesso (G) e limpeza da trilha após abertura (H).

Considerando a parceria estabelecida entre o ICMBio e a Benevides Madeiras, bem como a disponibilidade de funcionários e experiência, a empresa concessionária assumiu a responsabilidade pela abertura das três trilhas na área de manejo florestal. Além disso, a implantação das estações amostrais foi facilitada pela existência de estradas e ramais da própria empresa que interligam por via

terrestre todas as UPAs já exploradas (Figura 4). Por esse motivo, o cronograma de implementação das EAs na área de manejo foi definido pela própria empresa, após a capacitação de funcionários, com o suporte do projeto em termos de orientações para abertura das trilhas, fornecimento de mapas georreferenciados para a localização de EAs/UEs e de plaquetas de marcação.



Figura 4 – Imagens da área de manejo florestal madeireiro: o acesso às estações amostrais é realizado via terrestre por estradas (A) e ramais (C e D), através de carros e caminhões (B e C).

## Implantação das EAs

A implantação das EAs de monitoramento iniciou pela área de referência. O objetivo inicial era que as três EAs estivessem prontas até o mês de julho de 2023, a fim de atender aos requisitos dos protocolos de monitoramento (principalmente, borboletas frugívoras, o qual deve ser realizado no final do período chuvoso), bem como à realização do Curso de Capacitação de Monitores da Biodiversidade. Tendo em vista a limitação, tanto de equipe quanto financeira do ICMBio, a gestão do NGI-Breves realizou uma importante parceria com o Exército Brasileiro, por meio do Tiro de Guerra de Breves, o qual disponibilizou seis atiradores que trabalharam na implementação das trilhas, em caráter voluntário, durante a primeira expedição. Além disso, o IPÊ realizou a contratação de um comunitário como técnico local para auxiliar na abertura das trilhas.

A coordenação em campo foi realizada por uma pesquisadora local e o técnico contratado, responsáveis por direcionar o trabalho de abertura (direcionamento, medição, marcação e limpeza das trilhas para retirada de tocos, troncos e galhos), seguindo os parâmetros requeridos pelo Programa Monitora. Até o momento do curso de capacitação, duas trilhas foram concluídas e a terceira foi aberta até a distância de 1,650 m. A finalização da terceira EA na área de referência ocorreu durante uma terceira expedição no mês de outubro, após o início do monitoramento.

Já na área de manejo florestal, as atividades de abertura das trilhas foram iniciadas no final do mês de julho. Entretanto, como a empresa precisava compatibilizar a implementação das EAs com o período de operação, aliando a preocupação com a segurança dos envolvidos e o período necessário para coleta dos dados, optou-se por abrir os 5 km de cada trilha, não efetuando a limpeza e marcação naquele momento. Dessa maneira, não houve prejuízo ou atraso para iniciar monitoramento de borboletas frugívoras no período correto. No mês de novembro, a empresa Benevides se organizou para concluir a limpeza e marcação de todas as trilhas. A partir da conclusão da implementação das EAs, iniciou-se o monitoramento para os demais protocolos.

## Estratégia conjugada: capacitação e coleta de dados

O Curso de Monitores da Biodiversidade é uma das primeiras iniciativas para a implementação do Programa Monitora em uma unidade de conservação, pois apresenta à UC, aos parceiros e comunitários, as diretrizes e os conceitos do programa, o processo de seleção de alvos e indicadores e seus respectivos protocolos[17]. Nesse modelo, também são realizadas algumas atividades práticas demonstrativas sobre os métodos de cada protocolo, como, por exemplo: a instalação de armadilhas de

borboletas e a delimitação da cruz de malta. É uma etapa fundamental que prepara os colaboradores para um monitoramento padronizado, que resulta em dados de qualidade e com ampla aplicação para a UC[17].

O curso foi realizado na FLONA de Caxiuanã entre os dias 19 e 28 de julho de 2023, na Estação Científica Ferreira Penna, base de pesquisa do MPEG. O curso foi ministrado por representantes do ICMBio, IPÊ e MPEG. No total, 23 pessoas foram capacitadas como monitores da biodiversidade, incluindo gestores e técnicos do NGI-Breves, funcionários da empresa concessionária, estudantes e representantes da comunidade local.

No caso do curso ministrado na FLONA de Caxiuanã, além das aulas teóricas e atividades práticas habituais dos cursos promovidos pelo ICMBio, houve um componente a mais. As aulas teóricas dos diferentes protocolos foram seguidas da execução dos quatro protocolos. Dessa maneira, além da capacitação, o monitoramento foi iniciado com a coleta efetiva de dados por todos os participantes. Por motivos de estrutura e logística, o curso e a coleta de dados foram realizados somente na área de referência.

Durante o curso, após as aulas teóricas, os participantes eram divididos em grupos específicos para cada protocolo e conduzidos até as estações amostrais para praticar os métodos aprendidos. A cada dia os participantes eram trocados de protocolo, de maneira que todos executassem pelo menos uma vez cada protocolo durante todo o período do curso (detalhes sobre a distribuição das aulas teóricas e da implantação dos protocolos podem ser visualizados na Tabela S1 no Material Suplementar).

A estratégia de curso e coleta de dados combinados e a execução dos protocolos com a presença de instrutores especialistas em campo possibilitou o treinamento e o reforço das informações transmitidas durante as aulas teóricas nas diversas etapas do monitoramento, como:

- seleção dos locais de instalação das EAs e UAs dos alvos de monitoramento (armadilhas de borboletas, armadilhas fotográficas, cruz de malta);
- instruções sobre cada protocolo em campo (medição de distâncias, manipulação e fotografia das borboletas, orientação com a bússola, identificação de UAs e EAs, etc.);

- preenchimento dos formulários em papel no momento da coleta de dados;
- orientação para a identificação das espécies de mamíferos e aves e das tribos de borboletas através do uso dos guias;
- inserção dos dados no aplicativo ODK por meio de aparelhos celulares; e
- configuração das armadilhas fotográficas.

A partir da estratégia escolhida, a FLONA de Caxiuanã conseguiu iniciar o monitoramento da biodiversidade com a capacitação de vários atores e atingindo um esforço amostral significativo para todos os seus protocolos. Ao final dos dez dias de curso foram realizadas:

- a primeira etapa de sete dias do protocolo de borboletas frugívoras nas três estações amostrais (16 armadilhas em cada EA);
- 80 km percorridos para o protocolo de mamíferos e aves terrestres em duas estações amostrais (40 km cada);
- duas unidades de cruz de malta do protocolo de plantas arbóreas e arborescentes instaladas e com dados coletados; e
- 60 armadilhas fotográficas instaladas para o protocolo TEAM.

## Coleta de dados pós curso

Após o término do curso, o monitoramento foi iniciado na área de manejo florestal com a primeira campanha do protocolo de borboletas frugívoras. Nos meses seguintes (de agosto a novembro), houve a continuidade das atividades para a finalização das trilhas nas áreas de referência (término da EA 3) e de manejo florestal (limpeza e marcação das três trilhas). À medida que as EAs eram finalizadas, os demais protocolos iam sendo executados.

Durante a execução dos protocolos na área de manejo, outros funcionários da concessionária foram treinados pelos participantes do curso de capacitação, ampliando a rede de monitores da biodiversidade. A única exceção na área de manejo foi a não implantação do protocolo de plantas arbóreas e arborescentes em 2023. O atraso na instalação das UAs de plantas ocorreu por problemas de logística na área da empresa, visto que o período

de instalação das EAs e execução dos protocolos coincidiu com o período de operação da madeireira. Esse fato dificultou a disponibilidade de funcionários, veículos e alojamento para o desenvolvimento das atividades do Monitora.

No caso do protocolo TEAM, no qual há limitação do número de equipamentos, foi necessário encerrar o monitoramento de mamíferos e aves terrestres na área de referência para que as armadilhas fotográficas pudessem ser instaladas na área de manejo. A coleta de dados de todos os protocolos nas áreas de referência e manejo florestal foi encerrada no início de dezembro de 2023.

## Números do primeiro ano de monitoramento

Durante o monitoramento na FLONA de Caxiuanã, todos os dados dos três protocolos básicos e do avançado de borboletas frugívoras foram coletados em formulário de papel (fichas de campo), mas também com a utilização do aplicativo ODK por meio de celulares ou *tablets*. O uso do aplicativo minimiza as falhas de preenchimento e otimiza o tempo de processamento dos dados. Assim, após a finalização da coleta em campo, foram enviados diretamente para o banco de dados do Programa Monitora, o SISMonitora – Sistema de Gestão de Dados de Biodiversidade do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade. Com relação ao processamento e triagem das imagens obtidas pelo monitoramento com as armadilhas fotográficas, foi criado um projeto dentro da plataforma *Wildlife Insights*, nomeado “Monitora – Caxiuanã”, sob administração do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros (CENAP/ICMBio), centro responsável pela validação desses dados.

Após o processamento e validação dos dados, num primeiro balanço do monitoramento em 2023, foram obtidos os seguintes resultados:

- **mamíferos e aves terrestres:** nas seis unidades amostrais foram obtidos 345 registros (88 de aves e 257 de mamíferos) de 29 táxons. Na área de referência foram realizados 198 registros de 27 espécies (150 km percorridos), enquanto na área de manejo foram obtidos 147 registros de 14 espécies (145,35 km percorridos). A taxa de avistamento foi de 11,7 registros a cada 10 km;

- **plantas arbóreas e arborescentes:** em três cruces de malta na área de referência foram marcadas e medidas 655 plantas arbóreas e arborescentes, sendo 641 de árvores, onze de cipós e três indivíduos de palmeiras. O esforço foi de 1,2 ha;
- **borboletas frugívoras:** tanto na área de referência quanto na área de manejo foram registradas 13 tribos de borboletas. As tribos características de áreas sombreadas, como Brassolini e Morphini, aparecem nos dois tratamentos, enquanto a tribo Epicallini, associada a áreas abertas, ocorre em maior proporção na área de manejo florestal do que na área de referência, onde apresentou baixa proporção ou ausência; e
- **TEAM – avançado de mamíferos e aves terrestres:** no total foram monitorados 110 pontos com armadilhas fotográficas durante 6.141 dias de amostragem (4.606 dias na área de referência e 1535 no manejo florestal), obtendo-se 17.814 imagens identificadas como mamíferos e aves terrestres, sendo 11.718 imagens na área de referência e 6.096 imagens na área de manejo florestal. Ao todo foram registradas 13 espécies de aves (12 na área de referência/10 na área de manejo) e 24 espécies de mamíferos (22 na área de referência/20 na área de manejo).

## Pontos positivos e recomendações

Destacamos alguns pontos positivos que possibilitaram a implementação e execução do Programa Monitora, os quais também podem servir como recomendações para projetos que desejem desenvolver a amostragem em contraste:

- o primeiro passo para o estabelecimento de um programa de monitoramento na FLONA de Caxiuanã surgiu em atenção às demandas das próprias comunidades que questionaram sobre a atividade de exploração madeireira e os impactos que poderiam ocorrer tanto para a UC quanto aos seus moradores. Logo, a integração e a aproximação do ICMBio das comunidades foram essenciais, colaborando com a gestão da UC de forma geral;
- articulações conduzidas pelo IPÊ entre as instituições de financiamento e as executoras, bem como o acompanhamento durante todo o processo de implementação;

- envolvimento dos servidores do NGI-Breves/ICMBio em todas as etapas e a definição de uma servidora com experiência em pesquisa como ponto focal do Monitora;
- participação direta de representantes da Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade (COMOB/ICMBio) e dos centros de pesquisa (Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado – CBC e o CENAP) na definição do desenho amostral, capacitação de monitores e validação dos dados;
- apoio técnico-financeiro do Serviço Florestal Americano, participando ativamente das discussões e tomadas de decisões, permitindo que os objetivos fossem planejados e avaliados conjuntamente;
- contratação de uma pesquisadora e técnico locais para auxiliar a equipe do NGI-Breves na organização, implantação das estações amostrais, coleta de dados e outras atividades do projeto;
- colaboração dos agentes temporários ambientais (ATAs) vinculados ao NGI-Breves/ICMBio, os quais foram integrados ao monitoramento desde a abertura das trilhas à capacitação como monitores e coleta de dados;
- participação de moradores da comunidade de Caxiuanã durante o curso e as atividades de campo. O conhecimento dos moradores sobre a área auxiliou na logística, tanto pelo conhecimento sobre a localização e acesso aos pontos de amostragem, quanto pelo empréstimo de rabetas para o acesso em pequenos igarapés. Além disso, o monitoramento representa uma fonte de renda para alguns membros da comunidade;
- a construção e o estabelecimento de várias parcerias ao longo do processo, como o Exército Brasileiro, o MPEG, o Instituto Federal do Pará e as comunidades locais, os quais foram fundamentais para o desenvolvimento do projeto; e
- a base educativa e formativa que o projeto ofertou a todos os agentes que participaram do Monitora.

## Conclusão

A realização da estratégia de contraste e a quantidade de protocolos executados em áreas de referência e de manejo florestal são um feito inédito na história do Programa Monitora. No balanço inicial, já no primeiro ano de implantação, os resultados demonstram a qualidade e eficiência do curso de capacitação de monitores e da coleta de dados realizados conjuntamente. Essa estratégia permitiu uma otimização de tempo, pessoal e recursos financeiros na realização do monitoramento.

De maneira geral, a iniciativa teve sucesso devido à criação e ação integrada do Grupo de Trabalho Interinstitucional Monitoramento da Biodiversidade em Concessão Florestal, à composição de recursos com o ICMBio e o Serviço Florestal Americano, às parcerias locais, ao envolvimento da empresa Benevides Madeiras, de analistas ambientais dos centros de pesquisa do ICMBio e, principalmente, da equipe local de servidores da FLONA e do IPÊ. Destacamos a importância do envolvimento das diferentes instituições, uma vez que possuem diferentes objetivos e parâmetros a serem alcançados, tanto em relação à avaliação da efetividade da UC na conservação, quanto para garantir que o manejo florestal madeireiro seja executado dentro das exigências requeridas e de forma sustentável, assegurando a biodiversidade da floresta.

Acreditamos que através da estratégia implementada pelo Programa Monitora na FLONA de Caxiuanã contribuimos para a geração de uma grande quantidade de informação de qualidade sobre a biodiversidade local que permitirão avaliar os efeitos do manejo florestal madeireiro. Esses dados são imprescindíveis para a gestão do território, discussões acerca da sustentabilidade do manejo florestal e do impacto nas populações locais, além da promoção da conservação da sociobiodiversidade.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Serviço Florestal Americano pelo apoio financeiro e técnico; ao ICMBio, IBAMA e SFB pelo apoio institucional; à concessionária Benevides Madeiras pela parceria; e ao Núcleo de Gestão Integrada de Breves pelo trabalho conjunto

e colaborativo. Também agradecemos aos monitores da biodiversidade e prestadores de serviço pela dedicação e compromisso nas atividades, eventos e coleta de dados durante o monitoramento na FLONA de Caxiuanã.

## Referências

1. Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, de Andrade DFC, Marini-Filho OJ, Moriga Masuda LS, et al. Social Participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program Leads to Multiple Socioenvironmental Outcomes. *Citiz Sci Theory Pract* [Internet]. 2023 Jun 27; 8(1). Available from: <http://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/articles/10.5334/cstp.582/>
2. Brasil. Instrução Normativa Nº 3/2017/GABIN/ICMBIO, de 04 de setembro de 2017 [Internet]. Ministério do Meio Ambiente - ICMBio; 2017. Available from: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao\\_normativa\\_03\\_2017.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/intrucao_normativa_03_2017.pdf)
3. ICMBio. Painel de dados interativos do Programa Monitora [Internet]. Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade (COMOB/CGPEQ/DIBIO e COPEG/CGPEQ/DIBIO. 2023 [cited 2023 Dec 7]. Available from: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento>
4. Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM, Prado F, Lemke CM, Sousa I, et al. Projeto de monitoramento participativo da biodiversidade em unidades de conservação da Amazônia. In: Tófoli CF, Lemos PF de, Chiaravalloti RM, Prado F (eds.). *Monitoramento Participativo da Biodiversidade: Aprendizados em evolução*. 2nd ed. São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas/MEMNON; 2019. p. 91-7.
5. Brasil. Instrução Normativa n. 2/2022/GABIN/ICMBIO, de 28 de janeiro de 2022 [Internet]. Ministério do Meio Ambiente – ICMBio; p. 2022. Available from: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/Instruesnormativas.pdf>
6. Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ, Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio. *Experiências de monitoramento participativo da biodiversidade – Monitoramento de mamíferos terrestres de médio e grande portes e aves terrícolas sob efeito do manejo florestal*. 1ª Ed. Nazaré Paulista, SP: Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPÊ; 2023. 52 p.
7. Nobre R de A, Pereira RC, Kinouchi MR, Constantino P de AL, Uehara-Prado M. *Monitoramento da biodiversidade: roteiro metodológico de aplicação*. ICMBio. 2014. 40 p.
8. Ferreira LV, Silva AS, Almeida SS. Os tipos de vegetação de Caxiuanã. In: *Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã*. 2012. p. 132-52.
9. ICMBio. *Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã - Volume I Diagnóstico* [Internet]. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); 2012. 462 p. Available from: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1928-flona-de-caxiuanã>
10. Brasil. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000 [Internet]. Presidência da República – Casa Civil; 2000. Available from: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)
11. ICMBio-Breves. Nota Técnica nº 1/2021/NGI/ICMBio-Breves. Número Sei:8595532/Ministério do Meio Ambiente/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; 2021.
12. Ribeiro KT, Andrade DFC, Constantino PAL, Tófoli CF, Prado F, Rodrigues LS, Uehara-Prado M. Programa Monitora: histórico de criação e sua relação com a agenda socioambiental. In: *Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação*. Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas/ MEMNON; 2021. p. 21-9.
13. Carvalho EAR, Nienow SS, Bonavigo PH, Haugaasen T. Mammal responses to reduced-impact logging in Amazonian forest concessions. *For Ecol Manage*. 2021; 496.
14. TEAM Network. *Terrestrial Vertebrate Monitoring Protocol: Implementation Manual*, v. 3.1. Arlington, VA, USA: Tropical Ecology, Assessment and Monitoring Network, Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International; 2011.
15. Santos F, Carbone C, Wearn OR, Rowcliffe JM, Espinosa S, Lima MGM, et al. Prey availability and temporal partitioning modulate felid coexistence in Neotropical forests. *Boyce MS (ed.). PLoS One* [Internet]. 2019 Mar 12; 14(3): e0213671. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0213671>
16. Earth Explorer. U.S. Geological Survey [Internet]. 2023 [cited 2023 Dec 15]. Available from: <http://earthexplorer.usgs.gov/>
17. Santos R, Pereira AB, Pereira T, Pereira J, Prado F, Constantino PAL. *Monitoramento da Biodiversidade: estrutura pedagógica do ciclo de capacitação*. Brasília/DF: ICMBio; 2015.

## Material Suplementar

Tabela S1 – Cronograma executado durante o Curso de Capacitação de Monitores da Biodiversidade na FLONA de Caxiuaná.

<b>Dia</b>	<b>Período</b>	<b>Atividade</b>	<b>Instrutor Responsável</b>
19/07/23	Manhã	Aula Teórica - Introdução ao Programa Monitora e Seleção de Áreas	Marcelo Reis
	Tarde	Aula Teórica - Protocolo de Borboletas Frugívoras	Onildo Marini
20/07/23	Manhã	Instalação das armadilhas de borboletas nas 3 EAs (48 armadilhas)	Onildo Marini, Marcelo Reis e Fernanda Santos
	Tarde	Aula Teórica - Protocolo de Mamíferos e Aves (censo)	Marcelo Reis
21/07/23	Manhã	Amostragem nas 2 EAs para o Protocolo Masto-Aves/ Checagem de armadilhas de borboletas na EA2 (Prática de manipulação)	Masto-Aves: Marcelo Reis e Fernanda/ Borboletas: Onildo Marini
	Tarde	Aula Teórica do Protocolo TEAM	Fernanda Santos
22/07/23	Manhã	Amostragem para os 3 protocolos: Borboletas, Masto-Aves e TEAM	Masto-Aves: Marcelo Reis/ TEAM: Fernanda/Borboletas: Onildo Marini
	Tarde	Aula Teórica - Plantas Arbóreas e Arborescentes	Marcelo Reis
23/07/23	Dia todo	Amostragem para 3 protocolos: Masto-Aves, TEAM e Plantas Arbóreas e Arborescentes	Masto-Aves: Fernanda Santos/Plantas: Marcelo Reis
24/07/23	Dia todo	Amostragem para os 3 protocolos: Borboletas, Masto-Aves e TEAM	Masto-Aves: Marcelo Reis/ TEAM: Fernanda /Borboletas: Onildo Marini
25/07/23	Dia todo	Amostragem para 3 protocolos: Masto-Aves, TEAM e Plantas Arbóreas e Arborescentes	Masto-Aves: Marcelo Reis/ TEAM: Fernanda Santos
26/07/23	Dia todo	Amostragem para os 3 protocolos: Borboletas, Masto-Aves e TEAM	Borboletas: Onildo Marini e Marcelo Reis
27/07/23	Dia todo	Amostragem para 3 protocolos: Masto-Aves, TEAM e Plantas Arbóreas e Arborescentes	Plantas: Marcelo Reis/ TEAM: Fernanda Santos
28/07/23	Manhã	Amostragem para 2 protocolos: Masto-Aves e TEAM	Masto-Aves: Marcelo Reis/ TEAM: Fernanda Santos
	Tarde	Encerramento do curso	

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



## Avaliação das estratégias de capacitação para o monitoramento da biodiversidade em unidades de conservação

### Monitora

Laura Shizue Moriga Masuda<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5015-226X>

\* Contato principal

Laura Moreira de Andrade Reis<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4561-5351>

Marcelo Bassols Raseira<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7400-4229>

Ana Paula Nascimento Soares<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0009-0004-6830-629X>

Jumara Marques Souza<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0737-9159>

Danilo do Carmo Vieira Correa<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-1445-0822>

Bárbara Moraes Thompson<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5206-2831>

Cecilia de Oliveira Simões<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0004-8588-8674>

Carla Natacha Marcolino Polaz<sup>5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3890-3008>

Marcelo Lima Reis<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8922-8030>

Ugo José Borba Bezerra<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0008-4794-7978>

Mateus de Sousa<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0001-9042-3597>

Rachel Klaczko Acosta<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-4999-7230>

Dárlison Fernandes Carvalho de Andrade<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-4362-8979>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade/COMOB, Brasil. <shizuemm@yahoo.com.br, laura.reis@icmbio.gov.br, jumara.marques@gmail.com, cecilia.simo.es.bolsista@icmbio.gov.br, mukiramcarcelo@gmail.com, ugo.bezerra@icmbio.gov.br, mateus.sousa.terceirizado@icmbio.gov.br, rachel.acosta@icmbio.gov.br, darlison.andrade@florestal.gov.br>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Amazônica/CEPAM, Brasil. <marcelo.raseira@icmbio.gov.br>.

<sup>3</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro de Formação em Conservação da Biodiversidade/ACADEBio, Brasil. <ana.soares@icmbio.gov.br>.

<sup>4</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado/CBC, Brasil. <danilo.correa@icmbio.gov.br, barbara.thompson.bolsista@icmbio.gov.br>.

<sup>5</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental/CEPTA, Brasil. <carla.polaz@icmbio.gov.br>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 23/07/2024

### Como citar:

Monitora, Masuda LSM, Reis LMA, Raseira MB, Soares APN, Sousa JM, Correa DCV, Thompson BM, Simões CO, Polaz CNM, Reis ML, Bezerra UJB, Sousa M, Acosta RK, Andrade DFC. Avaliação das estratégias de capacitação para o monitoramento da biodiversidade em unidades de conservação. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 121-144. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2540

**Palavras-chave:** Monitoramento participativo; Programa Monitora; avaliação de reação; processo formativo.

**RESUMO** – O objetivo deste estudo de caso é avaliar as estratégias de capacitação que vêm sendo implementadas desde 2013 no ciclo de capacitação do Programa Monitora. Foram analisados 39 cursos nacionais de pontos focais, de 2013 a 2023, e 15 cursos do Plano Nacional de Desenvolvimento de Pessoas do ICMBio de 2021 a 2023. Com esse esforço de capacitação, foi possível iniciar a implementação do Monitora em 113 unidades de conservação (UCs) federais. Para cada curso, a média foi de 26 alunos e 10 UCs federais participando. Foi possível observar que o maior número de UCs que iniciaram o monitoramento,

geralmente, ocorreu em torno de um ano após os primeiros cursos de pontos focais. O resultado da avaliação de reação mostrou que os cursos contribuem para o aprimoramento da atuação profissional dos educandos: 92% responderam que o curso contribuiu para a melhoria no seu desempenho no trabalho, e 87% observaram segurança em usar os conhecimentos e habilidades adquiridos. É um grande desafio elaborar os cursos para o monitoramento da biodiversidade em um panorama de ampla diversidade ambiental, social e econômica. Por isso é necessário diferentes estratégias para um melhor desenvolvimento do conhecimento, das habilidades e das competências dos educandos. Nesse sentido, destacam-se as seguintes estratégias: o uso de diferentes modalidades de ensino (presencial, híbrida, EAD) e os formatos de abrangência do curso (local – apenas uma UC ou regional/nacional – várias UCs), a construção coletiva desde a concepção do curso até a análise dos dados e a variedade de ferramentas pedagógicas utilizadas no processo de aprendizagem.

### Assessment of training strategies for monitoring biodiversity in conservation units

**Keywords:** Participatory monitoring; Monitora Program; reaction evaluation; educational process.

**ABSTRACT** – The article evaluates several training strategies implemented since 2013 within the Monitora Program’s training cycle. We analyzed 39 national courses for focal points from 2013 to 2023 and 15 courses from ICMBio’s People Development National Plan, from 2021 to 2023. All this effort culminated on the Monitora Program implemented in 113 federal protected areas (PAs). An average of 26 students and 10 federal PAs participated in each course. The largest number of PAs starting monitoring usually occurred about one year after the first courses. Reaction evaluation results showed improvement in the participants’ performance at work (92%) and in their confidence to apply the knowledge and skills acquired (87%). It is a great challenge to develop courses for different social and economic realities, therefore different strategies are needed to better develop students’ knowledge, skills, and competencies. In this sense, the following strategies stand out: the variety of modalities (face-to-face courses, hybrid, online) and the multiple levels covered (local – only one PA or regional/national – several PAs), collective construction from course design to data analysis, and the diversity of pedagogical tools used in the learning process.

### Evaluación de estrategias de capacitación para el monitoreo de la biodiversidad en unidades de conservación

**Palabras clave:** Monitoreo participativo; Programa Monitora; evaluación de reacciones; proceso de aprendizaje formación.

**RESUMEN** – El objetivo de este estudio de caso es evaluar las estrategias de formación que se han implementado desde 2013 en el ciclo formativo del Programa Monitora. Se analizaron 39 cursos de puntos focales nacionales, de 2013 a 2023, y 15 cursos del Plan Nacional de Desarrollo de las Personas del ICMBio de 2021 a 2023. Con este esfuerzo de capacitación, se logró iniciar la implementación del Programa Monitora en 113 áreas protegidas (APs) federales. En cada curso participaron, en promedio, 26 estudiantes y 10 APs federales. Se pudo observar que el mayor número de APs que iniciaron el monitoreo ocurrió generalmente alrededor de un año después de los primeros cursos de puntos focales. El resultado de la evaluación de reacción mostró que los cursos contribuyen a mejorar el desempeño profesional de los estudiantes: el 92% respondió que el curso contribuyó a mejorar su desempeño laboral y el 87% señaló confianza en el uso de los conocimientos y habilidades adquiridos. Es un gran reto desarrollar cursos para el monitoreo de la biodiversidad en el panorama de amplia diversidad ambiental, social y económica, por lo que se necesitan diferentes estrategias

para desarrollar mejor los conocimientos, habilidades y competencias de los estudiantes. En este sentido, se destacan las siguientes estrategias: las diferentes modalidades de enseñanza utilizadas (presencial, híbrida, aprendizaje virtual), el formato de cobertura de los cursos (local – una sola AP o regional/nacional – varias APs), la construcción colectiva, desde el diseño del curso hasta el análisis de datos, y la variedad de herramientas pedagógicas utilizadas en el proceso de aprendizaje.

## Introdução

A melhoria no aprimoramento da força de trabalho visando à excelência na prestação dos serviços ambientais é fundamental para a efetividade na conservação da biodiversidade. Nesse sentido, os programas de capacitação estão previstos em diversos instrumentos normativos, como a Política Nacional da Biodiversidade[1], constando em seu Anexo: “13.1.7 Estimular o desenvolvimento de programa de capacitação da população local, visando à sua participação no monitoramento da biodiversidade”; a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas da administração pública federal[2], que subsidiou a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas (PNDP) no âmbito do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (3); e a Instrução Normativa (IN) que trata sobre

a implementação do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes – Programa Monitora[4]. Nessa IN, a capacitação é vista como uma diretriz do Programa e busca “Formular, promover e aprimorar o programa continuado de capacitação e apoio à formação dos diversos agentes envolvidos no Programa Monitora e nas análises dos seus resultados”.

O Programa Monitora[5] está implementado em 113 unidades de conservação (UCs) federais (Figura 1) e tem como principal objetivo gerar informações para subsidiar a avaliação da efetividade das UCs federais e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no cumprimento de seus objetivos de conservação da biodiversidade, bem como subsidiar ações de conservação e manejo da biodiversidade[4].

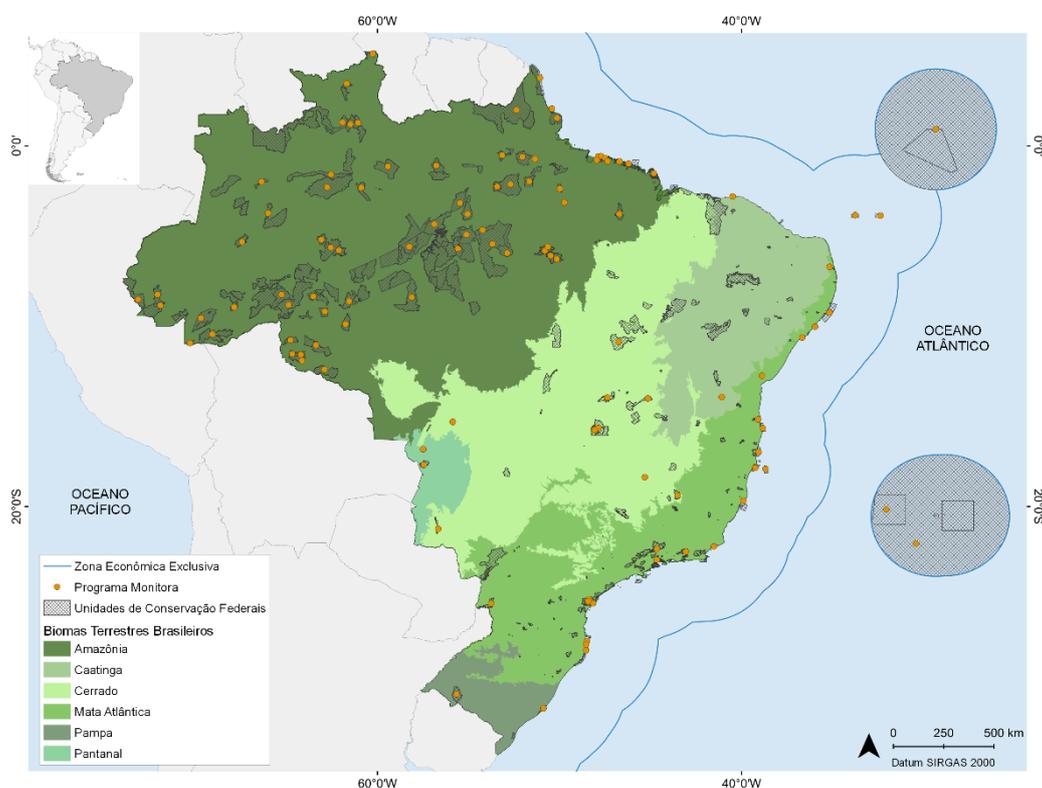


Figura 1 – Mapa das 113 UCs (círculos laranja) com Programa Monitora implementado em pelo menos um componente. Fonte: adaptado de Monitora[6].

O Programa Monitora está estruturado em três subprogramas, oito componentes (Figura 2), além de 21 alvos de monitoramento. As atividades do Programa se iniciaram em 2013 e desde então observou-se a necessidade da participação de pontos focais e monitores em capacitações como um pré-requisito para que as UCs federais implementassem, de forma correta, o Monitora, uma vez que existem protocolos específicos de

coleta dos dados de monitoramento para cada alvo. Considerando a complexidade do Programa e de arranjos para o monitoramento, bem como a necessidade de capacitar os diferentes atores envolvidos nas diversas etapas, desde a coleta de dados até sua publicização, um ciclo de capacitação foi criado e diferentes estratégias foram estabelecidas para atender a essa demanda.

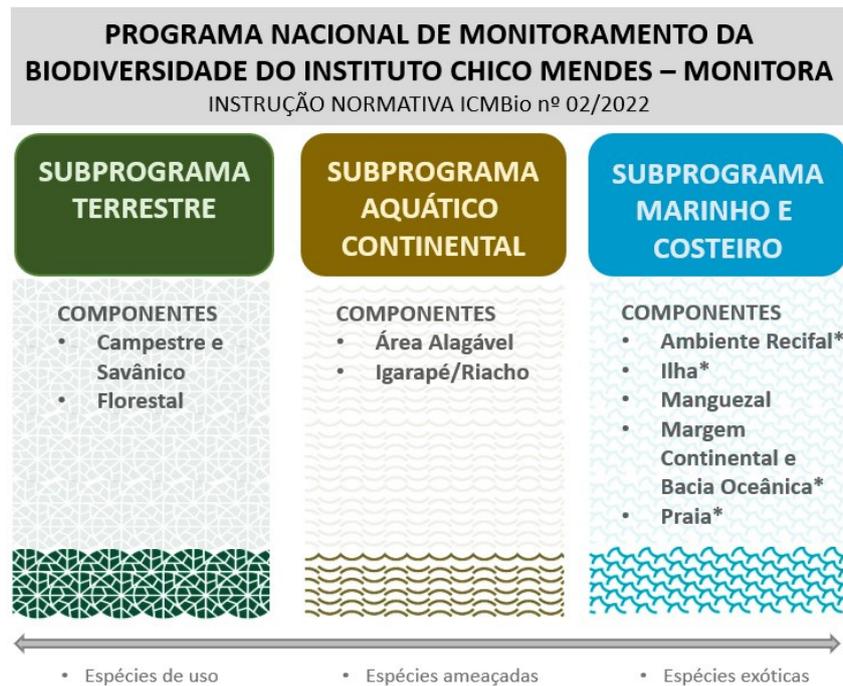


Figura 2 – Estrutura do Programa Monitora, de acordo com a Instrução Normativa ICMBio. Fonte: Brasil[4].

Em 2015, foi elaborada a estrutura pedagógica do Ciclo de Capacitação do Programa Monitora (Figura 3) com intuito de estruturar um processo formativo voltado ao monitoramento da biodiversidade nas UCs federais e proporcionar uma formação contínua e articulada dos diversos sujeitos que atuam no Programa Monitora[7], entre os quais, servidores, agentes comunitários, parceiros institucionais e pesquisadores colaboradores. Essa estrutura foi desenvolvida pela Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade (COMOB),

Coordenação-Geral de Gestão de Pessoas (CGGP) e pela Divisão de Educação e Desenvolvimento de Pessoas (DEAPE) e teve início na Portaria nº 106/2008 [8], alterada pela Portaria nº 71/2020 [3] do ICMBio, que dispõe sobre a Política de Desenvolvimento de Pessoas.

Esse ciclo é composto por cinco processos formativos (PFs) (Figura 3), e cada processo é formado por um conjunto de módulos e de disciplinas ou cursos específicos que estão descritos em Santos et al.[7].



Figura 3 – Estruturas dos processos formativos do Ciclo de Capacitação em Monitoramento da Biodiversidade. Fonte: Santos et al.[7].

O ciclo foi construído tendo como base a sistematização das práticas educacionais visando tanto o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes profissionais e pessoais como a missão institucional do ICMBio de proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento socioeconômico sustentável[9]. Dentre os principais fundamentos teóricos da construção do ciclo, destacam-se: a complexidade, a transdisciplinaridade, a autopoiese

e a pedagogia freiriana (Figura 4). Nesse sentido, o ciclo de capacitação possui convergência com o processo de uma trilha de aprendizagem, no qual o educando iniciaria com os cursos mais básicos do processo formativo 1, poderia complementar seu conhecimento com materiais complementares (vídeos, leituras extras, atividades), e avançaria para os demais cursos dos processos formativos sequenciais[2][3][4][5].

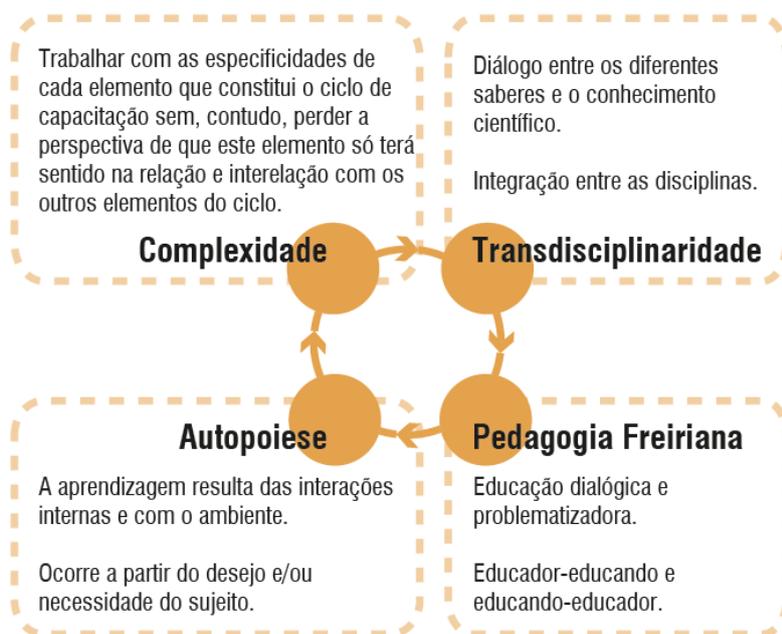


Figura 4 – Fundamentos teóricos do Ciclo de Capacitação em Monitoramento da Biodiversidade. Fonte: Santos et al.[7].

Para as capacitações do ciclo que foram elaboradas e executadas no âmbito do Plano Nacional de Desenvolvimento de Pessoas do ICMBio (PDP), como as do PF1, o planejamento e avaliação dos cursos, além de alinhados com os princípios teóricos de construção do ciclo, também foram norteados por princípios da Educação Corporativa e do Projeto Político Pedagógico do ICMBio, como: construção de processos educativos voltados para o desenvolvimento de competências (conhecimentos, habilidades e atitudes); estratégias de ensino-aprendizagem que possibilitem o posicionamento crítico e o diálogo entre pessoas e saberes; e a seleção de conteúdos que tenham vínculo com as realidades dos educandos, criando um campo para trocas de saberes e aprendizagens significativas.

É importante destacar que não há um único formato de capacitação que seja amplamente utilizado no Programa Monitora. Ainda que existam fundamentos teóricos, diretrizes e orientações comuns aos subprogramas, dados pelos documentos norteadores já mencionados, as estratégias globais precisam fazer sentido e ser adaptadas à realidade local. É nessa perspectiva que o ciclo de capacitação se conecta aos treinamentos locais. Além disso, os eventos de capacitação precisam ser contínuos, não apenas pela volatilidade dos monitores e pontos focais, mas também porque são ocasiões fundamentais de mobilização e engajamento das pessoas ao Programa Monitora.

Ademais, os objetivos dos eventos de capacitação podem ser distintos a depender do momento em que eles se inserem na estratégia de capacitação concebida. As capacitações para os pontos focais das UCs, por exemplo, objetivam tanto multiplicar os formadores para implementação do Programa como fazer reverberar o Programa Monitora para ser um aglutinador de agendas da gestão local da UC. Nesse sentido, o monitoramento pode contribuir com as ações de proteção, de pesquisa, de planejamento, dentre outras.

É um grande desafio elaborar os cursos para o monitoramento da biodiversidade em um panorama de ampla diversidade ambiental, social e econômica. Porém, é necessário para garantir a eficácia e a relevância das ações em um programa de monitoramento que abrange uma escala espacial nacional. Para isso, é preciso identificar as melhores práticas pedagógicas que atendam aos diversos públicos-alvo, bem como pensar em um aprimoramento contínuo do conteúdo e da metodologia dos cursos, verificar a eficiência dos

cursos em repassar os conhecimentos teóricos em habilidades práticas aplicáveis em campo. Pois a finalidade é que os educandos estejam realmente preparados para desempenhar as atividades que envolvem o monitoramento da biodiversidade.

Neste artigo, não foram avaliados todos os componentes e alvos do Programa Monitora, mas foram ressaltadas as boas práticas implementadas nas capacitações sobre o monitoramento de alguns componentes do Monitora e feita uma avaliação do que pode ser melhorado. Dessa forma, foram abordados alguns cursos do processo formativo PF1: “Introdução à gestão e monitoramento da biodiversidade” e PF3: “Protocolos de monitoramento”. O PF1 tem como objetivo compreender a perspectiva teórica-conceitual que fundamenta a prática do monitoramento da biodiversidade nas UCs federais, bem como a conhecer a gestão e o monitoramento *in situ* do ICMBio e sua aplicabilidade, enquanto o PF3 visa conhecer e identificar as espécies-alvo a serem monitoradas, bem como as técnicas e os protocolos necessários.

Assim, o objetivo deste estudo de caso é avaliar as estratégias de capacitação que vêm sendo implementadas desde 2013 no ciclo de capacitação do Programa Monitora.

## Materiais e Métodos

Os cursos foram separados em duas categorias (Figura 5): a primeira refere-se a todos os cursos do PF3 para os pontos focais do Programa Monitora, realizados de 2013 a 2023 (Anexo 1) enquanto a segunda inclui os cursos do PF1 e PF3 que integraram o PDP do ICMBio, de 2021 a 2023 (Anexo 2). Os dados foram obtidos a partir das planilhas gerenciais da COMOB do ICMBio e informações do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) do ICMBio.

A análise da efetividade das estratégias de capacitação dos cursos da categoria 1 (C1) levou em consideração os cursos dos protocolos de monitoramento do Programa Monitora, que são imprescindíveis para que as atividades sejam iniciadas na UC. Já os cursos da categoria 2 (C2) são aqueles que integraram o PDP, por isso dispõem de avaliação de reação dos educandos. Neste trabalho, foi considerada uma estratégia efetiva se as UCs aderirem ao Monitora e se as respostas dos educandos apresentaram um percentual médio acima 80% de satisfação na avaliação de reação.

Foram analisados 39 cursos em C1 e 15 cursos em C2 (Figura 5), havendo sobreposição de 7 cursos

do PF3, pois eles foram avaliados tanto em C1 quanto em C2.

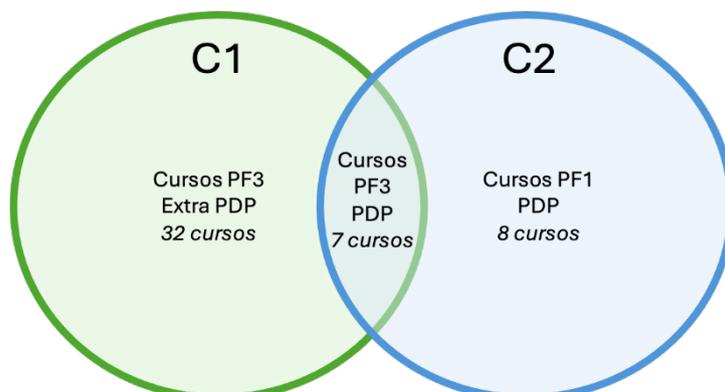


Figura 5 – Cursos de capacitação do Programa Monitora avaliados nesse estudo de caso. C1: Cursos do Processo Formativo 3 (PF3) para os pontos focais de 2013 a 2023 (Anexo 1). C2: cursos do Processo Formativo 1 (PF1) e do PF 3 que integraram o PDP 2021 a 2023 (Anexo 2). Fonte: elaborado pelos autores com base nas planilhas gerenciais da COMOB/ICMBio e informações do SEI/ICMBio.

Para os cursos dos pontos focais (também multiplicadores do conhecimento na UC) – C1 –, foi avaliada a relação entre o número de UCs que implementaram o monitoramento da biodiversidade e o número de UCs capacitadas. Além disso, foram analisadas as informações com relação aos componentes por subprogramas, a modalidade – que variou de presencial, ensino a distância (EAD) e híbrida, que é uma mistura entre presencial e EAD, o quantitativo de educandos por curso e quantidade de UCs federais que tiveram pontos focais capacitados em cada curso. Cabe ressaltar que esses cursos são essenciais para que a UC inicie o monitoramento.

Os cursos que integraram o PDP (C2) foram analisados quanto à modalidade, à quantidade de cursos por processo formativo, ao número de educandos por cursos e à avaliação de reação dos educandos com relação às capacitações. Essa avaliação foi realizada por meio da avaliação de reação dos cursos, que é um questionário padronizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) do ICMBio, com perguntas objetivas e dissertativas abertas sobre vários aspectos do evento, tanto logísticos, como pedagógicos. Ela reflete as impressões imediatas e o nível de satisfação do educando com relação à capacitação e é preenchida individualmente ao final do curso. A partir das avaliações de reação dos educandos foi possível

verificar a percepção dos educandos com relação à aplicação dos conhecimentos e habilidades desenvolvidas no curso. Foram selecionados cinco tópicos, sendo quatro perguntas com respostas fechadas: “Os conhecimentos, habilidades e atitudes desenvolvidos neste curso irão contribuir para melhoria do seu desempenho no trabalho?; “Dentre os conhecimentos e habilidades desenvolvidos, você se sente seguro para aplicá-los em suas atividades?; “Você se sente capaz de compartilhar com outras pessoas os conhecimentos adquiridos?”, (variando de 0 a 100%) e um tópico aberto: “Considerando os conhecimentos e habilidades desenvolvidos, quais são possíveis de aplicação na sua área de atuação ou no ICMBio? Exemplifique como.” (campo livre para escrever a resposta).

Os cursos do PF1 (Introdução à Gestão e ao Monitoramento da Biodiversidade) são compostos por conteúdos comuns a todos subprogramas do Monitora, direcionados a um público-alvo bastante diverso, desde monitores de UCs que já implementam o Programa até UCs que ainda não iniciaram o monitoramento.

Recentemente, o PF1 passou por pequenas alterações devido às mudanças na estrutura do Programa Monitora, e por isso, atualmente, é composto por oito cursos (ou disciplinas) organizados

em dois módulos: seis cursos no Módulo 1 e dois cursos no Módulo 2 (Figura 6). Neste artigo foram avaliados os cursos do Módulo 1:

1. Introdução à Conservação da Biodiversidade;
2. Fundamentos do Monitoramento da Biodiversidade;

3. Biodiversidade Marinha e Costeira;
4. Biodiversidade em Ecossistemas Terrestres;
5. Biodiversidade Aquática Continental; e
6. Territórios da Sociobiodiversidade e Ecologia de Paisagens.

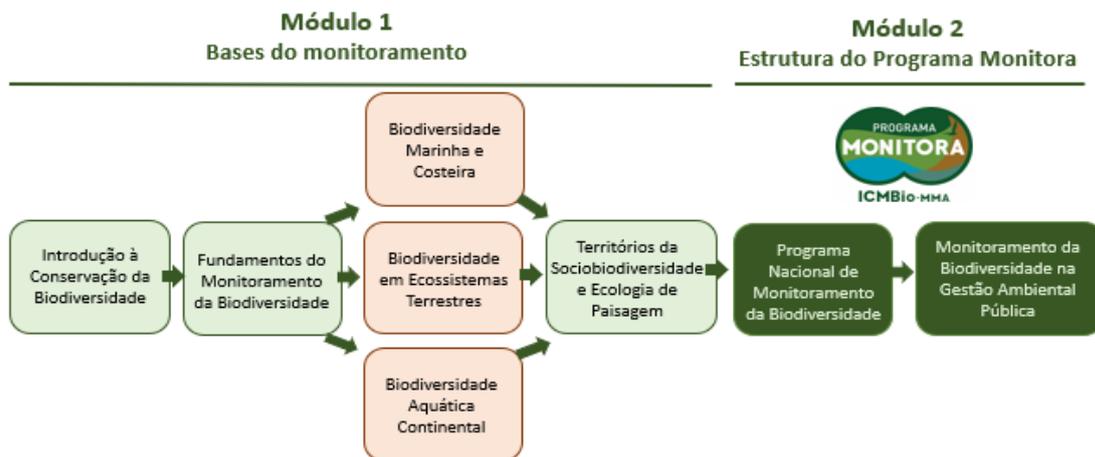


Figura 6 – Cursos do Processo Formativo 1 do Ciclo de Capacitação em Monitoramento da Biodiversidade. Fonte: COMOB/ICMBio.

O PF3 é composto por cursos que detalham a implementação dos protocolos básicos de monitoramento dos alvos globais da biodiversidade, organizados por componente. Nesse processo formativo há cursos direcionados para formação de pontos focais (multiplicadores) e cursos locais para monitores – ofertados por pontos focais e instrutores da COMOB e dos Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação (CNPcs). Apenas os cursos direcionados à formação de pontos focais serão analisados neste estudo. Cursos de seis dos oito componentes do Programa Monitora foram analisados:

- Campestre e Savânico;
- Florestal;
- Área Alagável;

- Igarapé/Riacho;
- Manguezal; e
- Pesca e Biodiversidade Associada – é um alvo transversal aos componentes Manguezal e Margem Continental e Bacia Oceânica do subprograma Marinho e Costeiro.

A partir da análise dos cursos das duas categorias (C1 e C2), foi feito um levantamento de diferentes estratégias de capacitação que buscaram maior adequação dos cursos aos objetivos da capacitação, tendo em vista a complexidade do Programa. Dessa forma, foi realizada uma análise geral das boas práticas e dos problemas que ocorreram nos processos de capacitação de 2013 a 2023, que serão apresentados a seguir.

## Resultados e Discussão

### Cursos do PF3 para os pontos focais (C1)

Considerando que o impacto pretendido com as capacitações é o monitoramento da biodiversidade sendo realizado nas UCs, e que, para iniciar a implementação do monitoramento são essenciais os cursos do PF3, verificou-se que 100% das 113 UCs federais capacitadas implementaram o monitoramento da biodiversidade, o que corresponde a cerca de um terço do total de UCs federais geridas pelo ICMBio. Além disso, todas as 113 UCs tiveram pontos focais que participaram de pelo menos uma capacitação nacional. Considerando o número de UCs que implementaram o monitoramento por componente, temos 59 UCs implementando o Florestal, 19 UCs o Campestre e Savânico, 12 UCs o Igarapé/Riacho, 11 UCs o Área Alagável, 19 UCs o Manguezal e 12 UCs a Pesca e Biodiversidade Associada.

No âmbito das capacitações para pontos focais, foram realizados 39 cursos do PF3 no período de 2013 a 2023 (Figura 7). O componente Florestal foi o pioneiro do Monitora, com início em 2013, tendo sido realizados 18 cursos no âmbito desse componente desde então. Os demais componentes foram estruturados de 2017 em diante e foram realizados de três a cinco cursos por componente.

Quanto à modalidade, a maioria dos cursos realizados foram presenciais[32]. Com o advento

da pandemia de Covid-19 e a necessidade de continuidade do ciclo de capacitação naquele contexto, os cursos foram adaptados para formatos híbridos[2] e até mesmo de ensino a distância[5] a partir de 2021. Além da possibilidade de continuidade das capacitações frente aos desafios impostos pela pandemia através da realização de cursos em formatos híbridos e a distância, tais formatos também possibilitaram a realização de capacitações em componentes com abrangência nacional de atuação, e onde a maioria das UCs não dispõem de recursos de projetos especiais para implementação do monitoramento, como foi o caso do curso de capacitação de pontos focais do Componente Campestre Savânico.

Avaliando as informações por cada curso (Figura 7), foi possível observar uma média de 26 educandos por curso, considerando um total de 36 cursos (n amostral), e uma média de 10 UCs federais representadas por curso (n amostral = 31 cursos). O número de cursos avaliados para essas informações foi diferente (n amostrais diferentes) porque em algumas situações, por exemplo, não foi possível distinguir dentre os participantes quais eram educandos e quais eram os instrutores, ou, em algumas situações os participantes preencheram a lista de presença como representantes do Núcleo de Gestão Integrada do ICMBio, o que impossibilitava identificar a UC que estava sendo representada. Então, nesses casos a informação foi retirada da análise.



Figura 7 – Informações sobre os 39 cursos para pontos focais ou multiplicadores do Processo Formativo 3 (C1). Fonte: elaborado pelos autores com base nas planilhas gerenciais da COMOB/ICMBio e informações do SEI/ICMBio.

A quantidade total de cursos para pontos focais realizados por ano variou de 0 a 8 no período de 2013 a 2023, enquanto o número de UCs federais que iniciaram o monitoramento de ao menos um componente do Programa Monitora variou de 1 em 2015 a 37 em 2019 (Figura 8). Cabe destacar que, em 2020, nenhum curso foi realizado devido ao advento da pandemia do Coronavírus. Foi possível observar que o maior número de UCs que iniciaram o monitoramento, geralmente, ocorreu em torno de um ano após os primeiros cursos de pontos focais (Anexo 3), ou seja, após os cursos “pioneiros” do componente. Por exemplo, em 2013 foram realizados os primeiros cursos de pontos focais do componente Florestal. Como consequência, o monitoramento foi iniciado em 15 UCs no ano seguinte. O mesmo ocorreu para os demais subprogramas: em 2017 e 2018 foram realizados os primeiros cursos dos componentes Igarapé/Riacho e Manguezal, o que acabou contribuindo para o elevado número de UCs

que iniciaram o monitoramento em 2019 (37 UCs). Em 2021 pode ter ocorrido um represamento nas UCs que iriam iniciar o monitoramento em 2020, mas não o fizeram por causa da pandemia.

Apesar da correlação observada entre o número de cursos realizados e o número de UCs que iniciaram o monitoramento de algum componente, é importante frisar que um dos objetivos das capacitações é a reciclagem de pontos focais (capacitação nos mesmos monitoramentos já iniciados), o que também explica os períodos em que o número de UCs com novos monitoramentos não acompanhou um aumento no número de cursos ofertados no ano anterior.

Quanto ao ciclo de capacitação do Componente Campestre e Savânico, pontos focais de 19 UCs foram capacitados para implementação do Protocolo Básico do Alvo Global entre 2021 e 2023. Das UCs capacitadas, 90% iniciaram a implementação conforme previsto.

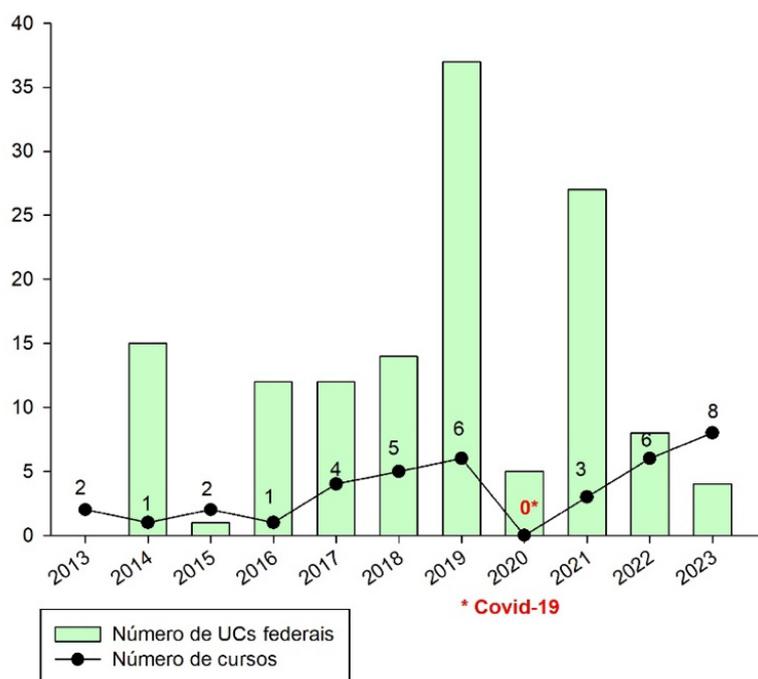


Figura 8 – Número de cursos para pontos focais (Processo Formativo 3) (círculos fechados) e número de UCs que iniciaram o monitoramento de algum dos componentes do Programa Monitora por ano (barras verdes). Os detalhes dos cursos estão nos Anexos 1 e 3. Fonte: elaborado pelos autores.

### Cursos do PDP do ICMBio (C2)

A avaliação de reação é uma etapa da conclusão dos cursos ofertados no PDP do ICMBio. Trata-se de um importante instrumento em formato de questionário eletrônico com o objetivo de avaliar a percepção dos educandos a respeito de diferentes aspectos estruturantes dos cursos por meio de perguntas fechadas sobre aspectos gerais do curso, o conteúdo e a estrutura da capacitação, assim como algumas perguntas abertas que possibilitam ao educando discorrer sobre aspectos do curso. Considerando as perguntas existentes na avaliação de reação, foram selecionados quatro eixos principais a serem analisados:

1. expectativas e divulgação do curso;
2. melhoria do desempenho frente aos novos conhecimentos adquiridos;
3. potencial uso do conhecimento e habilidade adquiridos nas atividades do trabalho; e
4. segurança em repassar os conhecimentos adquiridos para outras pessoas.

Foram analisadas as avaliações de reação de 15 cursos (8 cursos do PF1 e 7 cursos do PF3). De um total de 451 educandos que participaram dos cursos, 398 responderam às perguntas descritivas

da avaliação de reação (Figura 9, Anexo 2). No que concerne à expectativa em relação ao curso e à divulgação, uma média de 81% dos educandos respondeu que o curso atendeu às suas expectativas e que foram bem divulgados. Em relação à divulgação, é importante ressaltar que os cursos do PDP são voltados para um público interno do ICMBio, sendo divulgados por e-mails para todos os servidores, assim como no AVA. De maneira geral, os cursos atenderam às expectativas dos educandos.

A contribuição dos cursos para o aprimoramento da atuação profissional dos educandos é notória nas avaliações de reação: 92% responderam que o curso contribuiu de alguma forma para a melhoria no seu desempenho no trabalho, e 87% observaram segurança em usar os conhecimentos e habilidades adquiridos. Considerando que normalmente as pessoas selecionadas para os diferentes cursos passam por um processo seletivo que envolve critérios eliminatórios (como não estar gozando férias, por exemplo) e critérios classificatórios (como se a unidade está implementando o Monitora ou se tem a intenção de implementar determinado protocolo), o público-alvo acaba sendo formado por pessoas que tendem a utilizar os conhecimentos adquiridos para a implementação do monitoramento na sua unidade.



Figura 9 – Informações sobre os 15 cursos do Programa Monitora inseridos no Plano Nacional de Desenvolvimento de Pessoas do ICMBio (PDP) (C2). Fonte: elaborado pelos autores com base nas planilhas gerenciais da COMOB/ICMBio e informações do SEI/ICMBio.

Com relação ao seguinte tópico da avaliação de reação “Dos conhecimentos e habilidades aprendidos os participantes citaram como possíveis de aplicação na área de atuação ou no ICMBio”, as respostas eram no formato aberto, ou seja, o

educando redigiu a resposta de forma livre. Nesse sentido, as respostas foram divididas em cinco categorias de aplicação do conhecimento, das quais a maior aplicação do conhecimento seria em “monitoramentos já implementados” (Figura 10).

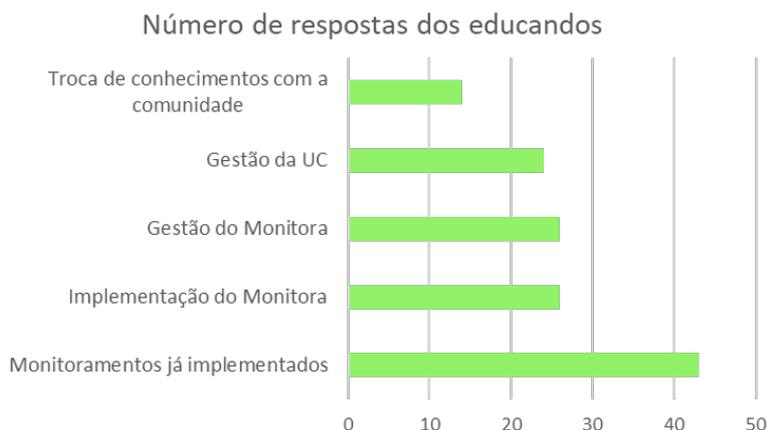


Figura 10 – Categorização das respostas dos educandos na avaliação de reação referentes ao tópico “Dos conhecimentos e habilidades aprendidos os participantes citaram como possíveis de aplicação na área de atuação ou no ICMBio”. Fonte: elaborado pelos autores.

### Avaliação das estratégias de capacitação

As estratégias empregadas foram sendo elaboradas e ajustadas a partir de demandas que foram surgindo ao longo do processo de implementação do Programa. Muitas lições com erros e acertos foram aprendidas, como a necessidade de sistematização das informações dos cursos, estabelecimento de fluxos e processos internos de acompanhamento e avaliação.

Considerando a complexidade da estrutura do Programa Monitora e a diversidade de atores e contextos em que está inserido, diferentes estratégias de capacitação foram desenvolvidas para que os educandos desenvolvessem habilidades e competências necessárias para aplicação dos protocolos de monitoramento, desde a compreensão do que monitorar (indicador biológico), como monitorar (detalhamento dos procedimentos operacionais dos protocolos), onde monitorar (identificação de áreas elegíveis para o monitoramento), quando monitorar (época adequada para realização das amostragens) até a produção do conhecimento necessário para subsidiar a gestão das UCs e a avaliação da efetividade das ações de conservação. Nesse sentido, destacam-se as seguintes estratégias: as diferentes modalidades de ensino utilizadas (presencial, híbrida, EAD, inclusive com tutoria), o formato de abrangência do curso (local – apenas uma UC ou regional/nacional – várias UCs), a construção coletiva, desde a concepção do curso até a análise dos dados, a variedade de ferramentas pedagógicas utilizadas e a trilha de aprendizagem.

### Modalidades de ensino (presencial, híbrido, EAD)

#### Formato presencial

Considerando que os cursos avaliados do PF3 são para pontos focais que irão implementar os protocolos, levou-se em consideração a capacidade do educando em compartilhar os conhecimentos adquiridos, pois os pontos focais serão responsáveis por capacitar outros monitores que irão implementar os protocolos de monitoramento em campo. Esses cursos, em sua maioria, foram realizados no formato presencial e para grande parte dos componentes essa modalidade é imprescindível para as atividades práticas do protocolo de monitoramento.

Avaliando a efetividade dos cursos do PF3 que fizeram parte do PDP, uma média de 88% dos educandos respondeu que teriam condições de repassar os aprendizados para outras pessoas e isso é especialmente importante, levando em consideração as dificuldades logísticas e equipes reduzidas para a implementação do monitoramento nas mais variadas unidades de conservação. Esses multiplicadores são essenciais e precisam de treinamento de qualidade para que possam envolver as comunidades e a própria equipe da unidade no monitoramento e gerar dados e informações que serão utilizados pelo programa para subsidiar ações de manejo e conservação.

Os cursos do PF1 e alguns cursos do PF3 já estavam sendo estruturados para o formato EAD desde 2019, e com o advento da pandemia, a

modalidade de cursos EAD passou a ser prioridade em relação aos cursos presenciais. A impossibilidade de realização dos cursos presenciais, nesse período, fortaleceu a estratégia dos cursos EAD, tornando-os facilitadores ou alavancadores do processo de formação, configurando importante estratégia complementar aos cursos presenciais para aplicação dos protocolos de monitoramento.

### **Formato EAD com tutoria**

A vantagem do curso EAD com tutoria é permitir encontros síncronos e a presença ativa do instrutor e do tutor. Eles são essenciais para a instrução, acompanhamento e condução conjunta dos aprendizados em grupo.

É o caso do curso “Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres Savânicos (Alvo Global)”. Algumas características o tornam singular, dentre os cursos EAD, em sua estrutura e abordagem:

- encontros síncronos com os educandos durante todas as etapas do curso;
- aulas síncronas com instrutores, tutores e monitores;
- elaboração de projetos de amostragem, incluindo:
  - elaboração das perguntas a serem respondidas pelo monitoramento na UC;
  - delimitação de áreas elegíveis para o monitoramento;
  - definição da capacidade operacional;
  - delineamento amostral;
- amostragem experimental em campo (cada UC) utilizando aplicativo para registro dos dados; e
- avaliação dos dados enviados ao SISMONITORA oriundos das amostragens realizadas em campo.

Três cursos para formação de pontos focais do Componente Campestre Savânico foram realizados entre 2021 e 2023. Os resultados obtidos na avaliação de reação indicam que:

- em média 97% dos educandos consideraram que o curso atendeu às expectativas: os conteúdos apresentados foram considerados atuais, apresentados numa sequência lógica,

com linguagem apropriada, com atividades teórico práticas, com recursos e ferramentas de interação condizentes com o proposto;

- 98% consideraram a divulgação eficiente, de acordo com os prazos;
- o mesmo percentual de educandos considerou que as habilidades e competências desenvolvidas no curso são aplicáveis para o aprimoramento da aplicação do protocolo de monitoramento na unidade; e
- 84% dos educandos relataram sentirem-se seguros para compartilharem os conhecimentos adquiridos com outras pessoas.

Verifica-se que a avaliação de reação ao curso indicou resultados bastante satisfatórios quanto aos critérios avaliados. Dentre as principais dificuldades e necessidades de melhorias observadas pelos educandos, destacam-se:

- dificuldade de conciliação de tempo para realização do curso com outras demandas institucionais. Apesar do curso ser planejado para realização em 40 horas, com média de uma hora por dia durante 40 dias úteis, há momentos de interação síncrona e realização de atividades conjuntas que demandam organização da agenda de trabalho do educando em relação ao tempo necessário para a realização das atividades propostas ao longo do curso; e
- proposição de realização de curso presencial complementar visando melhor aproveitamento e imersão da aplicação do protocolo de monitoramento em campo.

### **Formato híbrido e EAD autoinstrucional**

Com o retorno parcial das atividades presenciais, foi realizada uma outra estratégia de capacitação que é o formato híbrido para alguns cursos do PF3, em especial para o alvo pesca e biodiversidade associada. Nesse caso, os pontos focais foram capacitados inicialmente no formato EAD, e posteriormente, em seus territórios para as atividades práticas em campo. A etapa inicial do EAD nesse formato híbrido permite que os participantes tenham um primeiro contato com os protocolos de monitoramento, o que facilita o aprendizado posteriormente no momento presencial.

Os cursos EAD possuem como vantagens a otimização de tempo e recursos, podendo envolver um maior número de participantes, independentemente do local de participação e contribuem com a sensibilização dos envolvidos nas etapas de monitoramento. Nesse aspecto de sensibilização, vale destacar que é necessário uma interação e diálogo constante com as comunidades, especialmente no caso de monitoramento participativo[10], e se esse processo for interrompido, poderá ser prejudicial ao monitoramento.

Além disso, o EAD apresenta uma visão geral do que é esperado de determinado monitoramento, e o gestor pode verificar se a sua unidade atende aos requisitos básicos para a aplicação do protocolo, o que posteriormente o ajudará na execução da amostragem da unidade. Por fim, o EAD não demanda o deslocamento de instrutores, enquanto as capacitações presenciais, dependem de uma boa articulação com a UC ou outros setores para as questões logísticas e pode demandar muito tempo de deslocamento dos instrutores.

Por outro lado, como principais desvantagens do EAD podemos citar menor interação entre os participantes, restringindo a troca de conhecimentos e experiência entre eles, internet limitada em algumas regiões, especialmente em UCs mais afastadas e maior dispersão dos educandos nos momentos das aulas teóricas.

### **Abrangência dos cursos (nacional x local)**

Os cursos analisados neste estudo tiveram abrangência nacional, ou seja, foram representados por diversas UCs federais, em média 10 UCs por curso (Figura 7). Essa estratégia tem sido importante para a formação dos pontos focais das unidades, ela vem sendo usada até hoje para os subprogramas Terrestre e Aquático Continental visto que o número de UCs é bem expressivo. Enquanto para o componente Manguezal do subprograma Marinho e Costeiro esses cursos foram importantes para os primeiros cursos dos protocolos de monitoramento (Figura 8), para atender, inicialmente, a um maior número de UCs e posteriormente as capacitações locais, começam a ser utilizadas no lugar das capacitações nacionais, visto que o número de UCs é menor.

Processos formativos no âmbito nacional são bem desafiadores, pois a distribuição espacial das UCs federais é enorme. Dessa forma, os custos de logística são altos, o tempo de deslocamento dos

participantes precisa ser considerado, a preparação do material didático precisa ser o mais abrangente possível. Ao mesmo tempo, as principais vantagens desses cursos é a troca de conhecimentos e experiências dos participantes, as discussões nas aulas conceituais são mais aprofundadas, e isso permite um aprimoramento constante dos cursos.

Na perspectiva de melhor atender as especificidades de cada região, bem como implementar o monitoramento participativo com monitores de campo, o Programa Monitora utiliza a estratégia dos cursos locais. Apesar desses cursos não terem sido analisados no presente trabalho, vale destacar que eles possuem maior capilaridade e frequência de ocorrência, pois a logística de execução do curso é mais simples, os conteúdos são mais direcionados e a necessidade do curso costuma estar vinculada à necessidade de execução do monitoramento em um curto período, ou em alguns casos o monitoramento já é iniciado durante o próprio curso, como um treinamento da etapa de aplicação prática dos protocolos.

Dessa forma, as estratégias de cursos nacionais e locais são essenciais para o Programa Monitora, pois depende muito do contexto e dos objetivos da capacitação. Ambas as estratégias estão sendo utilizadas em todos os componentes e subprogramas, e os cursos precisam ser ofertados em um fluxo contínuo, pois o monitoramento participativo da biodiversidade é de longo prazo.

### **Construção coletiva de aprendizagem e conhecimento**

A estratégia de construção coletiva de aprendizagem e conhecimento é uma das bases do monitoramento participativo do Programa Monitora e vem sendo aplicável em todas as etapas do monitoramento, ou seja, na concepção dos cursos de capacitação, no planejamento e coleta de dados do monitoramento, na análise dos dados e na geração de conhecimento para conservação da biodiversidade e para a gestão das UCs.

Como exemplo de concepção de um curso, podemos citar o de monitoramento participativo da pesca artesanal em unidades de conservação[11]. Esse curso refletiu as bases desenvolvidas no Ciclo de Capacitação[7] e executou na prática toda a estratégia desenvolvida para processo formativo do monitoramento da biodiversidade. O monitoramento pesqueiro ao longo de toda a costa brasileira é

um grande desafio, diante dos diversos interesses econômicos, sociais e ambientais envolvidos. Dessa forma, o curso foi desenvolvido de forma participativa e tanto os conteúdos como as atividades pedagógicas foram concebidas para serem aplicadas em distintas realidades[11].

O processo de construção desse curso partiu do princípio das trocas e da construção de conhecimentos com os envolvidos. Isso ocorreu por meio de duas oficinas, cujos objetivos foram elaborar e aprimorar o curso; e, o público-alvo foi selecionado para contribuir tanto no conteúdo técnico quanto no pedagógico. Nesse sentido, participaram pescadores, pesquisadores e gestores de UCs das diferentes regiões do litoral brasileiro e um grupo específico para contribuir com as ferramentas pedagógicas das atividades de aula. Esse método de concepção do curso deu certo e foi muito bem recebido nos cursos locais. Foi possível notar o engajamento e o interesse dos educandos, além disso, as avaliações sempre foram positivas no final do curso (comunicação pessoal COMOB/ICMBio). A troca de conhecimentos durante os cursos é importante para auxiliar no desenvolvimento de atitudes relacionadas à conservação da biodiversidade, assim como manter os estoques pesqueiros vivos e, conseqüentemente, promover a cadeia produtiva local.

No caso das análises de dados, cabe destacar os Encontros dos Saberes[12], eventos que ocorrem na unidade e surgiram a partir da necessidade de avaliar, interpretar e apresentar os dados do monitoramento junto da comunidade local. Nessa perspectiva, deve-se levar em conta a interação entre os atores para que os diferentes conhecimentos envolvidos no monitoramento possam dialogar (conhecimento tradicional, científico, jurídico-administrativo, empresarial, educacional, entre outros). Dessa forma, esses eventos não podem ser confundidos com uma simples devolutiva de resultados e sim um processo dinâmico de empoderamento da comunidade.

Práticas como essas possibilitam trazer o conhecimento prático do campo para a teoria, deixando os cursos mais bem direcionados para a aplicação dos protocolos de monitoramento[10]. Considerando que, dentre os princípios da andragogia (termo relacionado à educação voltada para adultos), existe a necessidade de buscar formas de focar mais no processo do que no conteúdo em si, a experiência prática, com exemplos práticos do cotidiano, é de grande valia para a capacitação dos monitores que irão aplicar o conteúdo na prática. Além disso, tudo isso torna possível institucionalizar

essa troca de conhecimentos para que seja ofertado em todo o território nacional, ampliando dessa maneira a divulgação desse conhecimento para outras pessoas e outras regiões. Outra vantagem dessa estratégia é a aproximação da gestão da UC com a comunidade local, facilitando as atividades em outros macroprocessos além do monitoramento, como no plano de manejo, nos termos de compromisso, na gestão e manejo dos recursos naturais, dentre outros.

### Ferramentas pedagógicas

Dada a característica do Programa e as diferentes realidades das diversas regiões, biomas, estados e comunidades, é necessário que se tenha diferentes estratégias de capacitação utilizando-se de variadas ferramentas pedagógicas. Por isso, é um desafio a padronização do material educativo, pois em alguns lugares teremos pessoas com formações acadêmicas e internet 4G, em outros pessoas com menor instrução e sequer energia elétrica. Dependendo da unidade, a situação precária de energia elétrica, por exemplo, impossibilita o uso de projetores, tendo como alternativas uso de material impresso. A própria estrutura dos lugares e o público-alvo do curso podem influenciar o tipo de material didático que precisa ser preparado, bem como nas atividades pedagógicas.

Podemos citar um exemplo de preparação criativa do material didático o caso da Rebio do Abufari, onde foi realizado um Encontro dos Saberes para avaliar os resultados do automonitoramento da pesca do componente Área Alagável do Monitora. Com intuito de passar informações técnicas complexas para um público não acadêmico, foi utilizado aquários com peixes vivos para explicar as características biológicas dos peixes que as comunidades consomem no seu dia a dia. Dessa forma, para os cursos de capacitação, é necessário buscar formas criativas e lúdicas para transmitir o conhecimento, para que os educandos tenham mais interesse no assunto e possam assimilá-los mais facilmente. Isso possibilita a aproximação entre as partes, com a criação de um elo comum de interesse mútuo, ao invés de apresentar slides com gráficos e figuras complexas e não muito intuitivas. Outros exemplos de atividades pedagógicas em um formato mais lúdico podem ser encontrados no Monitora[11].

O Encontro dos Saberes pode ser uma forma de avaliar a eficácia do processo de capacitação e propor melhorias, pois além de se discutir os dados de monitoramento, também se avalia o processo

de monitoramento como um todo. Nesse sentido, foi possível avaliar que em alguns lugares as capacitações foram realizadas sem uma explicação adequada da razão de o porquê determinadas informações estavam sendo coletadas, chegando a gerar desconfiança por parte de alguns monitores e isso levou a necessidade de avaliar o processo de formação dos multiplicadores. Além disso, os encontros podem ser utilizados como uma ferramenta pedagógica nos cursos de capacitação, visto que possui uma metodologia definida[12], utiliza espaços de diálogos e construção participativa. Com isso, possibilita-se uma melhor integração das informações do monitoramento com as ferramentas de gestão das UCs e estimula a participação efetiva dos atores locais. Para tanto, é necessário que a linguagem seja adaptada, utilizando de ferramentas adequadas de facilitação, como “contação de histórias”, mercado de ideias ou feira de informações, painel de fotos dos monitores da biodiversidade em atividade, feira de produtos locais, entre outros[12].

De maneira geral, é importante conhecer o espaço em que o curso será realizado, verificar o tamanho, a iluminação, a quantidade de tomadas, bem como ter o conhecimento prévio do público-alvo. Tudo isso pode influenciar no tipo de dinâmica em grupo (tamanho e divisão dos grupos, café mundial, chuva de ideias, mapa de campos linguísticos, linha do tempo), nos materiais (apostila, vídeo, projetor, tarjetas) e na adequação da linguagem. Recomenda-se também que se tenha atenção para recepcionar de forma acolhedora os educandos, e que seja apresentado de forma clara o fio lógico do curso, os objetivos e os acordos de convivência.

O uso de diferentes ferramentas pedagógicas no curso é essencial para que o educando possa desenvolver os conhecimentos, habilidades e atitudes esperados no processo de capacitação.

### Trilhas de aprendizagem

A trilha de aprendizagem foi inicialmente prevista com a intenção de orientar os educandos a progredirem de um estágio mais básico para um estágio mais avançado do conhecimento no âmbito do Monitora, em seu processo de aprendizagem. Ela foi estruturada como um processo sequencial de cursos, abrangendo, inicialmente, todos os cinco processos formativos do ciclo de capacitação (Figura 3) que precisariam ser feitos em ordem, depois foi simplificada para três processos

formativos, pois não havia previsão de finalizar os cursos dos demais processos formativos. Os três processos seriam o PF1 voltado aos conhecimentos mais gerais de monitoramento e monitoramento da biodiversidade, bem como os conhecimentos básicos do Programa Monitora e sua estrutura; PF3 voltado principalmente aos protocolos de monitoramento criados no âmbito do Programa e o processo formativo 4 para a análise de e interpretação dos dados. Ao longo da trilha, o educando poderia optar por acessar outros materiais complementares como vídeos, livros, sites.

Contudo, com o tempo viu-se que muitos dos educandos tinham uma boa base teórica e prática na área ambiental e em muitos casos não haveria necessidade de seguir a sequência lógica prevista inicialmente. Além disso, muitos focaram apenas no conteúdo do terceiro processo formativo. Outra dificuldade na estruturação da trilha foi coordenar a preparação e o lançamento de todos os cursos previstos, o que não foi possível por falta de recursos.

### Conclusão

A utilização das diferentes modalidades de ensino são complementares e visam suprir algumas dificuldades encontradas no processo de capacitação do Programa Monitora, tais como a constante troca de gestores e pontos focais e a necessidade de capacitações contínuas. A alta rotatividade de pessoas também dificulta a realização de monitoramento participativo a longo prazo e, conseqüentemente, a demanda por capacitações ocorre de forma frequente. Nesse sentido, a disponibilização de cursos EAD (autoinstrucional ou com tutoria), híbridos e presenciais permitem melhores adequações à realidade de cada UC.

A abrangência dos cursos (nacionais ou locais) está presente em todos os componentes do Monitora e ambos podem ser utilizados para diferentes objetivos. Os cursos nacionais de pontos focais buscam formar multiplicadores para atuarem em treinamentos em um maior número de UCs possível, enquanto os cursos locais são focados nos monitores de campo que irão atuar na execução de ações em uma ou mais unidades próximas.

A construção coletiva de aprendizagem e conhecimento, bem como as ferramentas pedagógicas utilizadas nos processos de capacitação, são recomendadas para o monitoramento participativo.

É preciso conhecer bem o público-alvo, o espaço da capacitação, e os problemas e anseios da comunidade local para que se possa criar meios adequados de promover a troca de conhecimentos, aprimorar os conteúdos baseado nas experiências dos participantes e desenvolver as competências, habilidades e atitudes que se esperam com o processo formativo, pois este é muito mais amplo e dinâmico que apenas ministrar aulas conceituais. Envolver os participantes no processo e despertar o interesse deles para que possam assimilar a importância do monitoramento é

fundamental para a conservação da biodiversidade por meio de ações de monitoramento a longo prazo.

Por fim, ressalta-se que a avaliação de resultados nos permitiu apenas analisar a percepção dos educandos frente às possibilidades de aplicação dos novos conhecimentos adquiridos. Ainda é necessária a realização de uma avaliação de impacto, que foca nas mudanças de longo prazo e nos efeitos mais amplos que o processo de capacitação teve sobre os beneficiários, comunidades ou sistemas.

## Anexos

Anexo 1 – Lista de cursos do processo formativo 3 para os pontos focais do Programa Monitora (C1), realizados de 2013 a 2023. Fonte: COMOB/ICMBio e SEI.

Nome do curso	Componente	Ano	Modo
1º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2013	Presencial
2º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2013	Presencial
3º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2014	Presencial
4º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2015	Presencial
5º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2015	Presencial
6º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2016	Presencial
7º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2017	Presencial
8º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2017	Presencial
9º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2017	Presencial
11º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2018	Presencial
13º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2019	Presencial
14º Curso de Capacitação para Pontos Focais e Monitores no Subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (Alvos Globais) do Programa Monitora	Florestal e Campestre Savânico	2021	Presencial
16º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2022	Presencial
17º Curso de Capacitação para Pontos Focais e Monitores no Subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (Alvos Globais) do Programa Monitora	Florestal e Campestre Savânico	2022	Presencial
18º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2022	Presencial
19º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2023	Presencial
20º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2023	Presencial

21º Curso de Capacitação de Pontos Focais do Programa Monitora Componente Florestal	Florestal	2023	Presencial
Curso de Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos - turma piloto	Campestre e Savânico	2021	EAD
I Curso Protocolo de Monitoramento da Biodiversidade em Componentes Campestres e Savânicos (Alvo Global)	Campestre e Savânico	2022	EAD
II Curso Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos (Alvo Global)	Campestre e Savânico	2023	EAD
1º Curso de Capacitação de Monitores para os Protocolos Básicos do Componente Igarapé	Igarapé/Riacho	2018	Presencial
2º Curso de Capacitação para os Protocolos Básicos do Componente Igarapé	Igarapé/Riacho	2019	Presencial
3º Curso de Capacitação para os Protocolos Básicos do Componente Igarapé	Igarapé/Riacho	2022	Presencial
4º Curso de Capacitação para os Protocolos Básicos do Componente Igarapé	Igarapé/Riacho	2023	Presencial
1º Curso de Capacitação no Protocolo de Automonitoramento da Pesca Continental do Subprograma Aquático Continental	Área alagável	2018	Presencial
2º Curso de Capacitação no Protocolo de Automonitoramento da Pesca Continental do Subprograma Aquático Continental	Área alagável	2019	Presencial
3º Curso de Capacitação no Protocolo de Automonitoramento da Pesca Continental do Subprograma Aquático Continental	Área alagável	2019	Presencial
4º Curso de Capacitação no Protocolo de Automonitoramento da Pesca Continental do Subprograma Aquático Continental	Área alagável	2023	Presencial
Protocolo Básico para Monitoramento do Alvo Global Pesca Continental	Área alagável	2023	EAD
Protocolos Básicos para Monitoramento dos Alvos Globais - turma piloto	Igarapé/Riacho	2023	EAD
1º Curso de Capacitação Componente Manguezal	Manguezal	2017	Presencial
2º Curso de Capacitação Componente Manguezal	Manguezal	2018	Presencial
3º Curso de Capacitação Componente Manguezal	Manguezal	2018	Presencial
Curso-oficina para Nivelamento do Banco de Instrutores em Monitoramento da Pesca Artesanal em UCs	Pesca e biodiversidade associada	2019	Presencial
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal em UCs - Formação de Multiplicadores e Pontos Focais	Pesca e biodiversidade associada	2019	Presencial
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da Região do Mar do Leste	Pesca e biodiversidade associada	2022	Presencial
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal em UC do Litoral Amazônico (Mar do Norte)	Pesca e biodiversidade associada	2021	Híbrido (presencial e EAD)
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da Região do Mar do Nordeste	Pesca e biodiversidade associada	2022	Híbrido (presencial e EAD)

Anexo 2 – Lista de cursos do processo formativo 1 e 3 que integraram o Plano Nacional de Desenvolvimento de Pessoas do ICMBio (PDP) de 2021 a 2023, bem como as respostas fechadas da avaliação de reação (C2). Fonte: COMOB/ICMBio e SEI.

Curso	Processos Formativo	Ano	Modo	Educandos	Respondentes	O curso atendeu a expectativa com relação a divulgação?	O curso contribuiu para melhoria do seu desempenho no trabalho?	O participante se sente seguro para aplicar os conhecimentos e habilidades desenvolvidos em suas atividades?	O participante se sente capaz de compartilhar com outras pessoas os conhecimentos adquiridos?
Protocolo Básico para Monitoramento do Alvo Global Pesca Continental	3	2023	EAD	17	17	88%	100%	76%	76%
Fundamentos do Monitoramento da Biodiversidade	1	2023	EAD	84	83	83%	95%	87%	88%
II Curso Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos (Alvo Global)	3	2023	EAD	21	21	90%	100%	81%	81%
Biodiversidade Marinha e Costeira	1	2023	EAD	24	21	52%	76%	76%	81%
4º Curso de Capacitação para os Protocolos Básicos do Componente Igarapé	3	2023	Presencial	19	15	100%	100%	100%	87%
Protocolos Básicos para Monitoramento dos Alvos Globais - turma piloto	3	2023	EAD	22	22	91%	100%	73%	86%
Introdução à Conservação da Biodiversidade	1	2023	EAD	75	65	94%	95%	92%	94%
I Curso Protocolo de Monitoramento da Biodiversidade em Componentes Campestres e Savânicos (Alvo Global)	3	2022	EAD	19	19	100%	95%	79%	84%
Curso Biodiversidade em Ecossistemas Terrestres	1	2022	EAD	12	7	29%	71%	100%	86%
Curso Biodiversidade Aquática Continental	1	2022	EAD	13	12	83%	83%	92%	100%

Curso Territórios da Sociobiodiversidade e Ecologia de Paisagens	1	2022	EAD	26	24	75%	92%	92%	92%
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal em UC do Litoral Amazônico (Mar do Norte)	3	2021	Híbrido (presencial e EAD)	43	22	82%	95%	95%	91%
Curso Introdução à Conservação da Biodiversidade	1	2021	EAD	31	27	81%	93%	89%	93%
Curso de Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos - turma piloto	3	2021	EAD	19	16	100%	100%	88%	88%
Curso Fundamentos do Monitoramento da Biodiversidade	1	2021	EAD	26	27	74%	89%	78%	96%

Anexo 3 – Número de UCs que iniciaram o monitoramento e número de cursos para pontos focais (Processo Formativo 3) dos componentes do Programa Monitora por ano. Fonte: COMOB/ICMBio e SEI.

Componente Monitora	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total UCs
<b>Número de UCs que iniciaram o monitoramento</b>												
Florestal		15	1	12	5	5	11	0	12	2	0	<b>63</b>
Campestre		0	0	0	0	0	3	4	3	5	3	<b>18</b>
Igarapé		0	0	0	4	0	7	0	0	0	1	<b>12</b>
Área Alagável		0	0	0	1	5	5	0	0	0	0	<b>11</b>
Manguezal		0	0	0	0	3	8	1	6	1	0	<b>19</b>
Pesca e Biodiversidade Associada		0	0	0	2	1	3	0	6	0	0	<b>12</b>
<b>Total UCs/ano</b>		<b>15</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>135</b>
<b>Número de cursos</b>												
Florestal	2	1	2	1	3	1	1	0	1	3	3	<b>18</b>
Campestre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	<b>3</b>
Igarapé	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	<b>5</b>
Área Alagável	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	<b>5</b>
Manguezal	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	<b>3</b>
Pesca e Biodiversidade Associada	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	<b>5</b>
<b>Total cursos/ano</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>39</b>

## Referências

1. Brasil. Decreto n 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade [Internet]. Diário Oficial da União; 2002. Available from: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4339.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm)
2. Brasil. Decreto n 9.991, de 28 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas da administração pública. [Internet]. 2019. Available from: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9991.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9991.htm)
3. ICMBio. Portaria n 71, de 28 de janeiro de 2020. Dispõe sobre os critérios e procedimentos para implementação da Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas – PNDP, no âmbito do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade [Internet]. 2020. Available from: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/governanca-e-gestao-de-pessoas/plan-da-forca-de-trabalho/arquivos/BS06de30.01.2020.PNDPICMBio.pdf>
4. Brasil. ICMBio. Instrução Normativa nº2, de 28 de janeiro de 2022. Reformula o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes. Diário Oficial da União; 2022. p. 46, Seção 1, DOU, 08/02/2022.
5. Monitora. Painel interativo do programa Monitora [Internet]. [cited 2024 Jan 31]. Available from: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYWE1MTg2ZGYtMjg2xOS00MmY4LWlwOTQtNjc3NGY5YTVjYmQ0IiwidCI6I6ImMxNGUyYjU2LWw1YmMtNDNiZC1hZDljLTQwOGNmNmNmZU2MCMj9>
6. Monitora, Cronemberger C, Ribeiro K, Acosta R, Andrade D, Marini-Filho O, et al. Social participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program leads to multiple socioenvironmental outcomes. *Citiz Sci Theory Pract.* 2023; 8(1)(32): 1-15.
7. Santos RS dos, Pereira AB, Pereira T, Pereira J, Prado F, Constantino P de AL. Monitoramento da Biodiversidade Estrutura Pedagógica do Ciclo de Capacitação. Brasília: GKNoronha; 2015. 87 p.
8. ICMBio. Portaria n 106, de 30 de dezembro de 2008. Institui a Política de Desenvolvimento de Pessoas. [Internet]. 2008. Available from: [https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/108/mod\\_data/content/2825/PORTARIA\\_N106\\_DE\\_30.12.2008.pdf](https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/108/mod_data/content/2825/PORTARIA_N106_DE_30.12.2008.pdf)
9. ICMBio, IBAMA, JBRJ. Portaria conjunta n 266, de 17 de junho de 2020. Institui o Planejamento Estratégico Integrado do Ministério do Meio Ambiente de suas Entidades Vinculadas 2020-2023. [Internet]. Diário Oficial da União; 2020. Available from: [https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Portarias/PORTARIA\\_CONJUNTA\\_Nº\\_266\\_DE\\_17\\_DE\\_JUNHO\\_DE\\_2020\\_-\\_PORTARIA\\_CONJUNTA\\_Nº\\_266\\_DE\\_17\\_DE\\_JUNHO\\_DE\\_2020\\_-\\_DOU\\_-\\_Imprensa\\_Nacional.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Portarias/PORTARIA_CONJUNTA_Nº_266_DE_17_DE_JUNHO_DE_2020_-_PORTARIA_CONJUNTA_Nº_266_DE_17_DE_JUNHO_DE_2020_-_DOU_-_Imprensa_Nacional.pdf)
10. Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM, Prado F, editors. Monitoramento participativo da biodiversidade: aprendizados em evolução. 2.ed. São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas / MEMNON; 2019.
11. Monitora. Monitoramento participativo da pesca artesanal em unidades de conservação: material para capacitação [Internet]. 1. ed. Brasília: ICMBio; 2022. 446 p. Available from: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/monitoramento-participativo-pesca-capacitacao-10mar2022.pdf>
12. Tófoli CF, Rodrigues L da S, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR de, editors. Encontro dos saberes : uma nova forma de conversar a conservação. Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021. 278 p.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## A contribuição de Carajás na formação de monitores e pontos focais do Programa Monitora

Amanda Lima Figueiredo<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0009-0008-9286-360X>

\* Contato principal

Keila Rego Mendes<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0278-6284>

Romel da Costa Dias<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2162-1538>

Wendelo Silva Costa<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8349-1666>

Gabriel Caldeira Gomes<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3148-3685>

Raimundo Façanha Guedes<sup>1</sup>

André Luis Macedo Vieira<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-5133-0809>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada de Carajás/NGI Carajás, Parauapebas/PA, Brasil. <amanda.figueiredo.terceirizada@icmbio.gov.br, keilastm@hotmail.com, romel.dias@icmbio.gov.br, wendelo.costa@icmbio.gov.br, raimundo.guedes@icmbio.gov.br, andre.macedo@icmbio.gov.br>.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/PUC Minas, Belo Horizonte/MG, Brasil. <profgabrielcaldeira@gmail.com>.

Recebido em 31/01/2024 – Aceito em 23/07/2024

### Como citar:

Figueiredo AL, Mendes KR, Dias RC, Costa WS, Gomes GC, Guedes RF, Vieira ALM. A contribuição de Carajás na formação de monitores e pontos focais do Programa Monitora. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(3): 145-162. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2528

**Palavras-chave:** Amazônia; capacitações; monitoramento da biodiversidade.

**RESUMO** – O Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, desenvolvido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, é uma iniciativa que busca avaliar o estado de conservação e uso da biodiversidade, sendo uma ferramenta fundamental para apoiar a gestão dos recursos naturais. O Programa Monitora foi implementado em Carajás em 2016 e, desde então, foi consolidado e ampliado; processos que exigiram capacitações constantes para aumentar o número de monitores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atuação do Núcleo de Gestão Integrada Carajás no desenvolvimento de ações formativas do Programa Monitora.



Para isso, foi utilizado o Banco de dados sistematizado pela Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade, somado a informações de capacitações locais do arquivo do NGI ICMBio Carajás. A partir desse conjunto de dados, foram feitas análises descritivas, qualitativas e quantitativas. Foram realizados 73 cursos de monitoramento da biodiversidade entre 2013 e 2023, com destaque para o componente Florestal, o mais desenvolvido. A maioria (83,99%) dos cursos foi realizada presencialmente, entretanto, após 2020, uma parcela significativa foi online ou híbrida. Carajás desempenhou um papel fundamental capacitando, através de dez cursos, 211 participantes, dentre esses, 99 pontos focais aptos a implementar o programa em outras regiões. Foi possível mapear 33 áreas protegidas que executam o monitoramento da biodiversidade atualmente cujos pontos focais foram formados em Carajás. A colaboração interdisciplinar e a troca de experiências durante as capacitações foram aspectos destacados. O Núcleo de Gestão Integrada Carajás desempenhou um papel ativo na realização de cursos, contribuindo para a capacitação em diferentes componentes.

### **The contribution of Carajás in the training of monitors and focal points of the Monitora Program**

**Keywords:** Amazon; training; biodiversity monitoring.

**ABSTRACT** – The National Biodiversity Monitoring Program – The Monitora Program, developed by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation, is an initiative aimed at assessing the conservation status and use of biodiversity, serving as a fundamental tool to support natural resource management. The Monitora Program was implemented in Carajás in 2016 and has since been consolidated and expanded; processes that required constant training to increase the number of monitors. The objective of this study was to evaluate the performance of the Carajás Integrated Management Nucleus in the development of training actions for the Monitora Program. For this purpose, the database systematized by the Biodiversity Monitoring Coordination, together with information from local training files from NGI ICMBio Carajás, was used. From this set of data, descriptive, qualitative, and quantitative analyses were conducted. Seventy-three biodiversity monitoring courses were conducted between 2013 and 2023, with emphasis on the Forest Component, the most developed. The majority (83.99%) of the courses were conducted in person, however, after 2020, a significant portion was online or hybrid. Carajás played a fundamental role by training, through ten courses, 211 participants, including 99 focal points able to implement the program in other regions. It was possible to map 33 protected areas currently conducting biodiversity monitoring, whose focal points were trained in Carajás. Interdisciplinary collaboration and exchange of experiences during training were highlighted aspects. The Carajás Integrated Management Nucleus played an active role in conducting courses, contributing to training in different components.

### **La contribución de Carajás en la formación de monitores y puntos focales del Programa Monitora**

**Palabras clave:** Amazonía; capacitación; monitoreo de la biodiversidad.

**RESUMEN** – El Programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad – Programa Monitora, desarrollado por el Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad, es una iniciativa que busca evaluar el estado de conservación y uso de la biodiversidad, siendo una herramienta fundamental para apoyar la gestión de los recursos naturales. El Programa Monitora se implementó en Carajás en 2016 y, desde entonces, se ha consolidado y ampliado; procesos que

requirieron capacitaciones constantes para aumentar el número de monitores. El objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño del Núcleo de Gestión Integrada Carajás en el desarrollo de acciones formativas del Programa Monitora. Para ello, se utilizó la base de datos sistematizada por la Coordinación de Monitoreo de la Biodiversidad, junto con información de capacitaciones locales del archivo del NGI ICMBio Carajás. A partir de este conjunto de datos, se realizaron análisis descriptivos, cualitativos y cuantitativos. Se realizaron 73 cursos de monitoreo de la biodiversidad entre 2013 y 2023, con énfasis en el componente Forestal, el más desarrollado. La mayoría (83.99%) de los cursos se realizaron de forma presencial, sin embargo, después de 2020, una parte significativa fue en línea o híbrida. Carajás jugó un papel fundamental al capacitar, a través de diez cursos, a 211 participantes, incluidos 99 puntos focales capaces de implementar el programa en otras regiones. Se pudo mapear 33 áreas protegidas que actualmente realizan el monitoreo de la biodiversidad, cuyos puntos focales fueron capacitados en Carajás. La colaboración interdisciplinaria y el intercambio de experiencias durante la capacitación fueron aspectos destacados. El Núcleo de Gestión Integrada Carajás desempeñó un papel activo en la realización de cursos, contribuyendo a la capacitación en diferentes componentes.

## Introdução

Em várias partes do mundo, surgiram diversas iniciativas voltadas para monitorar a biodiversidade, buscando coletar informações sobre o estado de conservação e uso desse recurso vital. Essas iniciativas desempenham um papel crucial ao apoiar a gestão dos recursos naturais e contribuir para a criação de estratégias destinadas à proteção do meio ambiente[1][2]. No Brasil, por exemplo, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) implementaram o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora. Esse programa, que abrange diversas formas de participação da sociedade, prevê um envolvimento comunitário significativo em várias fases e regiões, conforme destacado por Pereira et al.[2]. Atividades prévias de monitoramento, conduzidas há décadas pelo ICMBio e instituições colaboradoras, como o monitoramento de quelônios amazônicos, tartarugas marinhas, aves marinhas e recifes de corais, estão progressivamente contribuindo para o Programa Monitora. Essa contribuição abrange aspectos como articulação conceitual, capacitação, participação, gestão, política de dados e conhecimento[3][4].

Nesse contexto, o esforço mínimo em qualquer área protegida consiste na amostragem periódica de alvos de monitoramento obrigatório. Os protocolos e desenhos amostrais adotados pelo Monitora são rigorosos, porém, simples e de baixo custo, possibilitando a replicação espacial, a persistência

temporal e a participação de pessoas com diversos níveis de escolaridade, inclusive analfabetos. Estes últimos, por sua vez, podem possuir um conhecimento ecológico local valioso[5][6]. O principal objetivo desse nível de monitoramento é estabelecer linhas de base e séries temporais, visando acompanhar a efetividade das áreas protegidas tanto individualmente quanto em integração com o Sistema Brasileiro de Unidades de Conservação[7][8].

O desenvolvimento de processos formativos para capacitação em monitoramento da biodiversidade é fundamental para o sucesso do Programa Monitora e está alinhado com os princípios e diretrizes estabelecidos para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade[7][9][10]. Essa política reconhece a educação, sensibilização pública, informação e divulgação sobre biodiversidade como componentes essenciais, visando à formação e ao envolvimento da sociedade na proteção da biodiversidade[7]. Além desse propósito, a Política Nacional da Biodiversidade tem como princípio a consideração dos conhecimentos locais, tradicionais, científicos e das inovações e costumes como formas relevantes de informação[11].

É relevante ressaltar que a ampla diversidade de atores e culturas envolvidos no Programa Monitora traz consigo visões e experiências distintas. Isso demanda um esforço metodológico na construção dos processos formativos, visando abordar e acolher uma gama variada de conhecimentos, desde saberes locais até o conhecimento científico[2][6][7]. Essa abordagem visa tornar o monitoramento da biodiversidade não apenas viável, mas também

consistente. Para atingir esse objetivo, o Programa Monitora depende de profissionais qualificados e treinados para desempenhar as atividades de monitoramento da biodiversidade[6].

As capacitações de monitores são essenciais para a execução dos protocolos do Programa Monitora. Apesar de sua aparente simplicidade, o monitoramento contínuo exige a padronização das atividades e a formação de pessoas qualificadas, garantindo que estejam alinhadas e conscientes dos procedimentos e etapas a serem executados[7]. Nesse contexto, é crucial padronizar os protocolos de monitoramento dos diversos alvos abrangidos nos subprogramas Terrestre, Aquático Continental e Marinho e Costeiro. Isso implica o desenvolvimento de processos formativos para capacitação de pontos focais e monitores do Programa Monitora[3][7][9].

A Amazônia, o maior domínio morfoclimático do planeta, é conhecida popularmente pela vegetação florestal, no entanto, sua fitofisionomia pode variar, contemplando vegetação aberta[12]. Dessa forma, há potencial para que sua biodiversidade seja monitorada de forma integrada através do Programa Monitora, contemplando diferentes subprogramas e componentes, para que suas florestas, campos, igarapés e mares sejam monitorados. Atualmente a região recebe destaque mundial pela importância ecológica que exerce para outros ecossistemas. As áreas protegidas da Amazônia assumem um papel importante mundialmente no enfrentamento das mudanças climáticas[13], através de estoque de carbono e serviços ecossistêmicos, como a ocorrência de chuvas e regulação do ciclo da água[14]. Diante disso, o monitoramento da biodiversidade amazônica como uma estratégia de conservação é relevante para que o Estado e a população possam perceber mudanças e propor medidas de prevenção ou mitigação de impactos[15].

Nesse cenário, o conjunto de áreas protegidas de Carajás, formado por seis unidades de conservação (UCs) – Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Floresta Nacional do Itacaiúnas, Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Floresta Nacional de Carajás, Parque Nacional dos Campos Ferruginosos e Reserva Biológica do Tapirapé – e uma terra indígena (Xikrin do Rio Cateté), exerce um papel fundamental na proteção da biodiversidade amazônica frente ao avanço constante do arco do desmatamento na região[16]. A região apresenta uma diversidade de

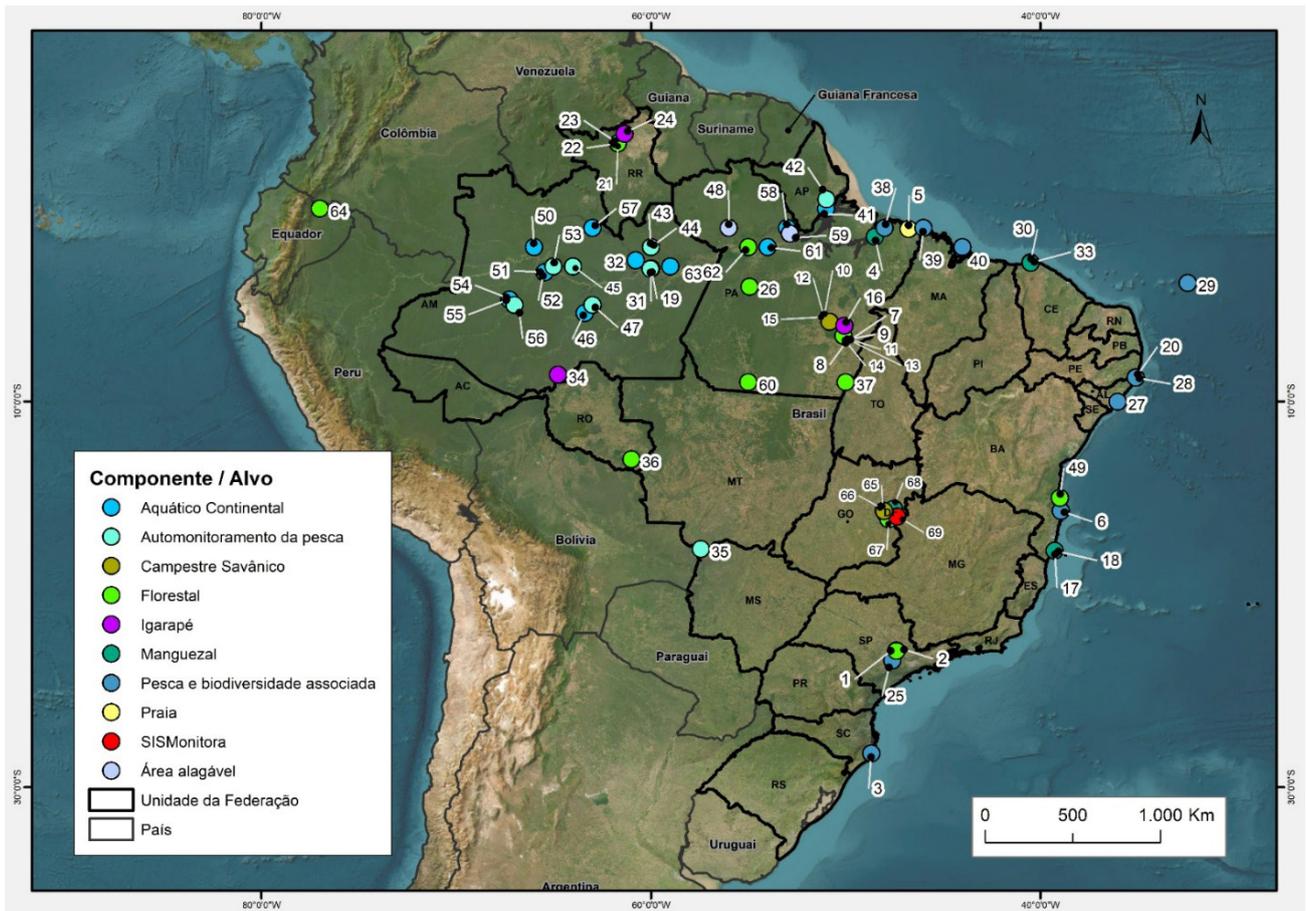
ecossistemas vegetais e é caracterizada pela presença de ecossistemas florestais e campestres associados aos afloramentos rochosos ferruginosos[17]. Esse cenário regional gera diversos interesses econômicos e no interior das unidades de conservação existem processos de exploração mineral[18]. Nesse contexto, é pertinente realizar o monitoramento integrado da biodiversidade da região de Carajás e aproximar a população do entorno nesses processos[19].

Historicamente, o monitoramento da biodiversidade é realizado em Carajás desde 2015. Desde então, capacitações foram realizadas com o objetivo de ampliar o número de monitores aptos a executar as atividades localmente, além da formação de pontos focais para implementação do Programa Monitora em outras UCs do país através da parceria junto a Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade (COMOB). Dado o contexto de contribuição do ICMBio Carajás para o Programa Monitora, nossos objetivos foram: i) descrever os processos formativos do Programa Monitora nacionalmente; e ii) avaliar a importância dos processos formativos realizados em Carajás na execução do Programa Monitora em níveis local, regional, nacional e internacional.

## Material e Métodos

### Processos formativos do Programa Monitora

Nesta pesquisa foram utilizadas as informações do Banco de dados fornecido pela COMOB (disponível em [https://icmbioe5.sharepoint.com/:x:/r/sites/MonitoramentodaBiodiversidade/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B88F554A7-0A21-4CE0-9242-E0FEDADA6691%7D&file=-INTRANET--PLANILHA-CURSO-MONITORA.xlsx&action=default&mobileredirect=true](https://icmbioe5.sharepoint.com/:x:/r/sites/MonitoramentodaBiodiversidade/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B88F554A7-0A21-4CE0-9242-E0FEDADA6691%7D&file=-INTRANET--PLANILHA-CURSO-MONITORA.xlsx&action=default&mobileredirect=true)). O banco de dados contém informações dos cursos para pontos focais (multiplicadores) e monitores locais realizados no âmbito do Programa Monitora nacionalmente, compreendido no período de 2013 a 2023 para todos os componentes e protocolos (Figura 1). A fim de diluir erros na análise dos dados, o banco de dados foi sistematizado através de filtragem e curadoria, com a exclusão de informações desconhecidas ou incertas (Anexo 1). Complementarmente, foram utilizadas informações de capacitações locais do arquivo do NGI ICMBio Carajás.



ID	Nome do curso	ID	Nome do curso
1	I Curso de Capacitação em Monitoramento da Castanha	36	2º Curso de capacitação para os protocolos básicos do componente Igarapé
2	Curso-oficina para nivelamento do banco de instrutores em monitoramento da pesca artesanal em UCs	37	Desconhecido
3	Monitoramento participativo e ecossistêmico da pesca artesanal – APA Baleia Franca/SC	38	1º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
4	II Curso de Capacitação Componente Manguezal	39	2º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
5	Curso de Formação de Instrutores e Monitores de Aves Limícolas	40	10º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
6	Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Leste	41	6º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
7	7º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	42	Capacitação automonitoramento RDS Itatupã Baquiá
8	9º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	43	Desconhecido
9	Curso Avançado de Monitoramento de Plantas Arbóreas e Arborescentes	44	Desconhecido
10	11º Curso de Capacitação para o protocolo básico e avançado de plantas no âmbito do programa monitora	45	Desconhecido
11	11º Curso de Capacitação para o protocolo básico e avançado de plantas no âmbito do programa monitora	46	Desconhecido
12	XIV Curso de Capacitação para pontos focais e monitores no subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (alvos globais) do Programa Monitora.	47	Capacitação automonitoramento REBIO Abufari
13	XIV Curso de Capacitação para pontos focais e monitores no subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (alvos globais) do Programa Monitora.	48	Desconhecido
14	XV Curso de Monitoramento da Biodiversidade - Componente Florestal	49	Desconhecido

15	XV Curso de Monitoramento da Biodiversidade - Componente Florestal	50	Curso de capacitação do Programa Monitora – Componente Florestal
16	Capacitação nos Protocolos básicos Igarapé	51	Capacitação Automonitoramento RESEX Auati-Paraná
17	Desconhecido	52	Capacitação Pirarucu RESEX Baixo Juruá
18	Desconhecido	53	Capacitação Pirarucu RESEX Baixo Juruá
19	Desconhecido	54	Desconhecido
20	Curso de monitoramento participativo da pesca artesanal em UCs - formação de multiplicadores e pontos focais - "curso B"	55	Capacitação Pirarucu RESEX Médio Juruá
21	1º Curso de capacitação de monitores para os protocolos básicos do componente Igarapé	56	Capacitação automonitoramento RESEX Médio Juruá
22	2º Curso de capacitação para os protocolos básicos do componente Igarapé	57	Desconhecido
23	XIII Curso de Capacitação em Ambientes Florestais	58	Capacitação Pirarucu RESEX do Rio Unini
24	Noções Básicas para Aplicação do Protocolo Básico de Monitoramento de Plantas	59	Capacitação Automonitoramento RESEX Renascer
25	5º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	60	Desconhecido
26	1º Curso de capacitação de monitores para os protocolos básicos do componente Igarapé	61	8º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
27	3º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	62	Desconhecido
28	Monitores do Programa Monitora – protocolos básicos dos alvos globais do componente Florestal do subprograma Terrestre	63	4º Curso de Monitoramento da Biodiversidade
29	Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Nordeste	64	Desconhecido
30	Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Nordeste	65	Curso de Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos
31	Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Nordeste	66	Curso Protocolo de Monitoramento da Biodiversidade em Componentes Campestres e Savânicos (Alvo Global) – EaD
32	Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Nordeste	67	I Curso de capacitação para o uso do SISMonitora por pontos focais do componente Florestal - alvos globais
33	Desconhecido	68	I Curso de capacitação para o uso do SISMonitora por pontos focais do componente Florestal - alvos globais
34	Capacitação Automonitoramento PARNA Anavilhanas	69	I Curso de Capacitação para operação do SISMonitora
35	Curso de capacitação dos protocolos de monitoramento do componente Manguezal do Programa Monitora		

Figura 1 – Distribuição geográfica de cursos para pontos focais e monitores locais por componente/alvo.

## Análise dos dados

Para análise dos dados quantitativos foi utilizada frequência e porcentagem. Também foi realizada análise cronológica de participação nos cursos, identificando os métodos de entrega (presencial, online, híbrido) e quais cursos tiveram a maior e menor participação, com enfoque na atuação de Carajás. Além disso, foi aplicada uma análise espacial dos cursos para identificar padrões geográficos.

## Resultados e Discussão

Foram realizados 73 cursos de monitoramento da biodiversidade para pontos focais e monitores ao longo dos anos de 2013 a 2023, com 1.648 alunos contabilizados naqueles para os quais essa informação é conhecida. Os cursos estão distribuídos

nos subprogramas Terrestre, Aquático Continental, Marinho e Costeiro, nos seguintes componentes e alvos: Florestal, Campestre savânico, Manguezal, Pesca e Biodiversidade Associada, Igarapé, Área alagável, Automonitoramento da pesca, Praia (aves limícolas), Monitoramento do alvo complementar Castanha, Quelônios, Monitoramento do alvo complementar Castanha, Monitoramento do alvo complementar Pirarucu, Curso Fundamentos do Monitoramento da Biodiversidade, SISMonitora.

Dos cursos para os quais é conhecido o método de entrega [68], 80,88% [55] foram realizados presencialmente e 19,12% [13] foram realizados online ou no formato híbrido (Figura 2). O ensino virtual teve início somente após 2020, evidenciando os efeitos da pandemia da Covid-19 nas metodologias de ensino nas mais diferentes modalidades de cursos [20][21].

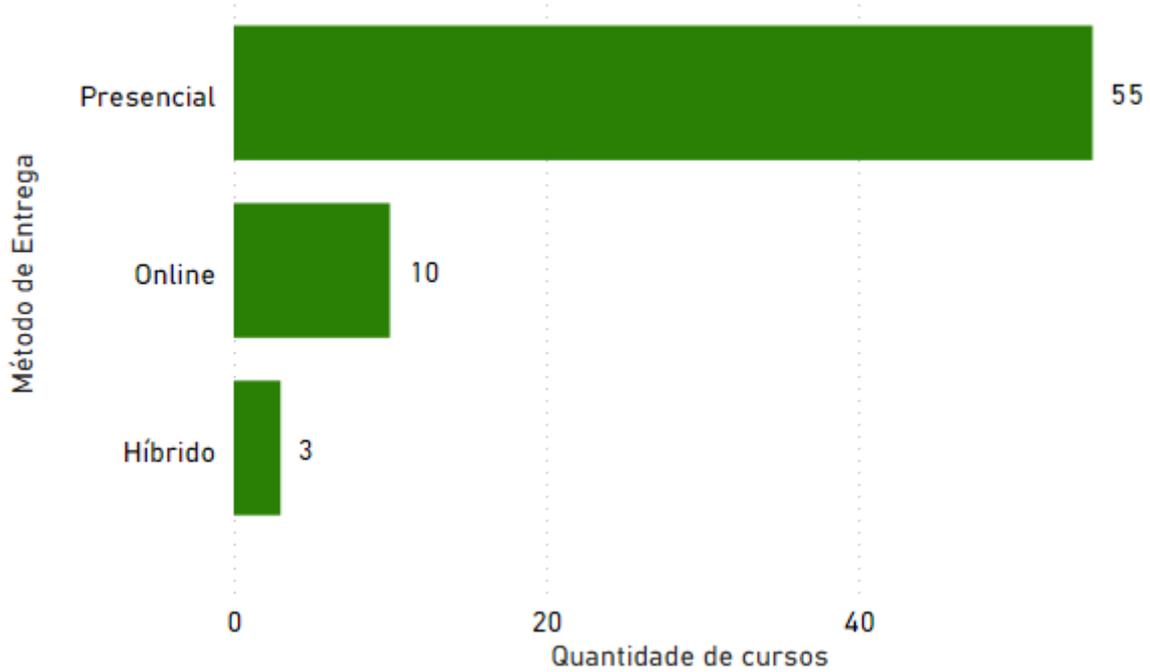


Figura 2 – Quantidade de capacitações do Programa Monitora por método de entrega.

O componente Florestal foi o primeiro a ser implementado no Programa Monitora, tendo iniciado em 2013. A partir de então, processos formativos foram executados e expandidos com o passar do tempo e surgimento de novos protocolos dentro desse componente, aumentando o desenvolvimento

do monitoramento integrado. Ao todo, foram realizados 21 cursos entre 2013 e 2022, sendo esse componente o mais desenvolvido nas capacitações (Figuras 3 e 4). Desses, seis cursos (28.57%) foram realizados em Carajás (Figura 5).

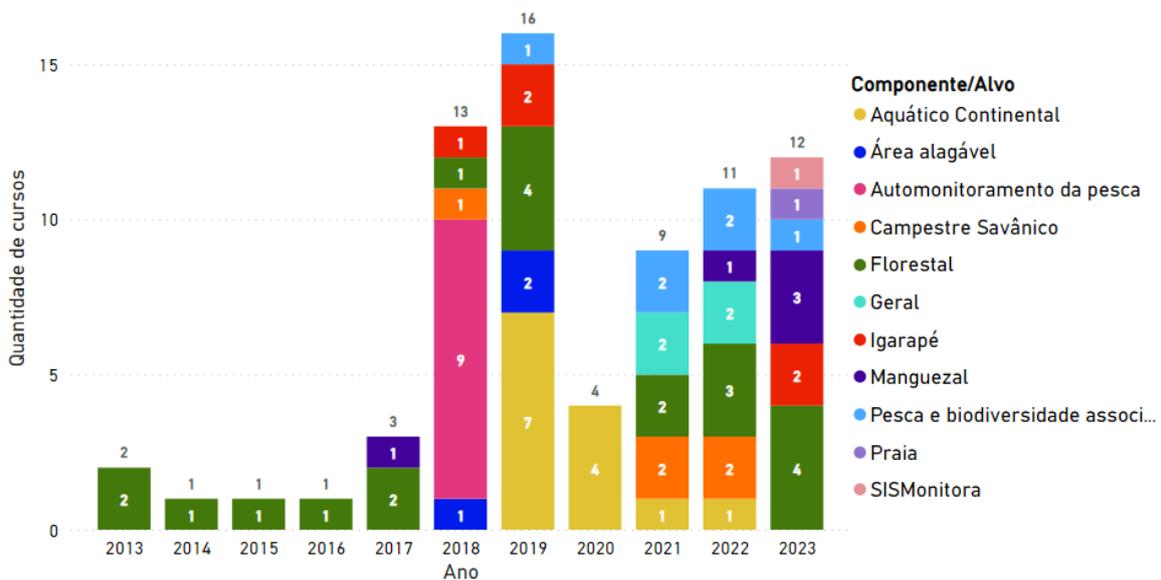


Figura 3 – Cronologia das capacitações de pontos focais e monitores locais do Programa Monitora

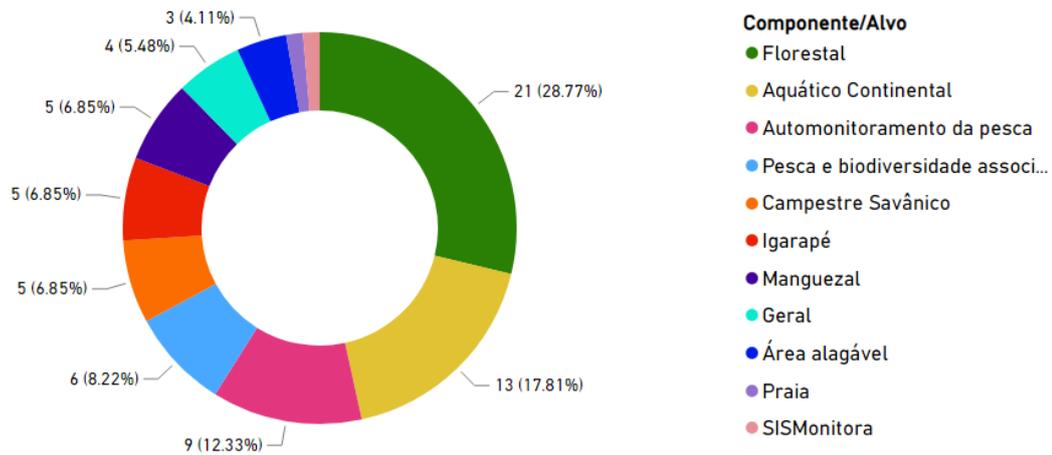


Figura 4 – Quantidade de capacitações do Programa Monitora por componente/alvo.

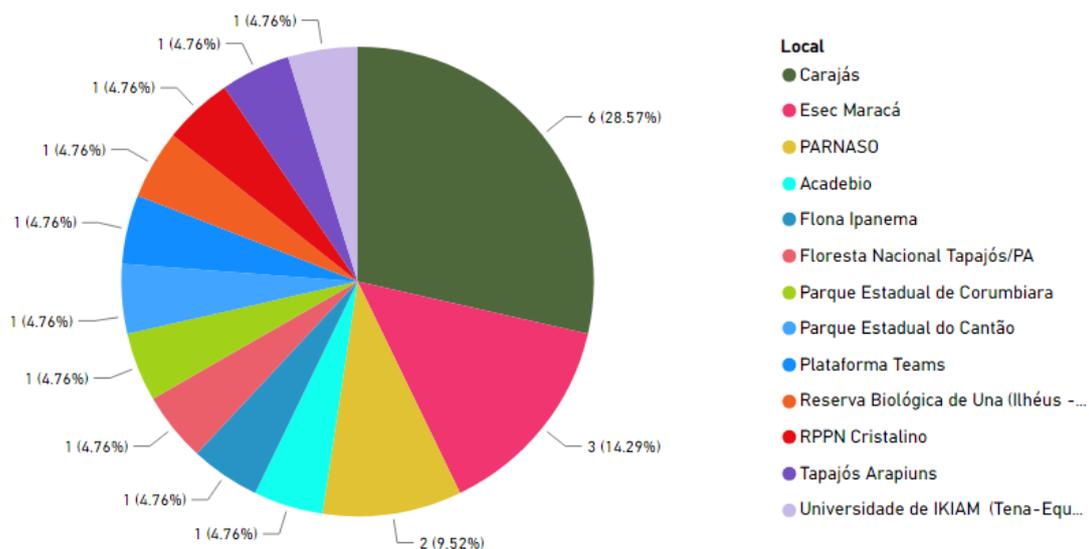


Figura 5 – Quantidade de capacitações do componente Florestal por local/plataforma de realização.

Ao todo, em Carajás, foram realizados dez cursos (Figura 6), sendo a equipe de gestão local do ICMBio com maior atuação na promoção de capacitações para o Monitora, totalizando 211 participantes (12,8% do total de participantes de cursos realizados no país) com 99 pontos focais aptos a implementar o programa em outras regiões. As capacitações do Programa Monitora não se limitam apenas a aspectos técnicos, mas também enfatizam

a importância da colaboração interdisciplinar, promovendo a troca de experiências entre os participantes. Isso contribui para a construção de uma rede mais robusta e colaborativa de profissionais dedicados à conservação da biodiversidade. As capacitações priorizam a participação, abordando as diversas etapas de implementação do Programa Monitora, como planejamento, coleta e análise de dados, interpretação e discussão dos resultados (Figura 7).

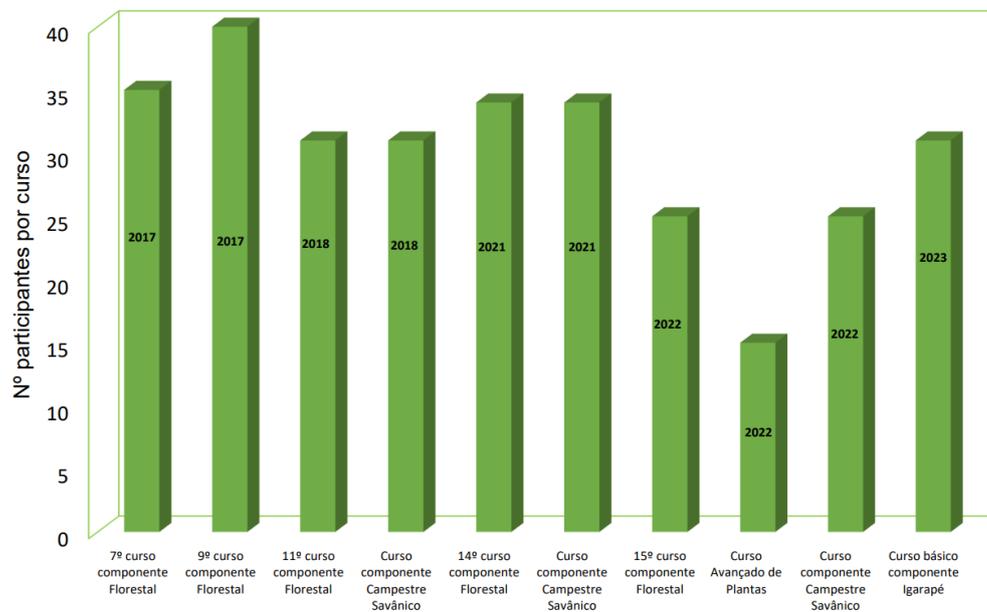


Figura 6 – Número de participantes por cursos realizados em Carajás. 7º curso de monitoramento protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes; 9º curso de monitoramento protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes; 11º curso de monitoramento protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes; 14º curso de monitoramento protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes; 15º curso de monitoramento protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes; Curso avançado Plantas Arbóreas e Arborescentes (identificação de plantas); Curso componente Campestre Savânico, Curso básico componente Igarapé



Figura 7 – Capacitações nas diversas etapas do Programa Monitora em Carajás: 11º Curso de Monitoramento da Biodiversidade, componente Florestal (a-b), coleta de dados protocolo básico e avançado de plantas (c), coleta de dados protocolo borboletas frugívoras (d), 1º Curso de capacitação de monitores para os protocolos básicos do componente Igarapé (e), coleta de dados do componente Campestre e Savânico (f)

A importância de Carajás no monitoramento das florestas não se dá apenas pelo destaque na promoção de cursos do componente Florestal na Amazônia, mas também na capacitação de dezenas de pontos focais aptos a promover o Programa Monitora em outras UCs do país. A partir da análise comparada entre o arquivo de cursos de Carajás com o banco de dados da COMOB, foi possível contabilizar 33 áreas protegidas (Figura 8), que atualmente executam o monitoramento da biodiversidade, cujos pontos focais foram formados a partir desses processos. As UCs estão distribuídas na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, sendo que a maioria[25] está localizada na Amazônia.

É importante destacar que o Programa Monitora é uma iniciativa fundamental no âmbito do ICMBio para fortalecer a capacidade de monitoramento e gestão ambiental participativa[9][22][23]. Dessa forma, a estrutura pedagógica do ciclo de capacitação visa aprimorar as habilidades dos profissionais envolvidos, proporcionando-lhes as ferramentas necessárias para realizar monitoramentos eficazes em áreas de conservação[9][22][23]. Por isso, os materiais utilizados durante os processos formativos, assim como durante a coleta de dados *in situ* são adaptados a diversos públicos. Esses recursos abrangem desde materiais técnicos que abordam a análise de dados até guias de campo puramente ilustrativos, direcionados especificamente aos monitores locais de biodiversidade[7][10].

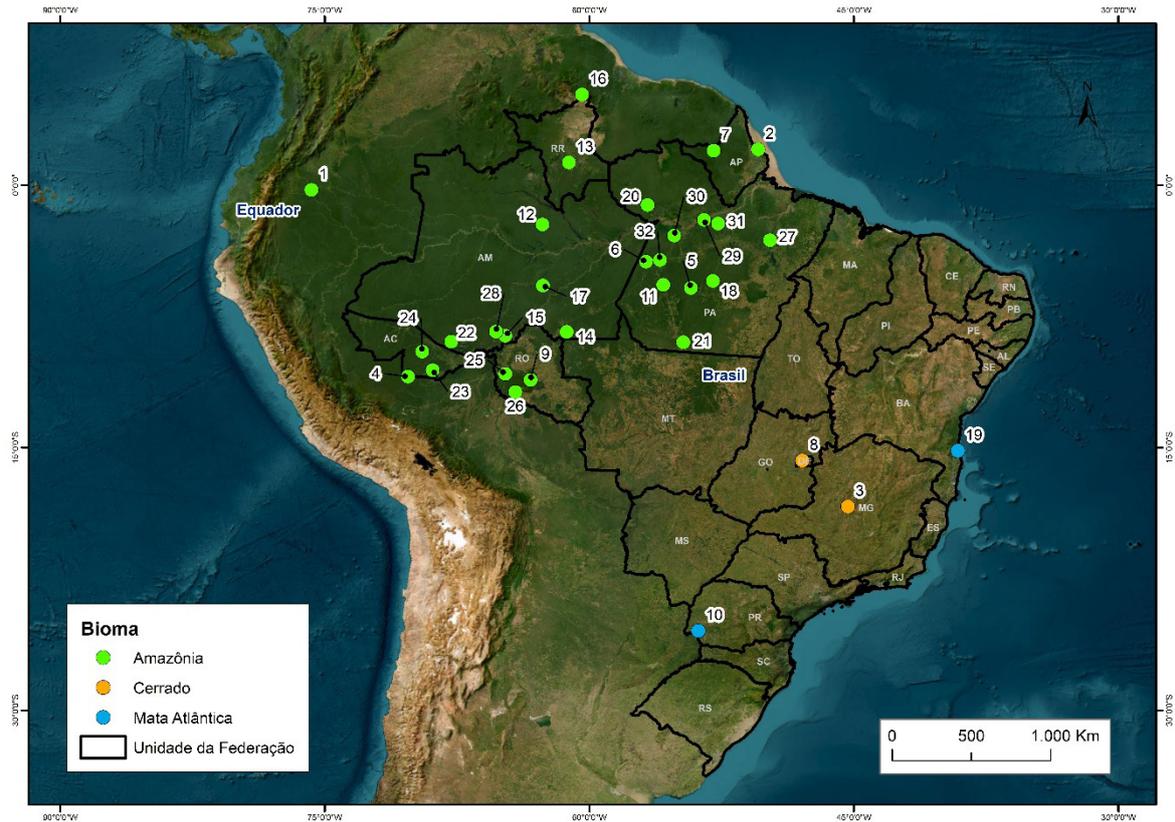
Dentre os cursos realizados em Carajás, destaca-se o 11º curso de monitoramento da biodiversidade (Figura 6), realizado em 2018, que objetivou capacitar monitores e pontos focais nos protocolos básicos: borboletas frugívoras, mamíferos e aves, plantas arbóreas e arborescentes. O curso contou com a participação de cursistas do Equador, no âmbito do Acordo Trilateral Brasil-Alemanha-Equador, para a formação de pessoal capacitado para implementar um sistema de monitoramento no Equador. O Projeto de Cooperação Trilateral “Consolidação da Pesquisa Científica para fortalecer o Monitoramento da Biodiversidade”, buscou estabelecer as bases para o desenvolvimento da pesquisa e monitoramento da biodiversidade, na escala da paisagem e com ênfase no Bioma Amazônia, em seus três níveis: ecossistemas, espécies e genes. Os cursistas do Equador enfatizaram que é prioritário conhecer e adaptar as experiências existentes sobre o tema no Brasil para fortalecer a operacionalidade técnica e administrativa do monitoramento da

biodiversidade no Equador, inspirados no Programa Monitora. Do total de 31 participantes, 20 especialistas do Equador foram capacitados, 30% dos quais foram mulheres.

As atividades do Programa Monitora têm promovido a cidadania, ampliando não apenas a governança, mas também inspirando outros países no processo de construção e implementação de programas de monitoramentos, a exemplo do Equador. A qualificação do debate e das decisões de gestão em áreas protegidas, impulsionada pelo fortalecimento da governança, é um resultado evidente do Programa Monitora. Essa conquista está diretamente relacionada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 1, 2, 4, 10, 11, 12, 14 e 15 [6].

Devido à presença de ecossistemas singulares em Carajás como os campos rupestres ferruginosos, ricos em espécies vegetais e com elevado endemismo de espécies[24] e ameaçados pelo avanço da mineração na região[25] trouxe a necessidade de um monitoramento aplicado aos problemas enfrentados localmente. Por isso, a FLONA de Carajás e PARNA dos Campos Ferruginosos apresentam a vocação para o monitoramento desses ecossistemas através do componente Campestre Savânico. A gestão local, junto a COMOB e ao Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado (CBC), busca levantar resultados para compreender como diferentes processos de antropização, mineração e invasão biológica, modificam a vegetação ao longo do tempo. Esse contexto evidencia a importância da articulação interna no órgão, no qual, a partir da soma de esforços locais à COMOB e Centros de Pesquisa, é possível aperfeiçoar o desenvolvimento da coleta de dados, bem como adequar às demandas da gestão e da região.

A partir de 2018, Carajás aderiu a execução de cursos de capacitação para a formação de novos monitores e aplicação do componente nas UCs (Figura 6). O curso foi executado em consonância com os processos formativos no componente Florestal e esse processo foi replicado nos anos de 2021 e 2022. De acordo com o banco de dados da COMOB, Carajás é o único lugar a ter executado capacitações presenciais para formar monitores locais aptos a executar o componente Campestre Savânico, tendo as outras formações sido realizadas de forma remota (Figura 9).



ID	Local	Bioma
1	Equador Reserva Cuyabeno	Amazônia
2	Estação Ecológica de Maracá Jipioca	Amazônia
3	Estação Ecológica de Pirapitinga	Cerrado
4	Estação Ecológica Rio Acre	Amazônia
5	Estação Ecológica Terra do Meio	Amazônia
6	Parque Nacional da Amazônia	Amazônia
7	Parque Nacional das Montanhas do Tumucumaque	Amazônia
8	Parque Nacional de Brasília	Cerrado
9	Parque Nacional de Pacaás Novos	Amazônia
10	Parque Nacional do Iguaçu	Mata Atlântica
11	Parque Nacional do Jamanxim	Amazônia
12	Parque Nacional do Jaú	Amazônia
13	Parque Nacional do Viruá	Amazônia
14	Parque Nacional dos Campos Amazonicos	Amazônia
15	Parque Nacional Matinguari	Amazônia
16	Parque Nacional Monte Roraima	Amazônia
17	Parque Nacional Nascentes do Lago Jari	Amazônia
18	Parque Nacional Serra do Pardo	Amazônia
19	Reserva Biológica de Una	Mata Atlântica
20	Reserva Biológica do Rio Trombetas	Amazônia
21	Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo	Amazônia
22	Reserva Extrativista Arapixí	Amazônia
23	Reserva Extrativista Chico Mendes	Amazônia
24	Reserva Extrativista do Cazumbá-Iracema	Amazônia
25	Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto	Amazônia
26	Reserva Extrativista do Rio Cautário	Amazônia
27	Reserva Extrativista Ipaú-Anilzinho	Amazônia
28	Reserva Extrativista Ituxi Labrea	Amazônia
29	Reserva Extrativista Renascer	Amazônia
30	Reserva Extrativista Tapajós Arapiuns	Amazônia
31	Reserva Extrativista Verde para Sempre	Amazônia
32	UNA Itaituba	Amazônia

Figura 8 – UCs adequadas ao Programa Monitora com pontos focais capacitados em Carajás.

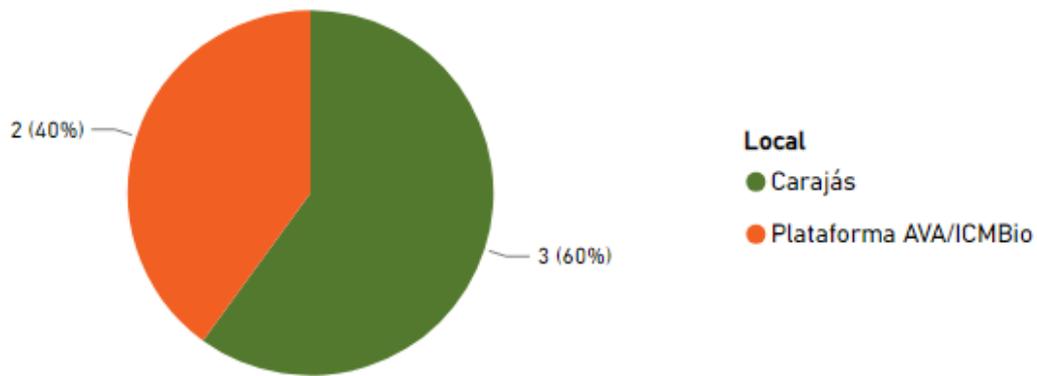


Figura 9 – Quantidade de capacitações do componente Campestre Savânico por local/plataforma de realização.

Em 2023 foi realizado o curso do subprograma aquático-continental, componente Igarapés/Riachos, com um total de 31 participantes (Figuras 6 e 7). A capacitação do componente gerou a formação de pontos focais locais, processo essencial para a implementação do monitoramento de Igarapés nas áreas protegidas de Carajás. Além disso, o curso, que contou com a participação de um ponto focal da Unidade Especial Avançada (UNA) Itaituba, viabilizou o desenvolvimento dos protocolos em 3 UCs amazônicas: Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, Parque Nacional da Amazônia e Parque Nacional do Jamanxim.

A implementação dos componentes Campestre Savânico e Igarapés tem o objetivo de ampliar os conhecimentos a respeito da biodiversidade de Carajás, respondendo ao objetivo 8 do Plano de Conservação Estratégico do território de Carajás (PCE) (26), construído através de oficina em 2020, na qual percebeu-se a necessidade e o potencial de expandir o Programa Monitora nas áreas protegidas de Carajás, ampliando-o para além do componente Florestal. Dessa forma, surgiu a demanda de aumentar o número de monitores aptos a executar o monitoramento dos diferentes alvos que compõem esses componentes. O Projeto Horizontes, subsidiado através de acordo de cooperação técnica entre ICMBio, Vale e Salobo Metais, tem função de cumprir os objetivos referentes ao PCE, possibilitando a Carajás o maior número de capacitações presenciais do Programa Monitora no Brasil. Este projeto é custeado por meio de recursos oriundos de condicionantes ambientais, que são aplicados em

atividades que auxiliam diretamente a gestão de áreas protegidas federais.

## Conclusão

Investir na capacitação dos monitores e todos os que contribuem para a implementação do monitoramento da biodiversidade é fundamental para a sustentabilidade e sucesso do Programa Monitora. O NGI Carajás desempenha um papel ativo na realização de cursos, contribuindo para a capacitação em diferentes componentes. Iniciativas de cooperação técnica e recursos de condicionantes ambientais são fundamentais para o desenvolvimento do Programa Monitora em Carajás.

É possível observar a importância de Carajás na promoção de cursos do Programa Monitora a nível nacional e sua influência na execução e propagação do componente Florestal na Amazônia, assim como o crescimento e desenvolvimento na realização de capacitações de novos componentes, como o componente Igarapés, e protocolos avançados, como o protocolo avançado de monitoramento de plantas arbóreas e arborescentes.

Ao investir na capacitação dos envolvidos no Programa Monitora, o ICMBio Carajás reafirma seu compromisso com a excelência na gestão ambiental, visando à preservação e recuperação de ecossistemas vitais. Essa iniciativa desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade e na garantia de que as futuras gerações possam desfrutar da riqueza natural que o Brasil oferece.

## Referências

- Danielsen F, Burgess ND, Jensen PM, Pirhofer-Walzl K. Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *J Appl Ecol.* 2010; 47(6): 1166-1168. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x.
- Pereira RC, Roque FO, Constantino PAL, Sabino J, Uehara-Prado M. Monitoramento *in situ* da biodiversidade: Uma proposta para um sistema brasileiro de monitoramento da biodiversidade. [Internet]. Instituto Chico Mendes/ICMBio. 2013. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/Monitoramento\\_in\\_situ\\_da\\_Biodiversidade\\_versao\\_final\\_05.12.2013.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/Monitoramento_in_situ_da_Biodiversidade_versao_final_05.12.2013.pdf)
- Ribeiro KT, Masuda LSM, Miyashita LK, organizadores. Estratégia integrada de monitoramento marinho costeiro: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (MONITORA) – subprograma Marinho e Costeiro. [Internet]. Instituto Chico Mendes/ICMBio. 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia\\_integrada\\_de\\_monitoramento\\_marinho\\_costeiro1.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia_integrada_de_monitoramento_marinho_costeiro1.pdf)
- Dantas DD, Raseira MB, Polaz CN, Lopes U (*in memoriam*), organizadores. Estratégia integrada de monitoramento aquático continental na amazônia: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (MONITORA) – subprograma Aquático Continental. [Internet]. Instituto Chico Mendes — ICMBio. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategiaintegradaemonitoramentoaquaticocontinentalamazonicointernet16082022.pdf>
- Tófoli CF, Rodrigues LS, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR, organizadores. Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação. Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021. 142 p. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-encontro-dos-saberes>.
- Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, de Andrade DFC, Marini-Filho OJ, Masuda LSM, Mendes KR, Samuel dos Santos Nienow SS, Polaz CNM, Reis ML, Sampaio R, Souza JM, Tófoli CF. Social participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program Leads to Multiple Socioenvironmental Outcomes. *Citizen Science: Theory and Practice.* 2023; 8(1): 32. DOI: <https://doi.org/10.5334/cstp.582>
- Santos RSS, Pereira AB, Pereira T, Pereira J, Prado F, Constantino PAL. (2015) Monitoramento da biodiversidade: estrutura pedagógica do ciclo de capacitação. [Internet]. Brasília: GKNoronha. 2015. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%A7%C3%B5es\\_da\\_COEDU/Monitoramento\\_da\\_Biodiversidade\\_-\\_Estrutura\\_Pedagogica\\_do\\_Ciclo\\_de\\_Capacita%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%A7%C3%B5es_da_COEDU/Monitoramento_da_Biodiversidade_-_Estrutura_Pedagogica_do_Ciclo_de_Capacita%C3%A7%C3%A3o.pdf)
- Cronemberger C, Tófoli CF, Lemos PF, Andrade DFC, Mendes KR, Bernardes VCD, Quelu H, Rodrigues LS, Dias LL, Pellin A, Prado FF. Monitoramento da biodiversidade como instrumento de apoio à efetividade de gestão em unidades de conservação da Amazônia. In: Tófoli CF, Lehmann D, Quelu H, Lemos PF (orgs.). *Diálogos da conservação: monitoramento participativo da biodiversidade: contribuições para conservação das áreas protegidas da Amazônia.* São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas. 2023. P 18-35.
- Monitora, Ribeiro KT, organizadores. Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade. Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas. [Internet]. Instituto Chico Mendes/ICMBio. 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia\\_geral.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/estrategia_geral.pdf)
- Monitora. Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade: programa monitora, subprograma terrestre, componente florestal: relatório 2014-2018. [Internet]. Instituto Chico Mendes/ICMBio. 2021. Disponível em: [www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014\\_2018.pdf](http://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/relatorios/RelatorioFlorestal2014_2018.pdf)
- Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002 (Brasil). Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. [Internet]. Diário Oficial da União, Brasília. 2002 ago. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4339.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm)
- Pires J, Prance G. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Prance G, Lovejoy T (eds.). *Key Environments: Amazonia.* Pergamon Press; 1985. p.110-144.
- Soares-Filho B, Moutinho P, Nepstad D et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proc National Acad Sci.* 2010; 107(24): 10821-10826. doi:10.1073/pnas.0913048107
- Avissar R, Werth D. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation. *J Hydrometeorol.* 2005; 6(2): 134-145. doi:10.1175/jhm406.1
- Danielsen F et al. Does monitoring matter? A quantitative assessment of management decisions from locally-based monitoring of protected areas. *Biodivers Conserv.* 2005; 14(11): 2633-2652. doi:10.1007/s10531-005-8392-z

17. Souza-Filho PW, de Souza EB, Silva Júnior RO et al. Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiúnas River watershed, southeastern Amazon. *J Environ Manag.* 2016; 167: 175-184. doi:10.1016/j.jenvman.2015.11.039
18. Viana PL et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. *Rodriguesia.* 2016; 67(5spe): 1107-1124. doi:10.1590/2175-7860201667501.
19. Vieira ALM, Ribeiro KT, Quirino GRS, Louzada R, Mariz RG, Martins FD. Mosaico Carajás: perspectivas de ampliação da conservação. In: Martins FF, Kamino LHY, Ribeiro KT. Projeto Cenários Conservação de Campos Ferruginosos diante da Mineração em Carajás. Tubarão: Copiart, 2018. p. 455-467.
20. Costa DC, Pereira HS, Marchand GAEL, Silva SCP. Challenges of participatory community monitoring of biodiversity in protected areas in Brazilian Amazon. *Diversity.* 2018; 10(3): 61. doi:10.3390/d10030061
21. Vieira MD, Silva CM. A Educação no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática de literatura. *Rev Bras Inform Na Educ.* 2020; 28: 1013-1031. doi:10.5753/rbie.2020.28.0.1013
22. Amaral MM, Rossini TS, Santos EO. Viralização da educação online: a aprendizagem para além da pandemia do novo coronavírus. *Prax Educ.* 2021; 17(46): 1-22. doi:10.22481/praxisedu.v17i46.6825
23. Souza TT, Ribeiro KT, Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM. Monitoramento da biodiversidade para as estratégias de conservação: experiência do Programa Monitora. In Tófoli CF, Lemos PF, Chiaravalloti RM, Prado F (eds.). Monitoramento participativo da biodiversidade. *Aprendizados em evolução.* 2 ed. São Paulo: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas/MEMNON. 2019. P 68-83. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-mpb>.
24. Ribeiro KT, Tófoli CF, Lehmann D, Lemos PF, Rodrigues LS, Gomes MAO, Prado F. 'Como surgiu o Encontro dos Saberes. In: Tófoli CF, Rodrigues LS, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR (orgs.). Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação, Nazaré Paulista: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021. P 36-55. Disponível em: <https://conteudo.ipe.org.br/livro-encontro-dos-saberes>.
25. Giuliatti AM, Giannini TC, Mota NF et al. Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil. *Bot Rev.* 2019; 85(4): 357-383. doi:10.1007/s12229-019-09214-x
26. Nunes JA, Schaefer CE, Ferreira Júnior WG, Neri AV, Correa GR, Enright NJ. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *An Acad Bras Cienc.* 2015; 87(4): 2097-2110. doi:10.1590/0001-376520152014-0106
27. Vieira ALM, Rosalini G, Terasawa VPP. Sumário executivo: plano de conservação estratégico do território de Carajás: avaliação de meia vida: 2020-2025. *FuntecDF;* 2023.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



## ANEXO 1

Tabela 1 – Cursos do Programa Monitora registrados no banco de dados da COMOB.

Nome do curso	Componente/ Alvo	Ano	Presencial	Número de Participantes	Local
Capacitação automonitoramento REBIO Abufari	Aquático Continental	2020	Desconhecido	30	REBIO Abufari
Capacitação Pirarucu RESEX Baixo Juruá	Aquático Continental	2020	Desconhecido	5	RESEX do Baixo Juruá
Capacitação Pirarucu RESEX Médio Juruá	Aquático Continental	2020	Desconhecido	4	RESEX do Médio Juruá
Capacitação Pirarucu RESEX do Rio Unini	Aquático Continental	2020	Desconhecido	20	RESEX do Rio Unini
Curso Biodiversidade Aquática Continental – EaD	Aquático Continental	2022	Online	12	Plataforma AVA/ICMBio
Capacitação Automonitoramento PARNA Anavilhanas	Aquático Continental	2019	Presencial	29	PARNA Anavilhanas
Capacitação Automonitoramento RESEX Auati-Paraná	Aquático Continental	2019	Presencial	54	RESEX Auati-Paraná
Capacitação Pirarucu RESEX Baixo Juruá	Aquático Continental	2019	Presencial	14	RESEX do Baixo Juruá
Capacitação automonitoramento RESEX Médio Juruá	Aquático Continental	2019	Presencial	24	RESEX do Médio Juruá
Capacitação Automonitoramento RESEX Renascer	Aquático Continental	2019	Presencial	24	RESEX Renascer
Desconhecido	Aquático Continental	2019	Presencial	13	Santarém
Desconhecido	Aquático Continental	2019	Presencial	15	UCs estaduais do Amazonas
Capacitação automonitoramento RDS Itatupã Baquiá	Aquático Continental	2021	Presencial	31	RDS Itatupã Baquiá
Desconhecido	Área alagável	2018	Presencial	59	REBIO Trombetas
Desconhecido	Área alagável	2019	Presencial	Desconhecido	CEPAM
Desconhecido	Área alagável	2019	Presencial	Desconhecido	RESEX Renascer
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Desconhecido	40-60	RESEX do Médio Juruá
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	33	Manaus
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	PARNA Pantanal Matogrossense
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	RDS Itatupã-Baquiá
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	RDS Puranga-Conquista
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	RDS Rio Negro
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	RDS Uacari

Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	REBIO Abufari
Desconhecido	Automonitoramento da pesca	2018	Presencial	40-60	RESEX do Baixo Juruá
Curso de Monitoramento da Biodiversidade em Ambientes Campestres e Savânicos	Campestre e Savânico	2021	Online	Desconhecido	Plataforma AVA/ICMBio
Curso Protocolo de Monitoramento da Biodiversidade em Componentes Campestres e Savânicos (Alvo Global) – EaD	Campestre e Savânico	2022	Online	19	Plataforma AVA/ICMBio
11º Curso de Capacitação para o protocolo básico e avançado de plantas no âmbito do programa monitora	Campestre Savânico	2018	Presencial	31	Carajás
XIV Curso de Capacitação para pontos focais e monitores no subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (alvos globais) do Programa Monitora.	Campestre Savânico	2021	Presencial	34	Carajás
XV Curso de Monitoramento da Biodiversidade - Componente Florestal	Campestre Savânico	2022	Presencial	25	Carajás
I Curso de capacitação para o uso do SISMonitora por pontos focais do componente Florestal - alvos globais	Florestal	2023	Online	62	Plataforma Teams
1º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2013	Presencial	21	PARNASO
2º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2013	Presencial	15	PARNASO
3º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2014	Presencial	19	Fiona Ipanema
4º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2015	Presencial	26	Tapajós Arapiuns
6º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2016	Presencial	28	Parque Estadual do Cantão
7º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2017	Presencial	35	Carajás
9º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2017	Presencial	34	Carajás
I Curso de Capacitação em Monitoramento da Castanha	Florestal	2019	Presencial	13	Acadebio
XIII Curso de Capacitação em Ambientes Florestais	Florestal	2019	Presencial	13	Esec Maracá
Noções Básicas para Aplicação do Protocolo Básico de Monitoramento de Plantas	Florestal	2019	Presencial	Desconhecido	Esec Maracá
Desconhecido	Florestal	2019	Presencial	12	Universidade de IKIAM (Tena-Ecuador)
Monitores do Programa Monitora – protocolos básicos dos alvos globais do componente Florestal do subprograma Terrestre	Florestal	2021	Presencial	29	Floresta Nacional Tapajós/PA

Curso Avançado de Monitoramento de Plantas Arbóreas e Arborescentes	Florestal	2022	Presencial	15	Carajás
Curso de capacitação do Programa Monitora – Componente Florestal	Florestal	2022	Presencial	Desconhecido	Reserva Biológica de Una (Ilhéus - BA)
5º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2023	Presencial	22	Esec Maracá
10º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2023	Presencial	21	Parque Estadual de Corumbiara
8º Curso de Monitoramento da Biodiversidade	Florestal	2023	Presencial	25	RPPN Cristalino
11º Curso de Capacitação para o protocolo básico e avançado de plantas no âmbito do programa monitora	Florestal	2018	Presencial	31	Carajás
XIV Curso de Capacitação para pontos focais e monitores no subprograma Terrestre – Componente Florestal e Campestre Savânico (alvos globais) do Programa Monitora.	Florestal	2021	Presencial	34	Carajás
XV Curso de Monitoramento da Biodiversidade - Componente Florestal	Florestal	2022	Presencial	25	Carajás
Curso Fundamentos do Monitoramento da Biodiversidade	Geral	2021	Híbrido	34	Plataforma AVA/ICMBio
Curso Introdução à Conservação da Biodiversidade - Turma Piloto	Geral	2021	Online	30	Plataforma AVA/ICMBio
Curso Territórios da Sociobiodiversidade e Ecologia de Paisagens - ACADEBIO - EaD	Geral	2022	Online	30	Plataforma AVA/ICMBio
Curso Biodiversidade em Ecossistemas Terrestres - EaD	Geral	2022	Online	12	Plataforma AVA/ICMBio
1º Curso de capacitação de monitores para os protocolos básicos do componente Igarapé	Igarapé	2018	Presencial	22	Esec Maracá
1º Curso de capacitação de monitores para os protocolos básicos do componente Igarapé	Igarapé	2019	Presencial	13	Desconhecido
2º Curso de capacitação para os protocolos básicos do componente Igarapé	Igarapé	2019	Presencial	15	Desconhecido
Capacitação nos Protocolos básicos Igarapés	Igarapé	2023	Presencial	31	Carajás
2º Curso de capacitação para os protocolos básicos do componente Igarapé	Igarapé	2023	Presencial	Desconhecido	PARNA Matinguari
Curso de capacitação dos protocolos de monitoramento do componente Manguezal do Programa Monitora	Manguezal	2022	Presencial	20	PARNA Jericoacoara
I Curso de capacitação para o uso do SISMonitora por pontos focais do componente Florestal - alvos globais	Manguezal	2023	Online	27	Plataforma Teams
Desconhecido	Manguezal	2017	Presencial	16	Caravelas

II Curso de Capacitação Componente Manguezal	Manguezal	2023	Presencial	23	Belém
Desconhecido	Manguezal	2023	Presencial	17	Caravelas
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal em UC do Litoral Amazônico (região norte)	Pesca e biodiversidade associada	2021	Híbrido	38	Plataforma TEAMS e 3 etapas presenciais: Belém, Bragança e São Luiz
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Nordeste	Pesca e biodiversidade associada	2022	Híbrido	76	Google meet e 4 etapas presenciais em: Jequiá da Praia/AL, Tamandaré/PE (APACC), Ilha de Fernando de Noronha/PE, Jericoacoara/CE
Monitoramento participativo e ecossistêmico da pesca artesanal – APA Baleia Franca/SC	Pesca e biodiversidade associada	2021	Online	48	APA Baleia Franca/SC
Curso-oficina para nivelamento do banco de instrutores em monitoramento da pesca artesanal em UCs	Pesca e biodiversidade associada	2019	Presencial	36	Acadebio
Curso de Monitoramento Participativo da Pesca Artesanal para UCs da região do mar do Leste	Pesca e biodiversidade associada	2022	Presencial	42	Canavieiras/BA
Curso de monitoramento participativo da pesca artesanal em UCs - formação de multiplicadores e pontos focais - “curso B”	Pesca e biodiversidade associada	2023	Presencial	51	CEPENE/Tamandaré (PE)
Curso de Formação de Instrutores e Monitores de Aves Limícolas	Praia	2023	Presencial	29	Bragança - PA
I Curso de Capacitação para operação do SISMonitora	SISMonitora	2023	Online	80	Plataforma Teams



## Tendências populacionais de vertebrados de médio e grande porte em áreas protegidas da Amazônia brasileira

Elildo Alves Ribeiro de Carvalho Junior<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4356-2954>

\* Contato principal

Ricardo Sampaio<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7780-3341>

Gerson Buss<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0892-3005>

Marcos de Souza Fialho<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-9938-6454>

Marcelo Lima Reis<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8922-8030>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros/CENAP, Atibaia/SP, Brasil. <elildo.carvalho-junior@icmbio.gov.br, ricardo.sampaio@icmbio.gov.br>.

<sup>2</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros/CPB, Cabedelo/PB, Brasil. <gerson.buss@icmbio.gov.br>.

<sup>3</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres/CEMAVE, Cabedelo/PB, Brasil. <marcos.fialho@icmbio.gov.br>.

<sup>4</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Coordenação de Monitoramento da Biodiversidade/COMOB, Brasília/DF, Brasil. <mukiramcarcelo@gmail.com>.

Recebido em 08/09/2023 – Aceito em 15/07/2024

### Como citar:

Carvalho Jr EAR, Sampaio R, Buss G, Fialho MS, Reis ML. Tendências populacionais de vertebrados de médio e grande porte em áreas protegidas da Amazônia brasileira. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 163-176. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2484

**Palavras-chave:** Amazônia; índice de diversidade; monitoramento da biodiversidade; tendências populacionais.

**RESUMO** – A atual crise de biodiversidade tem gerado uma demanda crescente por informações sobre o estado e as tendências da biodiversidade, especialmente em regiões megadiversas como os trópicos, onde há carência de dados. Diante disso, o governo brasileiro desenvolveu o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, programa de longa duração voltado ao monitoramento do estado da biodiversidade e serviços ecossistêmicos em unidades de conservação (UCs) federais. Neste estudo, utilizamos uma série temporal de nove anos (2014-2022) de monitoramento em 22 UCs da Amazônia para avaliar as tendências de 167 populações de aves e mamíferos terrestres de médio e grande porte, bem como as tendências agregadas da biodiversidade, utilizando a média geométrica das abundâncias relativas destas populações como índice de biodiversidade. Encontramos estabilidade, declínio e aumento para 92%, 6,5% e 0,6% das populações analisadas, respectivamente. Não encontramos diferenças entre as taxas de crescimento populacional de aves e mamíferos, ou entre populações localizadas em UCs de proteção integral e de uso sustentável. A média geométrica das abundâncias relativas permaneceu estável no período amostrado. Os resultados sugerem que, em geral, as UCs monitoradas



têm sido efetivas para a conservação das populações-alvo do programa, embora algumas populações tenham sofrido declínios significativos, o que levanta um alerta. Num futuro próximo, as séries temporais se tornarão cada vez mais longas, e mais e mais UCs e populações se tornarão elegíveis para análise. Portanto, a continuidade do programa é essencial para garantir resultados mais robustos.

## Population trends of medium to large-sized vertebrates in protected areas in Brazilian Amazonia

**Keywords:** Amazonia; biodiversity index; biodiversity monitoring; population trends.

**ABSTRACT** – The current biodiversity crisis has generated a growing demand for information on the status and trends of biodiversity, especially in mega diverse regions such as the tropics, where comprehensive data is lacking. In view of this, the Brazilian government developed the Brazilian *in situ* monitoring program of Federal Protected Areas – Programa Monitora, a long-term program aimed at monitoring the state of biodiversity and ecosystem services in federal protected areas (PAs). In this study, we used a nine-year monitoring time series (2014-2022) from 22 PAs in the Amazon to assess trends in 167 populations of medium- to large-sized terrestrial birds and mammals, as well as aggregate biodiversity trends, using the geometric mean of the relative abundances as a biodiversity index. We found stability, decline and increase for 92%, 6.5 and 0.6% of the analyzed populations, respectively. We did not find differences between the population growth rates of birds and mammals, or between populations located in strictly protected and sustainable use PAs. The geometric mean of relative abundances remained stable over the sampled period. The results suggest that, in general, the monitored PAs have been effective for the conservation of the program's target populations, although some populations have suffered significant declines, which raises an alert. In the near future, the time series will become longer and longer and more and more PAs and populations will become eligible for analysis. Therefore, the continuity of the program is essential to ensure more robust results.

## Tendencias poblacionales de vertebrados medianos y grandes en áreas protegidas de la Amazonía brasileña

**Palabras-clave:** Amazonas; índice de diversidad; monitoreo de la biodiversidad; tendencias poblacionales.

**RESUMEN** – La actual crisis de biodiversidad ha generado una creciente demanda de información sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad, especialmente en regiones megadiversas como los trópicos, donde hay falta de datos. En vista de esto, el gobierno brasileño desarrolló el Programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad – Programa Monitor, un programa de largo plazo destinado a monitorear el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las unidades de conservación (UCs) federales. En este estudio, utilizamos una serie temporal de nueve años (2014-2022) de datos de 22 UC en Amazonía brasileña para evaluar tendencias en 167 poblaciones de aves y mamíferos terrestres de tamaño mediano y grande, así como tendencias agregadas en biodiversidad, utilizando la media geométrica de las abundancias relativas de estas poblaciones como índice de biodiversidad. Encontramos estabilidad, disminución y aumento para el 92%, 6.5% y 0.6% de las poblaciones analizadas, respectivamente. No encontramos diferencias entre las tasas de crecimiento poblacional de aves y mamíferos, ni entre poblaciones ubicadas en UCs de estricta protección y uso sustentable. La media geométrica de las abundancias relativas se mantuvo estable durante el período muestreado. Los resultados sugieren que, en general, las UCs monitoreadas han sido efectivas para la conservación de las poblaciones objetivo del programa, aunque algunas poblaciones han sufrido disminuciones importantes, lo que genera alerta. En un futuro próximo, las series

temporales serán cada vez más largas y cada vez más UCs y poblaciones serán elegibles para el análisis. Por lo tanto, la continuidad del programa es esencial para garantizar resultados más sólidos.

## Introdução

O acentuado crescimento populacional humano e as altas taxas de consumo *per capita* têm pressionado os ambientes naturais em níveis sem precedentes[1][2]. Impactos como perda e degradação de *habitat*, caça, sobre-exploração e mudanças climáticas têm levado a uma crise global de biodiversidade com perda de espécies e declínios populacionais ocorrendo em grande escala[2][3][4]. Os vertebrados terrestres têm sido severamente afetados por essa crise[5][6], com as espécies tropicais particularmente ameaçadas[7].

Diversas iniciativas internacionais têm mobilizado esforços para reverter a perda de biodiversidade, com destaque para a Convenção da Biodiversidade Biológica (CDB)[8] e seus desdobramentos, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas[9] e o Quadro Global de Biodiversidade Kunming-Montreal[10]. O acompanhamento do progresso dessas iniciativas requer dados de monitoramento *in situ*, essenciais para descrever o estado e tendências da biodiversidade e avaliar a efetividade das ações de conservação[11][12]. No entanto, dados sistemáticos, confiáveis e abrangendo múltiplas escalas sobre tendências da biodiversidade permanecem escassos. Por exemplo, a maioria dos relatórios nacionais submetidos à CDB não apresenta evidências empíricas de tendências da biodiversidade[11][13].

Visando preencher essa lacuna, diversas iniciativas compilaram e avaliaram séries temporais de biodiversidade[14][15]. Essas compilações têm produzido sínteses importantes sobre o estado e tendências globais da biodiversidade, mas sofrem de vieses taxonômicos e geográficos, com lacunas particularmente relevantes para as regiões tropicais, justamente as áreas de maior biodiversidade do mundo[16][17][18].

O Brasil, como país megadiverso e de dimensões continentais, tem papel chave no atendimento dessa demanda. Uma das iniciativas nacionais é o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

(ICMBio). O Programa Monitora é um programa institucional de larga escala, contínuo e de longo prazo, voltado para o monitoramento do estado da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos em unidades de conservação federais[19]. O programa abrange diversos subprogramas, componentes e alvos de monitoramento, com protocolos rigorosos, mas simples, de baixo custo e modulares, visando garantir a replicação espacial, a continuidade temporal e a participação social. Ao longo dos nove anos de sua existência (2014-2022), a iniciativa ganhou escala e se tornou um dos maiores programas de monitoramento de biodiversidade não apenas do sul global, mas como de todo o mundo.

Neste estudo, utilizamos dados de uma série temporal com nove anos (2014-2022) de amostragem para um dos alvos de monitoramento (aves cinegéticas e mamíferos terrestres de médio e grande porte) do componente florestal do Programa Monitora. Utilizamos modelos de espaço de estados (*state-space models*) para descrever a trajetória e a taxa de crescimento médias de cada população no período monitorado, e avaliamos as tendências da biodiversidade deste grupo por meio da média geométrica da abundância relativa.

## Material e Métodos

### Coleta de dados

Os dados foram coletados entre 2014 e 2022 como parte do Programa Monitora[19]. O monitoramento de vertebrados de médio e grande porte se iniciou em 2014, em três unidades de conservação, e se expandiu gradualmente de forma que hoje há dados de monitoramento para aproximadamente 50 UCs.

O protocolo básico para monitoramento de vertebrados de médio e grande porte é o de amostragem por distâncias em transecções lineares[20]: resumidamente, dois observadores percorrem transecções lineares em ambientes florestais no período diurno (~7h-12h), a uma velocidade reduzida e constante (~1,5 km/h) e registram, para cada encontro com indivíduos das

espécies-alvo, a espécie, o número de indivíduos e a distância perpendicular entre o primeiro indivíduo avistado e o centro da transecção[21][22]. De acordo com o protocolo, cada UC deve ter  $\geq 3$  estações amostrais (transecções com 5 km de extensão) e o esforço amostral anual por estação amostral deve ser de  $\geq 50$  km[21]. Na prática, o esforço recomendado nem sempre é atingido devido a variações no grau de implementação do protocolo entre diferentes UCs. Ressaltamos ainda que a duração do monitoramento é variável entre as UCs, dependendo do tempo de aderência de cada uma ao programa.

### Alvos de monitoramento

Os taxa alvo do protocolo incluem as aves das famílias Cariamidae, Cracidae, Psophidae, Rheidae e Tinamidae e os médios e grandes mamíferos, todos de hábito diurno ou catemerais. Esses grupos podem ser identificados em campo até o nível de gênero e espécie, e têm sido efetivamente monitorados pelo método de amostragem por distância em florestas Neotropicais[22][23][24].

A nomenclatura para aves seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos[25] e a de mamíferos seguiu a lista atualizada de mamíferos do Brasil[26]. Somente registros identificados até o nível de espécie entraram no estudo, salvo exceções para os gêneros *Mico*, *Crypturellus*, *Tinamus* e *Penelope*, que em vários casos foram agrupados como “ecoespécies” correspondendo a congêneres ecologicamente equivalentes[27]. Esse agrupamento deve ter efeito conservador sobre as análises, uma vez que apenas serão detectadas tendências populacionais direcionais se as espécies agrupadas tenderem numa mesma direção ou se uma delas apresentar tendências suficientemente fortes para que seu sinal se destaque acima do ruído de fundo.

### Seleção de populações

Consideramos cada espécie em cada UC como uma população independente[28]. Foram registradas > 1200 de populações dos taxa alvo em 47 UCs Amazônicas. No entanto, a maioria das populações foi registrada apenas ocasionalmente (< 10 encontros), inviabilizando estimativas populacionais confiáveis. Diante disso, selecionamos as populações elegíveis para análise com base nos seguintes critérios: (1) omitimos todas as populações com série temporal menor que cinco anos, pois séries mais curtas são insuficientes para capturar tendências direcionais

em sua abundância[28]; (2) omitimos todas as populações de espécies raras e elusivas, aqui definidas como aquelas com taxa de encontro anual média < 0,5 encontros a cada 10 km; (3) para todas as demais populações utilizamos reamostragem por *bootstrap* para avaliar se o esforço de amostragem anual médio foi suficiente para obter um coeficiente de variação das taxas de encontro  $\leq 0,25$ , limite aceitável para que estimativas de parâmetros populacionais sejam consideradas úteis[29].

### Modelo de espaço de estados

Utilizamos a taxa de encontro (número de grupos encontrados a cada 10 km percorridos) como índice de abundância relativa de cada população[24][30]. Modelamos as taxas de encontro por meio de modelos de espaço de estados[31]. Esses modelos particionam a variação observada nos dados em dois componentes, um associado ao processo ecológico e outro ao processo de observação[31][32]. No modelo do processo ecológico, a abundância relativa na estação amostral  $i$  e ano  $t$  ( $X_{i,t}$ ) depende da abundância na estação amostral  $i$  no ano anterior ( $X_{i,t-1}$ ) e da taxa de crescimento populacional na estação amostral  $i$  e ano  $t-1$  ( $r_{i,t-1}$ ), modelada como um processo estocástico com distribuição normal centrada na taxa de crescimento médio da população em cada UC[33]:

$$X_{i,t+1} = X_{i,t} \exp(r_{i,t-1}) \quad (1)$$

A abundância relativa para a UC no ano  $t$  ( $X_{UC,t}$ ) foi estimada como a média das abundâncias relativas em cada estação amostral em cada ano:

$$X_{UC,t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{i,t} \quad (2)$$

Onde  $n$  = número de estações amostrais.

No modelo do processo de observação, consideramos que as taxas de encontro observadas na estação amostral  $i$  na amostragem  $k$  e no ano  $t$  ( $y_{i,k,t}$ ) dependem da abundância populacional no ano  $t$  e de erro estocástico ( $\eta_{i,k,t}$ ) com distribuição normal centrada em zero:

$$y_{i,k,t} = X_{i,t} + \eta_{i,k,t} \quad (3)$$

Os modelos foram implementados numa abordagem bayesiana usando o programa JAGS[34]

e o pacote *R2jags*[35] do programa R. Foram executadas três cadeias de Markov Monte Carlo com 25000 iterações, período de aquecimento (*burn-in*) de 10000 e espaçamento (*thinning rate*) de 100. A convergência dos parâmetros foi avaliada pelo diagnóstico de Gelman-Rubin[36].

Utilizamos a taxa de crescimento médio de cada população ( $r$ ) como síntese de suas tendências populacionais. Valores negativos indicam declínio, valores positivos indicam aumento, e o zero indica estabilidade. Consideramos que as tendências foram significativas quando o intervalo de 95% de credibilidade da estimativa de  $r$  não incluiu o zero. Utilizamos o teste Qui-quadrado para avaliar diferenças nas taxas de crescimento entre aves e mamíferos e entre populações em UCs de proteção integral e de uso sustentável.

### Índice de biodiversidade

Utilizamos a média geométrica das abundâncias relativas das populações monitoradas como índice de biodiversidade[37]. Essa é uma medida de escolha para monitoramento da biodiversidade em

diversos programas[38][39]. A média geométrica reflete tendências na abundância e equitabilidade entre as populações, e não é afetada pelo ano base escolhido nem por variações interpopulacionais na detectabilidade, por ser baseada em tendências intrapopulacionais[37][40]. A média geométrica e o intervalo de confiança gerado por *bootstrap* foram calculados seguindo as recomendações de[37][38].

## Resultados

Entre os anos de 2014 e 2022, foram amostradas 125 estações amostrais em 41 UCs na Amazônia (Figura 1). O esforço amostral acumulado no período foi de 24.675 km percorridos, resultando em 23.500 encontros com pelo menos 22 espécies de aves e 114 espécies de mamíferos, representando 179 e 826 populações de aves e mamíferos, respectivamente. No entanto, somente 169 populações (78 de aves e 91 de mamíferos) presentes em 22 UCs (Material Suplementar Tabela S1) foram selecionadas para as análises com base nos critérios de inclusão descritos definidos na metodologia.

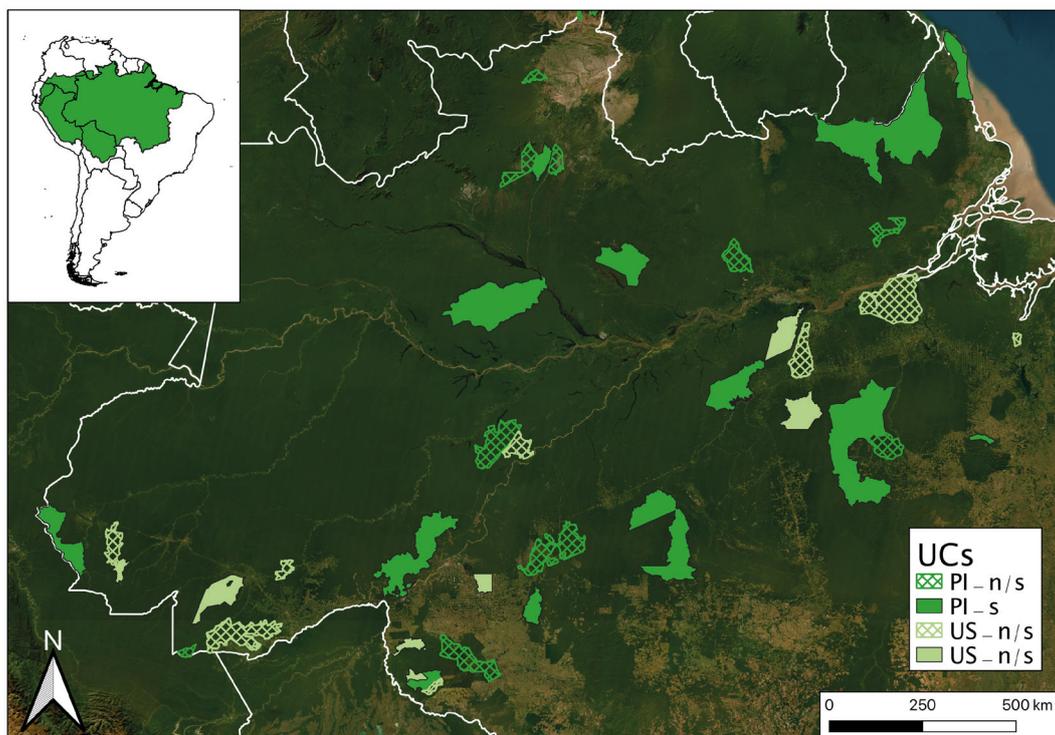


Figura 1 – O mapa inserido (superior à esquerda) mostra a América do Sul, os limites territoriais nacionais e os limites internacionais da bacia Amazônica em verde. A figura maior evidencia a região Amazônica do Brasil e seus limites territoriais em branco. As 41 unidades de conservação (UCs) foram representadas nos polígonos verdes. As 21 UCs contendo populações selecionadas no estudo são representadas pelos polígonos totalmente preenchidos. UCs de proteção integral e de uso sustentável correspondem ao código PI e US, respectivamente. UCs selecionadas e não selecionadas no estudo correspondem aos códigos “s” e “n/s”, respectivamente.

As populações selecionadas abrangem principalmente espécies das ordens Primates (33%), Tinamiformes (23%), Galliformes (20%) e Rodentia (19%), com dominância dos gêneros *Crypturellus* (13%), *Penelope* (13%), *Sapajus* (12%), *Dasyprocta* (10%) e *Tinamus* (10%) (Figura 2). O processo de seleção de populações levou à omissão da maioria

ou todas as populações das ordens Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Perissodactyla e Pilosa, dentre outras. Isso foi inevitável pois espécies desses grupos são naturalmente raras, elusivas ou noturnas, portanto, não são bem amostradas pelo protocolo. Dentre as populações selecionadas, duas não são consideradas daqui em diante porque seus modelos não convergiram.

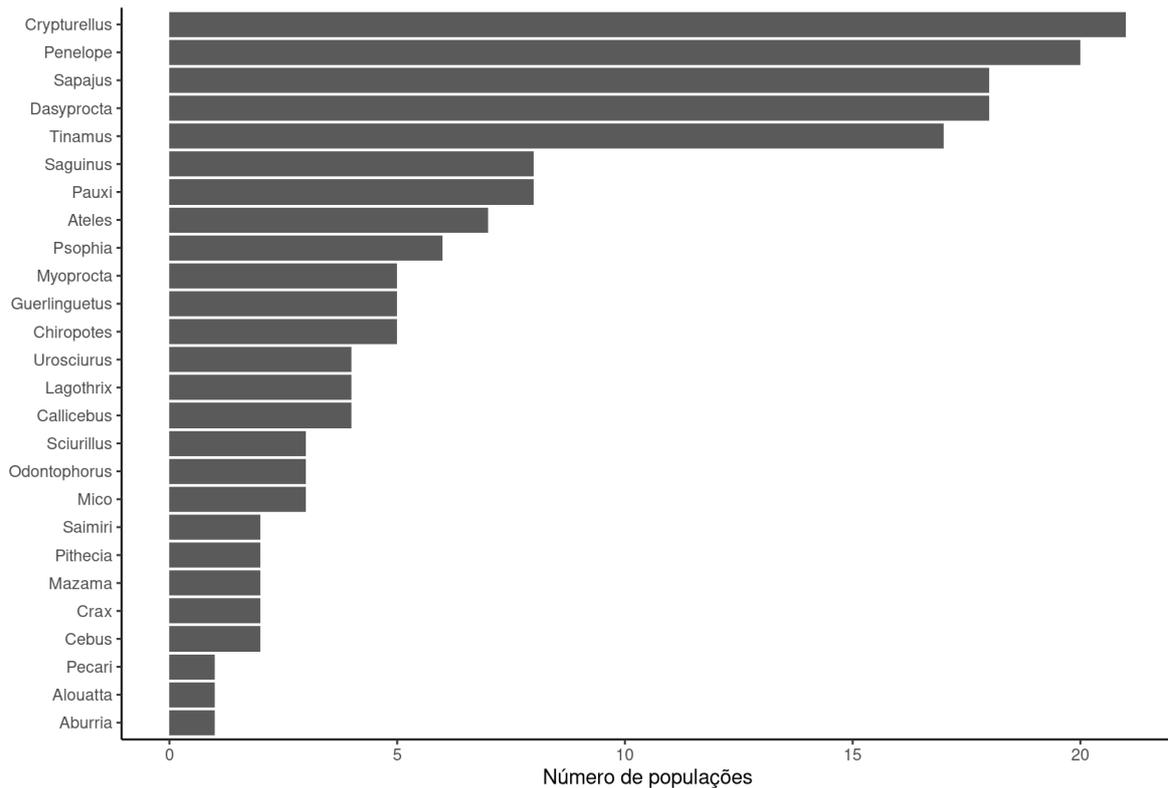


Figura 2 – Número de populações em cada gênero selecionadas para análise.

Durante o período monitorado, cinco populações de aves (6,4%) e seis populações de mamíferos (6,6%) exibiram declínios significativos, 69 populações de aves (88,5%) e 84 populações de mamíferos (92,3%) permaneceram estáveis, e uma população de ave (1,3%) exibiu aumentos significativos (Figura 3, Material Suplementar

Figura S1 e S2). A taxa de crescimento anual média para o conjunto de populações analisadas variou entre -0,64 e 0,29 (média = -0,06). Tendências negativas não significativas parecem ser mais comuns do que as tendências positivas, embora a coleção de populações abranja um amplo espectro de tendências.

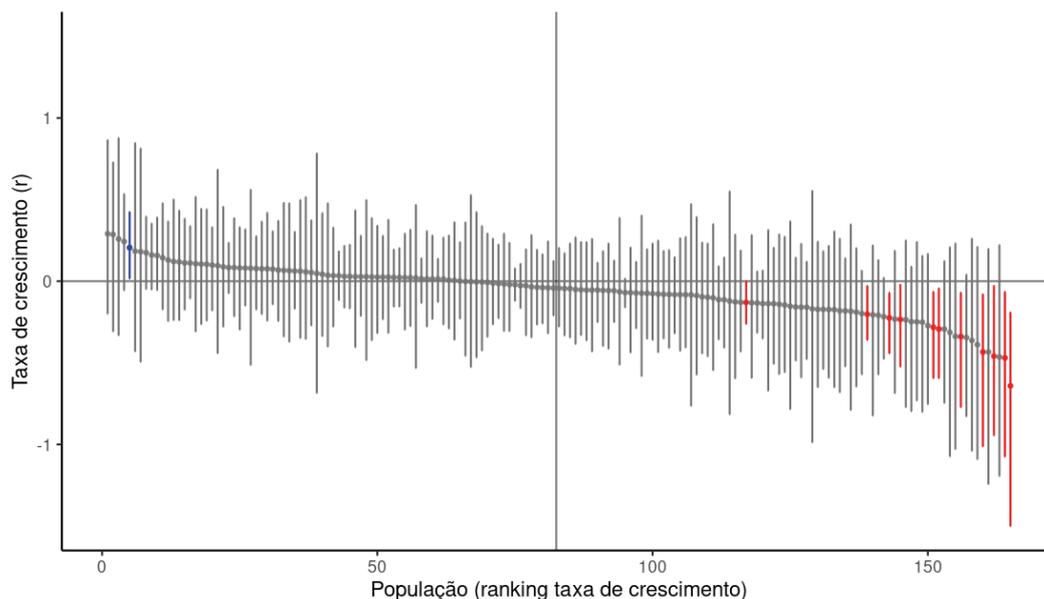


Figura 3 – Taxas de crescimento estimadas para todas as populações analisadas. Os pontos representam a mediana e as barras o intervalo de 95% de credibilidade. Populações em azul e vermelho apresentaram tendência significativa de aumento e declínio, respectivamente. A linha vertical divide o conjunto de populações em duas metades iguais.

Não houve diferenças significativas entre as tendências populacionais de aves e mamíferos,  $t(160,9) = -0,05$ ,  $p = 0,96$  (Figura 4). Da mesma forma, não houve diferenças significativas nas tendências populacionais de populações de UCs de

uso sustentável e proteção integral,  $t(78,2) = 1,11$ ,  $p = 0,27$  (Figura 5). Não foi possível comparar as tendências de espécies ameaçadas e não-ameaçadas, devido ao baixo número de populações ameaçadas elegíveis para análise.

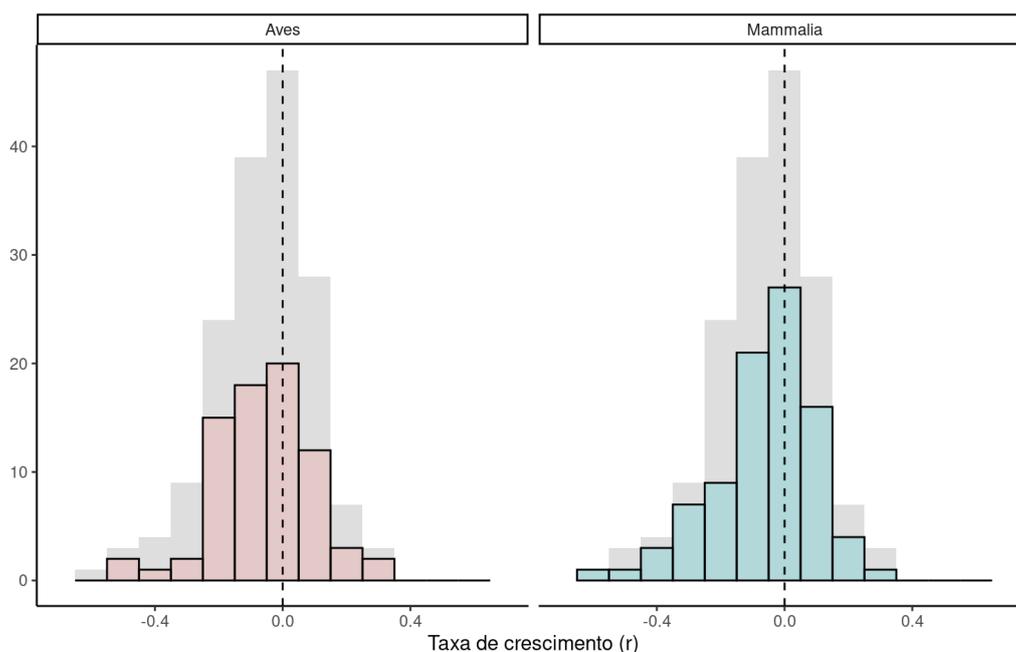


Figura 4 – Histograma de frequências das taxas médias de crescimento anual estimadas para aves e mamíferos dentro do conjunto de populações monitoradas. O histograma de fundo representa as frequências das taxas médias de crescimento anual para todas as populações combinadas.

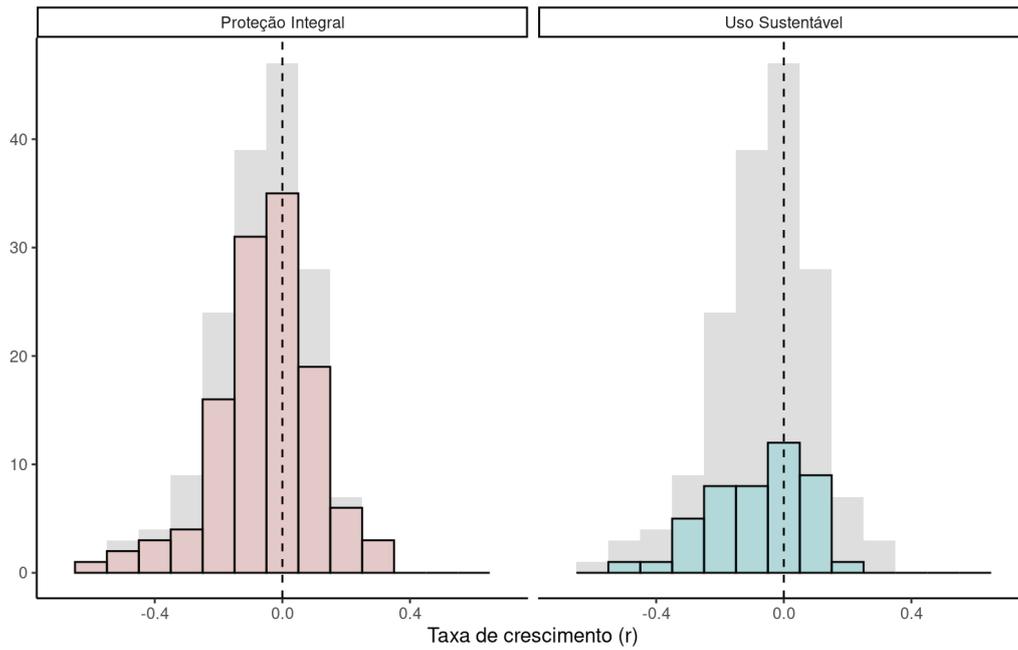


Figura 5 – Histograma de frequências das taxas médias de crescimento anual estimadas populações de UCs de uso sustentável e proteção integral. O histograma de fundo representa as frequências das taxas médias de crescimento anual para todas as populações combinadas.

A média geométrica das abundâncias relativas das populações analisadas permaneceu estável ao longo do monitoramento, com o intervalo de 95% de

credibilidade incluindo a linha de base durante todo o período monitorado (Figura 6).

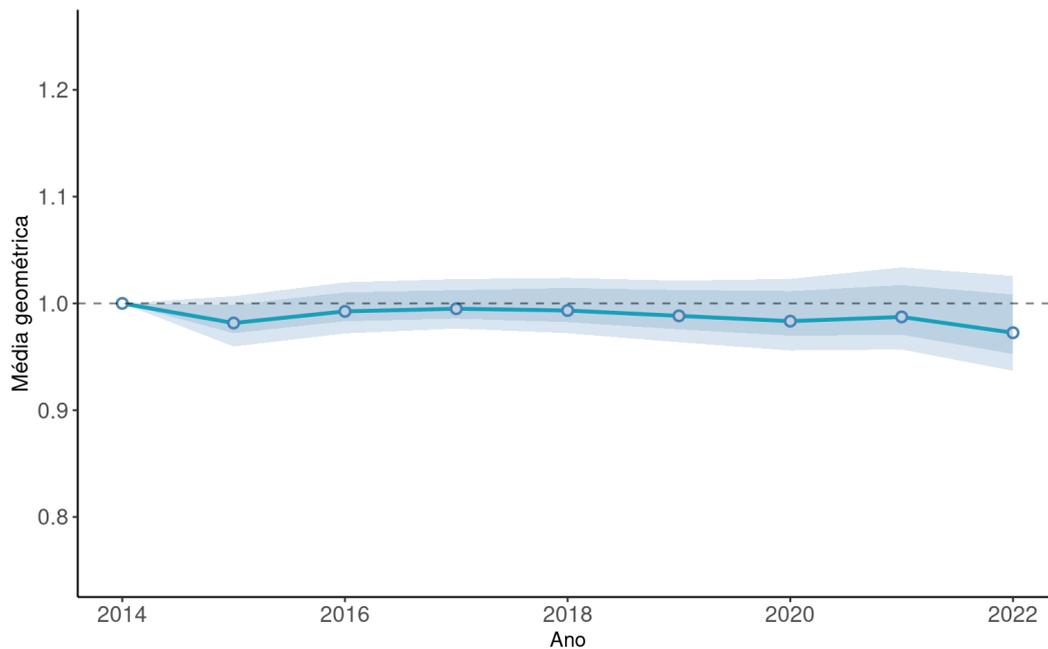


Figura 6 – Variação das estimativas de média geométrica das abundâncias relativas para o conjunto de populações monitoradas entre 2014 e 2022. Os círculos abertos correspondem a mediana dos valores estimados e as áreas sombreadas em azul escuro e azul claro correspondem a 95% e 90% do intervalo de credibilidade dos valores estimados.

## Discussão

Este estudo sintetiza os resultados de um dos protocolos básicos do Programa Monitora de larga escala realizado pelo governo brasileiro ao longo dos últimos nove anos, um dos maiores programas nacionais para monitoramento *in situ* da biodiversidade. Os resultados contribuem para o melhor entendimento sobre tendências populacionais de espécies habitando florestas Neotropicais, onde já foi documentada grande carência de informações[16][18][41].

Utilizamos modelos de espaço de estados para descrever as tendências de 167 populações de 57 taxa de aves e mamíferos. Verificamos que a grande maioria das populações não apresentou tendências direcionais significativas, com apenas uma população de aves aumentando (0,6%) e 11 populações declinando (6,5%) significativamente durante o período monitorado. No entanto, tendências levemente negativas, mas não significativas, parecem predominar considerando o conjunto de dados como um todo. Não encontramos diferenças significativas entre as tendências populacionais de aves e mamíferos, ou de populações em UCs de proteção integral e de uso sustentável. Finalmente, verificamos que a média geométrica da abundância das populações, índice escolhido para representar as tendências da biodiversidade no conjunto de UCs monitoradas, permaneceu estável durante todo o monitoramento.

Modelos de espaço de estados são ferramentas preferenciais para análises de séries temporais, devido à sua flexibilidade e capacidade de modelar separadamente o processo ecológico e o processo de observação, estimando parâmetros populacionais de forma mais precisa do que alternativas analíticas[31][32]. Em nossos modelos, as estimativas de abundância relativa representam a trajetória mais provável de cada população no período analisado, e as taxas de crescimento sintetizam essas trajetórias indicando se a tendência foi de aumento ou declínio[33].

Em nossas análises, assumimos que as taxas de encontro seguem trajetórias paralelas ao tamanho real da população, e que a probabilidade de detecção dos grupos-alvo em cada estação amostral permaneceu constante. Análises futuras devem considerar os possíveis efeitos de violações dessas premissas. Por exemplo, análises de amostragem de distância podem incorporar informações sobre tamanho de grupo

e distâncias perpendiculares[20], com implicações para as densidades do alvo mesmo em situações de semelhante abundância relativa, e modelos de N-mistura podem lidar com problemas resultantes da detecção imperfeita[42][43]. Essas possibilidades serão consideradas em análises futuras.

### Efetividade das UCs federais

O principal objetivo do Programa Monitora é avaliar a efetividade das UCs federais no cumprimento de seus objetivos de conservação da biodiversidade. Nossos resultados sugerem que as UCs monitoradas têm sido efetivas para a conservação das espécies de aves e mamíferos alvo do Programa Monitora: a grande maioria das populações (92%) permaneceu estável e a média geométrica das abundâncias relativas não se desviou significativamente da linha de base durante todo o monitoramento. Embora seja um cenário alentador, algumas ressalvas são necessárias.

Primeiramente, as populações elegíveis para análise foram, por definição, as mais abundantes, representadas por espécies ecologicamente flexíveis e resilientes à pressão humana, como macacos-prego (*Sapajus apella*), cutias (*Dasyprocta* spp.) e jacus (*Penelope* spp.)[44][45][46]. Espécies abundantes podem ser determinantes de processos ecológicos[47] mas nem sempre são consideradas prioritárias para a conservação[48]. Por outro lado, espécies raras têm maior probabilidade de serem ameaçadas e frequentemente desempenham papel desproporcional no ecossistema[49][50]. Por exemplo, grandes carnívoros ocorrem naturalmente em baixas densidades, mas podem afetar toda a cadeia trófica e até mesmo a estrutura física de ecossistemas por meio de efeitos cascata[51][52]. O monitoramento de espécies raras, elusivas ou noturnas requer protocolos avançados, como por exemplo, o protocolo TEAM de armadilhamento fotográfico[53], adotado como protocolo avançado do Programa Monitora para vertebrados de médio e grande porte[54].

Outro ponto a considerar é que a duração do monitoramento foi curta em relação à longevidade das espécies-alvo[28]. Avaliações robustas de tendências populacionais requerem séries temporais mais longas, em muitos casos de mais de uma década[55]. Mesmo quando tendências são detectadas, elas podem ser apenas parte de ciclos populacionais mais longos,

com picos e vales. De fato, a maioria das populações animais apresenta dinâmica não-linear e requerem séries longas para detecção de tendências[55]. O Programa Monitora ainda está para completar uma década de existência e a adesão das UCs ao programa tem sido gradual[19]. Com o passar do tempo, o programa deve acumular séries temporais cada vez mais longas e o número de populações elegíveis para análise deve aumentar consideravelmente. Diante disso, espera-se que as inferências futuras sobre o estado e tendência do sistema sejam cada vez mais robustas.

Finalmente, a maioria das estações amostrais foi estabelecida em *áreas de referência*, via de regra em áreas íntegras no interior das UCs. Esse conjunto de estações corresponde a cenários ideais e pode não representar os gradientes de pressão que atuam sobre a biodiversidade na escala regional e/ou fora das UCs. Populações de vertebrados tem baixo risco de declínio em florestas estruturalmente íntegras[56] e sua biodiversidade em áreas protegidas tende a se manter estável ao longo do tempo[57]. Por outro lado, as pressões sobre a biodiversidade são certamente mais intensas na periferia e fora das UC onde declínios populacionais são mais prováveis[58][59]. Isso pode explicar por que nossos resultados contrastam com o Índice Planeta Vivo [*Living Planet Index – LPI*], que tem revelado severos declínios populacionais de vertebrados no domínio Neotropical[60]. Em suma, embora nossos resultados apontem para estabilidade da maioria das populações dentro do sistema de UCs, os padrões não são necessariamente generalizáveis para as florestas da Amazônia como um todo.

### Alertas apontados pelo programa

Embora a maioria das populações monitoradas tenha permanecido estável, detectamos declínios significativos para 11 populações em sete UCs, todas na porção oeste e sudeste da Amazônia e mais ou menos sujeitas aos efeitos do arco do desmatamento, região sujeita aos mais diversos impactos de origem antrópica e carente de uma política de desenvolvimento sustentável. Esta avaliação é conservadora, pois só consideramos como significativas as tendências em que o intervalo de 95% de credibilidade da taxa de crescimento não incluiu o zero. Programas de monitoramento da biodiversidade comumente adotam intervalos de credibilidade menos amplos, de 90% ou mesmo

80%[61][62]. Isso ocorre porque frequentemente é mais importante obter alertas antecipados do que estimativas precisas, e gestores precisam tomar decisões rápidas baseadas em informações incompletas, seguindo o princípio da precaução[62][63]. Nossa opção por um intervalo mais restritivo se deve ao alto grau de incerteza associada às estimativas, o que foi inevitável dado o baixo número de estações amostrais por UC e baixa detectabilidade da maioria das populações analisadas. Entre os declínios significativos destacamos as populações de *Tinamus* spp. para a RESEX Cazumbá-Iracema e do Rio Ouro Preto, unidades onde encontramos a espécie *T. tao*, popularmente chamada de “azulona”, uma espécie oficialmente ameaçada de extinção (Portaria MMA nº 148/2022).

Nossos modelos podem identificar declínios, mas não suas causas. Isso requer análises mais complexas, incluindo covariáveis preditoras representando pressões antropogênicas, e o aporte de conhecimento local, por exemplo por meio de consultas a populações residentes e gestores das UCs. Uma ferramenta de gestão que vem sendo construída no âmbito do Programa Monitora é o Encontro dos Saberes[64], momento em que os resultados do monitoramento de diferentes alvos são apresentados e discutidos com as comunidades residentes e de entorno das UCs. Por meio dessas trocas de saberes, é possível uma melhor definição de possíveis causas das reduções populacionais e, principalmente, elaborar estratégias regionais para a proteção dessas espécies.

### Considerações finais

Os dados apontam para uma tendência geral de estabilidade no conjunto de populações monitoradas, tanto considerando as tendências das populações individuais como as tendências para a média geométrica das abundâncias relativas. No entanto, os dados levantam alguns alertas para populações com declínios significativos.

Há grande demanda por dados de monitoramento da biodiversidade padronizados e integráveis, viabilizando avaliações do estado e tendências da biodiversidade em múltiplas escalas. Neste sentido, as estimativas de abundância relativa obtidas neste estudo podem servir como variáveis essenciais de biodiversidade (*Essential Biodiversity*

*Variables – EBVs*[11][65]. As EBVs são variáveis de estado e representam uma interface entre os dados brutos e indicadores derivados do estado da biodiversidade[12]. A padronização dos dados do Monitora na forma de EBVs pode facilitar a integração dos dados do Programa Monitora em análises mais amplas sobre o estado da biodiversidade[66].

## Agradecimentos

Agradecemos a todas as pessoas que participaram de qualquer etapa do Programa Monitora ao longo dos anos, incluindo, mas não se limitando, a comunidades locais, coletores de dados, voluntários, gestores de áreas protegidas, cientistas e técnicos.

## Referências

1. IPBES. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services 2019. Doi: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3553579>
2. Isbell F, Balvanera P, Mori AS, He JS, Bullock JM, Regmi GR et al. Expert perspectives on global biodiversity loss and its drivers and impacts on people. *Front Ecol Environ* 2023; 21: 94-103. Doi: <https://doi.org/10.1002/FEE.2536>
3. Butchart SHM, Walpole M, Collen B, Van Strien Arco, Scharlemann JPW, Almond REA et al. Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science* 2010; 328: 1164-1168. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1187512>.
4. Cowie RH, Bouchet P, Fontaine B. The sixth mass extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews* 2022; 97: 640-663. Doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
5. Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M et al. Status and ecological effects of the World's Largest Carnivores. *Science* 2014; 343: 1241484. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1241484>
6. Ripple WJ, Newsome TM, Wolf C, Dirzo R, Everatt KT, Galetti M et al. Collapse of the world's largest herbivores. *Sci Adv* 2015; 1: e1400103. Doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400103>
7. Capdevila P, Noviello N, McRae L, Freeman R, Clements CF. Global patterns of resilience decline in vertebrate populations. *Ecol Lett* 2022; 25: 240-251. Doi: <https://doi.org/10.1111/ele.13927>
8. McGraw DM. The story of the biodiversity convention: From negotiation to implementation. *Governing Global Biodiversity*, Routledge; 2017, p. 7-38. Doi: <https://doi.org/10.4324/9781315253930-2>
9. Colglazier W. Sustainable development agenda: 2030. *Science* 2015; 349: 1048-1050. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aad2333>
10. C.B.D. Secretariat. First draft of the Post-2020 Global Biodiversity Framework. CBD/WG2020/3/3. Montreal: 2021.
11. Pereira HM, Ferrier S, Walters M, Geller GN, Jongman RHG, Scholes RJ et al. Essential biodiversity variables. *Science* 2013; 339: 277-278. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.1229931>
12. Proença V, Martin LJ, Pereira HM, Fernandez M, McRae L, Belnap J, et al. Global biodiversity monitoring: From data sources to Essential Biodiversity Variables. *Biol Conserv* 2017; 213: 256-263. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.07.014>
13. Bhatt R, Gill MJ, Hamilton H, Han X, Linden H, Young BE. Uneven use of biodiversity indicators in 5th National Reports to the Convention on Biological Diversity. *Environ Conserv* 2020; 47: 15-21. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0376892919000365>.
14. Loh J, Green RE, Ricketts T, Lamoreux J, Jenkins M, Kapos V, Randers J. The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity. *Philos. Trans. R. Soc. B* 2005; 360(1454): 289-295. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1584>
15. Soberón J, Peterson AT. Monitoring biodiversity loss with primary species-occurrence data: toward national-level indicators for the 2010 target of the convention on biological diversity. *AMBIO* 2009; 38(1): 29-34. Doi: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-38.1.29>
16. Collen B, Ram M, Zamin T, McRae L. The tropical biodiversity data gap: Addressing disparity in Global Monitoring. 2008; 1: 75-88. Doi: <https://doi.org/10.1177/194008290800100202>
17. Dove S, Böhm M, Freeman R, Mcrae L, Murrell DJ et al. Quantifying reliability and data deficiency in global vertebrate population trends using the Living Planet Index. *Glob Chang Biol* 2023; 9(17): 4966-4982. Doi: <https://doi.org/10.1111/GCB.16841>
18. McRae L, Deinet S, Freeman R. The diversity-weighted living planet index: Controlling for taxonomic bias in a global biodiversity indicator. *PLoS One* 2017; 12: e0169156. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169156>

19. Monitora, Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, Andrade DFC de, Marini-Filho OJ et al. Social participation in the Brazilian National Biodiversity Monitoring Program leads to multiple socioenvironmental outcomes. *Citiz Sci* 2023; 8. Doi: <https://doi.org/10.5334/CSTP.582>
20. Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Oxford, UK: Oxford University Press; 2001.
21. Nobre R de A, Kinouchi MR, Constantino PAL, Pereira RC, Uehara-Prado M. Monitoramento da biodiversidade: roteiro metodológico de aplicação. Brasília, DF: 2015.
22. Peres CA, Cunha A. Manual censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transeção linear em florestas tropicais. Wildlife Conservation Society, Ministério do Meio Ambiente e ICMBio, Brasil 2011.
23. Munari DP, Keller C, Venticinque EM. An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammal populations in Amazonia. *Mammalian Biology* 2011; 76: 401-408. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.MAMBIO.2011.02.007>
24. De Thoisy B, Brosse S, Dubois MA. Assessment of large-vertebrate species richness and relative abundance in Neotropical forest using line-transect censuses: What is the minimal effort required? *Biodivers Conserv* 2008; 17: 2627-2644. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9337-0>
25. Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee-second edition. *Ornithology Research* 2021; 29: 94-105. Doi: <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
26. Quintela FM, da Rosa CA, Feijó A. Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. *An Acad Bras Cienc* 2020; 92: 1-57. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191004>
27. Peres CA, Janson CH. Species coexistence, distribution, and environmental determinants of neotropical primate richness: A community-level zoogeographic analysis. In: Fleagle J, Janson C, Reed K. *Primate Communities*, Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2009, p. 55-74.
28. Wauchope HS, Amano T, Sutherland WJ, Johnston A. When can we trust population trends? A method for quantifying the effects of sampling interval and duration. *Methods Ecol Evol* 2019; 10: 2067-2078. Doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13302>
29. Skalski JR, Ryding KE, Millsbaugh JJ. Wildlife demography: Analysis of sex, age, and count data. *Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age, and Count Data*. Burlington, USA: Elsevier Academic Press; 2005
30. Marsden SJ, Loqueh E, Takuo JM, Hart JA, Abani R, Ahon DB et al. Using encounter rates as surrogates for density estimates makes monitoring of heavily-traded grey parrots achievable across Africa. *Oryx* 2016; 50: 617-25. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0030605315000484>
31. Auger-Méthé M, Newman K, Cole D, Empacher F, Gryba R, King AA, Leos-Barajas V, Flemming JM, Nielsen A, Petris G, Thomas L. A guide to state-space modeling of ecological time series. *Ecol Monogr*. 2021; 91(4): e01470. Doi: <https://doi.org/10.1002/ecm.1470>
32. Daskalova GN, Myers-Smith IH, Godlee JL. Rare and common vertebrates span a wide spectrum of population trends. *Nat Commun* 2020; 11: 4394. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17779-0>
33. Kéry M, Schaub M. Bayesian population analysis using WinBUGS. Academic Press; 2012.
34. Plummer M. JAGS Version 4.0.0 user manual 2015: 1-41.
35. Su Y, Yajima M. R2jags: A Package for Running jags from R. Doi: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.R2jags>
36. Gelman A, Shirley K. Inference from simulations and monitoring convergence. In: Brooks S, Gelman A, Jones GL, Meng X-L. *Handbook of markov chain Monte Carlo*, Boca Raton: Chapman and Hall/CRC; 2011, p. 163-74.
37. Buckland ST, Studeny AC, Magurran AE, Illian JB, Newson SE. The geometric mean of relative abundance indices: a biodiversity measure with a difference. *Ecosphere* 2011; 2(9): 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1890/ES11-00186.1>
38. Buckland ST, Magurran AE, Green RE, Fewster RM. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philos. Trans. R. Soc. B* 2005; 360: 243-254. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1589>
39. Green E, McRae L, Harfoot M, Hill S, Simonson W, Baldwin-Cantello W. Below the canopy: plotting global trends in forest wildlife populations. 2019. WWF Report. WWF.
40. Van Strien AJ, Soldaat LL, Gregory RD. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecol Indic* 2012; 14: 202-208. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.07.007>
41. Westveer J, Freeman R, McRae L, Marconi V, Almond REA, Grooten M. A deep dive into the Living Planet Index: A Technical Report. Gland, Switzerland: 2022.

42. Barelli C, Oberosler V, Cavada N, Mtui AS, Shinyambala S, Rovero F. Long-term dynamics of wild primate populations across forests with contrasting protection in Tanzania. *Biotropica* 2023; 55(3): 617-627. Doi: <https://doi.org/10.1111/btp.13212>
43. Rossman S, Yackulic CB, Saunders SP, Reid J, Davis R, Zipkin EF. Dynamic N-occupancy models: Estimating demographic rates and local abundance from detection-nondetection data. *Ecology* 2016; 97: 3300-3307. Doi: <https://doi.org/10.1002/ecy.1598>
44. Parry LW, Barlow J, Peres CA. Large-vertebrate assemblages of primary and secondary forests in the Brazilian Amazon. *J Trop Ecol* 2007; 23: 653-662. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467407004506>
45. Peres CA. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian Forests. *Conservation Biology* 2000; 14: 240-253. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98485.x>
46. Sampaio R, Lima AP, Magnusson WE, Peres CA. Long-term persistence of midsized to large-bodied mammals in Amazonian landscapes under varying contexts of forest cover. *Biodivers Conserv* 2010; 19: 2421-2439. Doi: <https://doi.org/10.1007/S10531-010-9848-3/METRICS>
47. Sinclair ARE. Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. *Philos Trans R Soc Lond B* 2003; 358: 1729-1740. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1359>
48. Gaston KJ. The importance of being rare. *Nature* 2012 487: 46-47. Doi: <https://doi.org/10.1038/487046a>.
49. Dee LE, Cowles J, Isbell F, Pau S, Gaines SD, Reich PB. When do ecosystem services depend on rare species? *Trends Ecol Evol* 2019; 34: 746-58. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.TREE.2019.03.010>
50. Leitão RP, Zuanon J, Villéger S, Williams SE, Baraloto C, Fortune C et al. Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. *Proc R Soc Lond B* 2016; 283: 20160084. Doi: <https://doi.org/10.1098/RSPB.2016.0084>
51. Beschta RL, Ripple WJ. Can large carnivores change streams via a trophic cascade? *Ecohydrology* 2019; 12: e2048. Doi: <https://doi.org/10.1002/ECO.2048>
52. Terborgh J, Lopez L, Nuñez PV, Rao M, Shahabuddin G, Orihuela G et al. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 2001; 294: 1923-1926. Doi: <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1064397>
53. Jansen PA, Ahumada JA, Fegraus EH, O'Brien TG. TEAM: a standardised camera trap survey to monitor terrestrial vertebrate communities in tropical forests. In: Meek P, Fleming P, Ballard G, Banks P, Claridge A, Sanderson J et al.. Camera trapping: wildlife management and research, Collingwood, Australia: CISRO; 2014, p. 263-270.
54. Mendonça EN, Martins AKM, Albernaz AL, Carvalho Jr. EAR. Avaliação da efetividade da Reserva Biológica do Gurupi na conservação de vertebrados terrestres de médio e grande porte. *Biodiversidade Brasileira – BioBrasil* 2021; 11: 1-16. Doi: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i3.1769>
55. White ER. Minimum time required to detect population trends: The need for long-term Monitoring Programs. *Bioscience* 2019; 69: 40-46. Doi: <https://doi.org/10.1093/biosci/biy144>
56. Beaudrot L, Ahumada JA, O'Brien T, Alvarez-Loayza P, Boekee K, Campos-Arceiz A et al. Standardized assessment of biodiversity trends in Tropical Forest Protected Areas: The end is not in sight. *PLoS Biol* 2016; 14: e1002357. Soi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002357>
57. Pillay R, Watson JEM, Hansen AJ, Jantz PA, Aragon-Osejo J, Armenteras D et al. Humid tropical vertebrates are at lower risk of extinction and population decline in forests with higher structural integrity. *Nature Ecology & Evolution* 2022; 6: 1840-1849. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01915-8>
58. Benítez-López A, Alkemade R, Schipper AM, Ingram DJ, Verweij PA, Eikelboom JAJ et al. The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. *Science* 2017; 356: 180-183. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aaj1891>
59. Sampaio R, Morato RG, Abrahams MI, Peres CA, Chiarello AG. Physical geography trumps legal protection in driving the perceived sustainability of game hunting in Amazonian local communities. *J Nat Conserv* 2022; 67: 126175. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.JNC.2022.126175>
60. WWF. Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society. Gland, Switzerland: WWF; 2022.
61. Beaudrot L, Ahumada JA, O'Brien TG, Jansen PA. Detecting tropical wildlife declines through camera-trap monitoring: An evaluation of the Tropical Ecology Assessment and Monitoring protocol. *Oryx* 2019; 53: 126-129. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0030605318000546>

62. Myers N. Biodiversity and the Precautionary Principle. *Ambio* 2013; 22: 74-79. Doi: <https://doi.org/10.4324/9781849770583>.
63. Cooney R. Better safe than sorry? The precautionary principle and biodiversity conservation. *Oryx* 2004; 38: 357-358. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0030605304000705>
64. Tófoli CF, Rodrigues LS, Lemos PF, Lehmann D, Souza JM, Carvalho RR. Encontro dos saberes: uma nova forma de conversar a conservação. Nazaré Paulista/SP: Instituto de Pesquisas Ecológicas; 2021.
65. Schmeller DS, Weatherdon LV, Loyau A, Bondeau A, Brotons L, Brummitt N et al. A suite of essential biodiversity variables for detecting critical biodiversity change. *Biological Reviews* 2018; 93: 55-71. Doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12332>
66. Vihervaara P, Auvinen A-PP, Mononen L, Törmä M, Ahlroth P, Anttila S et al. How essential biodiversity variables and remote sensing can help national biodiversity monitoring. *Glob Ecol Conserv* 2017; 10: 43-59. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.01.007>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## First record of *Tonatia bidens* bats foraging on moss

Júlia Lins Luz<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4515-7442>

\* Contato principal

Elizabete Captivo Lourenço<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6136-708X>

Luciana de Moraes Costa<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8080-4954>

Fernando Israel Carneiro<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0009-0000-8747-8223>

Martha Lima Brandão<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8529-8202>

Caio Salles<sup>5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-9037-1942>

<sup>1</sup> Piper 3D – Pesquisa, Educação e Consultoria Ambiental, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <julialinsluz@yahoo.com.br>.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ, Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <betelouren1205@yahoo.com.br, costalucianam@gmail.com>.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica da Escola Nacional de Botânica Tropical/JBRJ, Rua Pacheco Leão, 2040, Solar da Imperatriz, Horto, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <fisraelcarneiro@gmail.com>.

<sup>4</sup> Fioantar – Vice presidência de produção e inovação em saúde/VPPIS/Fiocruz, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <brandaomarthal@gmail.com>.

<sup>5</sup> Associação Brasileira de Combate ao Lixo no Mar/ABLM; Programa de Pós-Graduação em Ecoturismo e Conservação/PPGEC, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/UNIRIO, Brasil. <caio@projetoeverdemar.com>.

Recebido em 31/01/2023 – Aceito em 31/07/2024

### Como citar:

Luz JL, Lourenço EC, Costa LM, Carneiro FI, Brandão ML, Salles C. First record of *Tonatia bidens* bats foraging on moss. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 1-6. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2397

**Keywords:** Bryophyte; Chiroptera; diet; dispersion.

**ABSTRACT** – Cases of bryophyte consumption by vertebrates are often presumed incidental. In this paper we reported, for the first time, the behavior of foraging in moss by bats, *Tonatia bidens* (Phyllostomidae), in the Cagarras Archipelago Natural Monument, Rio de Janeiro, Brazil. Due to bryophytes low nutritional value and digestibility, we suggest that obtaining water or forage for invertebrates may be the main objectives, and that this behavior can result in moss dispersion.



## Primeiro registro de morcegos *Tonatia bidens* forrageando em musgo

**Palavras-chave:** Briófitas;  
Chiroptera; dieta; dispersão.

**RESUMO** – Casos de consumo de briófitas por vertebrados são frequentemente considerados acidentais. Neste trabalho relatamos, pela primeira vez, o comportamento de forrageamento em musgo por morcegos, *Tonatia bidens* (Phyllostomidae), no Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras, Rio de Janeiro, Brasil. Devido ao baixo valor nutricional e digestibilidade das briófitas, sugerimos que a obtenção de água ou forrageio de invertebrados podem ser os principais objetivos, e que este comportamento pode resultar na dispersão de musgos.

## Primer registro de murciélagos *Tonatia bidens* alimentándose de musgo

**Palabras clave:** Briofita;  
Chiroptera; dieta; dispersión.

**RESUMEN** – Los casos de consumo de briofitas por parte de los vertebrados a menudo se presumen incidentales. En este artículo reportamos, por primera vez, el comportamiento de forrajeo en musgo por murciélagos, *Tonatia bidens* (Phyllostomidae), en el Monumento Natural Archipiélago de Islas Cagarras, Río de Janeiro, Brasil. Debido al bajo valor nutricional y digestibilidad de las briófitas, sugerimos que la obtención de agua o forraje para los invertebrados puede ser el objetivo principal, y que este comportamiento puede resultar en la dispersión del musgo.

## Introduction

Bats have diverse feeding habits, and can be separated into guilds of carnivores, piscivores, insectivores, hematophagous, frugivorous, nectarivorous and omnivorous[1]. Parsons and others[2] recorded for the first and only time, until now, bryophyte consumption by bats. They demonstrate a case of bryophyte dispersal via the gut of the spectacled flying fox bats, *Pteropus conspicillatus* (Pteropodidae), in Australia. This study suggested that bryophytes were consumed coincidentally with grooming, rather than directly targeted as a dietary item. A variety of microorganisms and invertebrates commonly found in association with bryophytes (e.g. cyanobacteria, algae, and nematodes) were found living in the cultured bryophyte fragments[2].

Bryophytes contribute to water filtration, nutrient retention and nitrogen fixation[3]. However, due to their low nutritional value and digestibility, cases of bryophyte consumption by vertebrates are often presumed incidental[2][4]. Co-dispersal of other organisms by vertebrates is an area in need of

far greater investigation[5], as indicated by the fact that the first records of endozoochory of bryophyte fragments by bats were not been published until the 21st Century.

Some studies demonstrated the dispersion of bryophytes by birds and mammals, through endo-, epi- or synzoochory. Barbé and others[6], Pauliuk and others[7], and Heinken and others[8] found in small mammals, in sheep, and in roe deer and wild boar, respectively, diaspores attached to the animal body. These studies suggests that dispersal of bryophytes by mammals might be underestimated in its importance. Lewis and others[9] found diaspore attached to the feather of a transequatorial migrant bird, and many birds use mosses as nesting material[4][10]. In South America, Russo and others[11] detected bryophyte fragments in more than 80% of birds' faecal samples. Wilkinson and others[12] demonstrated that viable fragments can be recovered from waterbird faeces. Larger rodents make use of bryophytes, particularly for nesting materials, but a few eat them. Many rodents have mosses in the gut and feces, but these often seem to be the result of accidental intake[13].

Bats provide ecosystem services that are critically important, as pollinators and seed dispersers for hundreds of plant species and as agents of suppression of arthropod herbivores and insect pest species[14]. Due to their ability to make large displacements, bats are able to disperse pollen and diaspores over long distances. However, we still do not know the importance of bryophytes in bat feeding, nor of bats in bryophytes dispersion[2].

## Case description

In 2019 we started a project for preliminary survey of terrestrial mammals of the Cagarras Archipelago Natural Monument (MONA Cagarras), a protect area created in 2010 and located 5 km off Ipanema, a major beach of the southern Rio de Janeiro, Brazil. The Cagarras Islands and the surrounding waters have been declared a Hope Spot by international marine conservation nonprofit Mission Blue (<https://missionblue.org/hope-spots/>). In January 2021 we mist-netted five individuals of *Tonatia bidens* (Phyllostomidae, Chiroptera) in Redonda Island (23°04'09"S; 43°11'40"W), two at the beginning of the night and three already at dawn.

After data collection and marking, these three individuals were released between the rocks (Figure 1A). One individual then moved into a rocky crevice covered by bryophytes, and actively feeds on it. To the best of our knowledge, this is the first time that such a behavior of foraging on bryophytes by bats has been visualized and filmed (supplementary material – video).

## Discussion

The known diet of *Tonatia bidens* consists of insects, especially Lepidoptera, Coleoptera and Orthoptera, small vertebrates, and fruits to a lesser extent[15][16][17][18]. It has been classified as a gleaning insectivore by Kalko and others[1] but Felix and others[18] suggests this bat as omnivorous as other food items, like birds, mammals and fruits, were also reported.

Considering the low nutritional value of bryophytes[4], we suggest that the ingestion by bats in the Cagarras Islands aims to obtain fresh water, since

no water bodies, like lakes or rivers, are available in this archipelago. In Scandinavia, Hansson[19] suggested that the need of water can explain the consumption of mosses by small rodents. Some chimpanzees (*Pan troglodytes*) in African rainforests have learned to use the pendent mosses as sponges to gather water from tree holes and other places difficult to be reached, while researchers suggested that wombats, in Austrália, might ingest mosses for drinking the water retained on them[20]. The Hawaii Mamo (*Drepanis pacifica*), in the Sandwich Isles of Hawaii, obtains water from the epiphytic mosses[21] and some snakes use bryophytes to rehydrate[22].

Another possibility is that bats forage for invertebrates among the bryophytes[4]. Many grubs, beetles, bugs, worms, mites, spiders, and other macroinvertebrates may reside among the bryophytes, and are desirable food for insectivorous bats. However, in the present study the behavior of licking the moss was also observed, suggesting that obtaining water may be the main objective.

It is possible that bats disperse bryophytes by epizoochory as fragments attaches to this mammal body (Figure 1B). Barbé and others[6] demonstrated that ground-dwelling small mammals represent important dispersers of bryophytes, since half of the trapped individuals carried viable bryophyte, and concluded that the persistence of bryophyte metapopulations depends on them in connecting fragmented populations. Pauliuk and others[7] conclude that sheep are important dispersal vectors with the potential of long-range dispersal for bryophytes. Heinken and others[8] found that the significance of epizoochorous transport of bryophytes is comparable to that of phanerogams in deciduous forest in Germany.

The next steps will be to analyze *T. bidens*'s faeces and to collect a Bryophyte sample for identification. It is possible that a greater number of bat species feed on moss and this result may have very general implications, from physiological to ecological perspectives. This note highlights the possibility of bats feeding on bryophytes themselves or consuming invertebrates or water contained on them, with potential consequences for bryophytes dispersal, thus encouraging researchers to look for these organisms in faeces of different bat species.

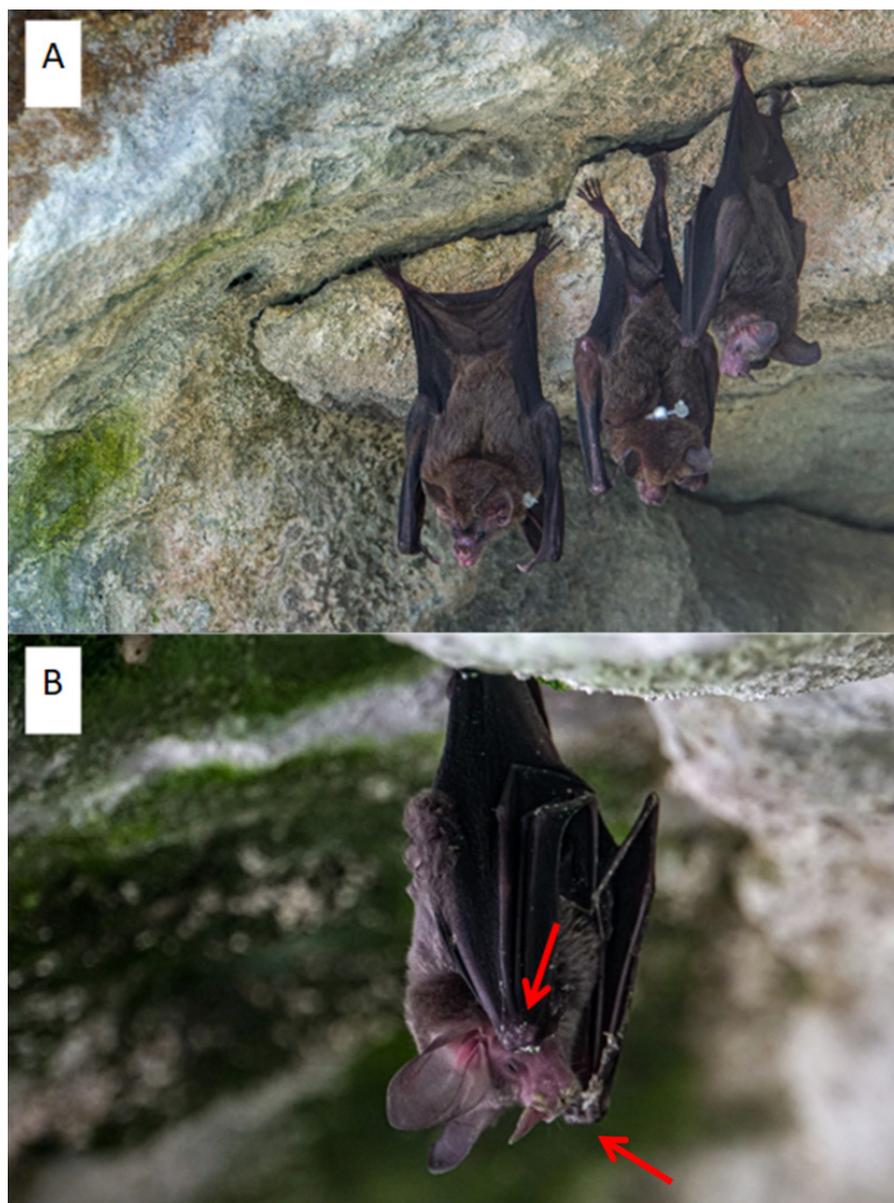


Figure 1 – A: Three individuals of *Tonatia bidens* (Phyllostomidae, Chiroptera) released between the rocks in Redonda Island, Rio de Janeiro, Brazil (Photo: Caio Salles). B: Individual of *Tonatia bidens* (Phyllostomidae, Chiroptera) with bryophytes fragments attached to its body in Redonda Island, Rio de Janeiro, Brazil (Photo: Caio Salles).

## Acknowledgements

Flávio Carneiro Pinheiro, Helena de Godoy Bergallo, Lena Geise and Tatiana Teixeira Leite Ribeiro supported fieldwork. LMC and ECL thank Programa de Apoio à Pesquisa e Docência (PAPD) for the benefit granted by the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) and F.I.C. thanks

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for scholarship.

**Funding:** Projeto Ilhas do Rio - Phase 4, curated by WWF-Brazil and sponsored by Associação IEP and JGP; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)/Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras.

## References

1. Kalko EKV, Handley CO, Handley D. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: Cody ML, Smallwood JA. Long-term studies of vertebrate communities. Burlington: Academic; 1996. p. 503-553.
2. Parsons JG, Cairns A, Johnson CN, Robson SKA, Shilton LA, Westcott DA. Bryophyte dispersal by flying foxes: a novel discovery. *Oecologia*. 2007 Jan; 152: 112-114. Doi: 10.1007/s00442-006-0639-1
3. Cusack DF, Silver W, McDowell WH. Biological nitrogen fixation in two tropical forests: ecosystem-level patterns and effects of nitrogen fertilization. *Ecosystems*. 2009 Oct; 12: 1299-1315. doi: 10.1007/s10021-009-9290-0
4. Glime JM. Birds. In: Glime JM. Bryophyte Ecology. Bryological Interaction. Michigan: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists; 2017a. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>
5. Tesson SVM, Okamura B, Dudaniec RY, Vyverman W, Löndahl J, Rushing C, Valentini A, Green AJ. Integrating micro and macro-organism dispersal: modes, techniques and challenges with particular focus on co-dispersal. *Ecoscience*. 2016; 22: 109-124. Available from: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/137723/1/Tesson\\_etal\\_Ecoscience\\_MS\\_submission\\_DigitalCSIC.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/137723/1/Tesson_etal_Ecoscience_MS_submission_DigitalCSIC.pdf)
6. Barbé M, Chavel ÉE, Fenton NJ, Imbeau L, Mazerolle MJ, Drapeau P, Bergeron Y. Dispersal of bryophytes and ferns is facilitated by small mammals in the boreal forest. *Ecoscience*. 2016 Nov; 23: 67-76. doi: 10.1080/11956860.2016.1235917
7. Pauliuk F, Müller J, Heinken T. Bryophyte dispersal by sheep on dry grassland. *Nova Hedwigia*. 2011 May; 92: 327-341. doi: 10.1127/0029-5035/2011/0092-0327
8. Heinken T, Lees R, Raudnitschka D, Runge S. Epizoochorous dispersal of bryophyte stem fragments by roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of Bryology*. 2001 Jul; 23: 293-300. doi: 10.1179/jbr.2001.23.4.293
9. Lewis LR, Behling E, Gousse H, Qian E, Elphick CS, Lamarre J-F, Bêty J, Liebezeit J, Rozzi R, Goffinet B. First evidence of bryophyte diaspores in the plumage of transequatorial migrant birds. *PeerJ*. 2014 Jun; 2: e424. Available from: <https://peerj.com/articles/424/>
10. Osorio-Zuñiga F, Fontúrbel FE, Rydin H. Evidence of mutualistic synzoochory between cryptogams and hummingbirds. *Oikos*. 2014 May; 123: 553-558. doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.01027.x
11. Russo NJ, Robertson M, Mackenzie R, Goffinet B, Jiménez JE. Evidence of targeted consumption of mosses by birds in sub-Antarctic South America. *Austral Ecology*. 2020 Jan; 45: 399-403. doi: 10.1111/aec.12858
12. Wilkinson DM, Lovas-Kiss A, Callaghan DA, Green AJ. Endozoochory of large bryophyte fragments by waterbirds. *Cryptogamie, Bryologie*. 2017 Apr; 38: 223-228. doi: 10.7872/cryb/v38.iss2.2017.223
13. Glime JM. Rodents. In: Glime JM. Bryophyte Ecology. Bryological Interaction. Michigan: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists; 2016. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>
14. Voigt C, Kingston T. Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Cham: Springer; 2016. Available from: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-25220-9>
15. Martuscelli P. Avian predation by Round-eared bat (*Tonatia bidens*, Phyllostomidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology*. 1995 Aug; 11: 461-464. Available from: <https://www.jstor.org/stable/2560229>
16. Barquez RM, Mares MA, Braun JK, editors. The bats of Argentina. Lubbock: Special Publications, Museum Texas Tech University; 1999. doi: 10.5962/bhl.title.142628
17. Esbérard CEL, Bergallo HG. Aspectos sobre a biologia de *Tonatia bidens* (Spix) no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 2004 Jun; 21(2): 253-259. doi: 10.1590/S0101-81752004000200014
18. Felix S, Novaes, RLM, Souza, RF, Santori, RT. Diet of *Tonatia bidens* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area, southeastern Brazil: first evidence for frugivory. *Mammalia*. 2013; 77(4): 451-454. doi: 10.1515/mammalia-2012-0117
19. Hansson L. Small Rodent Food, Feeding and Population Dynamics: A Comparison between Granivorous and Herbivorous Species in Scandinavia. *Oikos*. 1971; 22(2): 183-198. doi: 10.2307/3543724
20. Glime JM. Large Mammals. In: Glime JM. Bryophyte Ecology. Bryological Interaction. Michigan: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists; 2018. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>

21. Perkins RCL. Vertebrata. Aves. In: Sharp D. Fauna Hawaiiensis or the Zoology of the Sandwich (Hawaiian) Isles. C. J. Clay and Sons, Cambridge University Press Warehouse, London; 1903. Apud: Glime JM. Birds. In: Glime JM. Bryophyte Ecology. Bryological Interaction. Michigan: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists; 2017a. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>

22. Glime JM. Reptiles. In: Glime JM. Bryophyte Ecology. Bryological Interaction. Michigan: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists; 2017b. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Ciência cidadã aplicada à conservação de uma espécie ameaçada: o caso do papagaio-de-peito-roxo

Alex Augusto Abreu Bovo<sup>1,3\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-9457-5301>

\* Contato principal

Marina Somenzari<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-1706-7175>

Eduardo Roberto Alexandrino<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3088-4524>

Nêmora Pauletti Prestes<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3291-2955>

Jaime Martinez<sup>4,5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7164-1951>

Katia Maria Paschoaletto Micchi de Barros Ferraz<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7870-8696>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres/CEMAVE, Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, BR-230, Km 10, Cabedelo/PB, Brasil. <alex\_bovo@hotmail.com>.

<sup>2</sup> Zoológico de São Paulo, Reserva Paulista, São Paulo/SP, Brasil. <masomenzari@gmail.com>.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo/USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, Laboratório de Ecologia, Manejo e Conservação de Fauna/LEMaC, Piracicaba/SP, Brasil. <alex\_bovo@hotmail.com, eduardoalexandrino@hotmail.com, katia.ferraz@usp.br>.

<sup>4</sup> Projeto Charão. Associação Amigos do Meio Ambiente, Departamento de Vida Silvestre/AMA, Passo Fundo/RS, Brasil. <prestes@upf.br, martinez@upf.br>.

<sup>5</sup> Universidade de Passo Fundo/UPF, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Passo Fundo/RS, Brasil. <martinez@upf.br>.

Recebido em 06/03/2023 – Aceito em 15/07/2024

### Como citar:

Bovo AAA, Somenzari M, Alexandrino ER, Prestes NP, Martinez J, Ferraz KMPMB. Ciência cidadã aplicada à conservação de uma espécie ameaçada: o caso do papagaio-de-peito-roxo. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(3): 7-18. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2421

**Palavras-chave:** *Amazona vinacea*; cientista cidadão; modelagem de distribuição de espécies.

**RESUMO** – A modelagem de distribuição de espécies (MDE) usa dados de presença para identificar áreas adequadas às espécies e auxiliar no planejamento para a conservação. Dados oriundos de ciência cidadã podem preencher a lacuna de informações, possibilitando a construção de bons modelos para espécies ameaçadas. Neste estudo, avaliamos o potencial da ciência cidadã para prover dados acurados para a MDE, utilizando o caso do papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*). Construímos uma base de dados de presença fornecida pelos especialistas e pesquisadores de campo e identificamos municípios com registros de presença no WikiAves, mas ausentes em nossa base de dados.



Solicitamos para 233 usuários as coordenadas acuradas de registros em 104 municípios, e usamos área de ocupação (AOO), extensão de ocorrência (EOO) e representatividade nas ecorregiões para analisar o acréscimo de informações. Recebemos respostas de 121 usuários (52%) com 122 registros acurados em 69 municípios. A AOO e EOO aumentaram 27% e 6%, respectivamente, e o número de ecorregiões representadas aumentou de sete para oito, sendo que em quatro o número de registros mais que dobrou. As informações recebidas possibilitaram preencher a lacuna existente na base de dados de presença em Minas Gerais e Espírito Santo, permitindo a construção de um MDE mais robusto para orientar ações de conservação. Este trabalho fornece uma evidência de que a ciência cidadã é uma poderosa ferramenta para a ciência e conservação, e aponta dois aspectos para torná-la ainda mais efetiva: a coleta de mais registros acurados pelos observadores de aves e a disponibilização dessas informações nas plataformas de ciência cidadã.

### Citizen science applied to a threatened species conservation: the vinaceous-breasted parrot case

**Keyword:** *Amazona vinacea*; citizen scientist; Species distribution modeling.

**ABSTRACT** – Species distribution modeling (SDM) uses presence data to identify suitable areas and guide conservation planning. Citizen science data can fill the gap of information, fomenting model building for threatened species. Here we evaluate the potential of citizen science to generate accurate data to SDM, using vinaceous-breasted parrot (*Amazona vinacea*) as a case. We built a presence database from expert and field researchers, and identified municipalities with presence records in WikiAves, but absents in our database. We asked for accurate coordinates to 233 users with records in 104 municipalities, and used area of occupancy (AOO), extension of occurrence (EOO) and ecoregions representativity to analyze the increment of new records. A total of 121 users replied sending 122 accurate records in 69 municipalities. AOO and EOO increased 27% and 6%, respectively, and the number of ecoregions with records increased from seven to eight, and in four of them the number of records more than doubled. The information we received filled the presence database gap in Minas Gerais and Espírito Santo, allowing the development of a more robust SDM to guide conservation actions. This work provides evidence that citizen science is a powerful tool for science and conservation, and highlights two aspects to make it even more effective: collecting more accurate records by birdwatchers and making them available on citizen science platforms.

### Ciencia ciudadana aplicada a la conservación de una especie en peligro de extinción: el caso del loro vinoso

**Palabras clave:** *Amazona vinacea*; científico ciudadano; modelación de distribución de especies.

**RESUMEN** – La modelación de distribución de especies (MDE) utiliza datos de presencia para identificar áreas adecuadas a las especies y ayudar en el planeamiento para la conservación. Datos de la ciencia ciudadana podrían rellenar el vacío de informaciones, permitiendo la construcción de buenos modelos para especies amenazadas. En este estudio, evaluamos el potencial de la ciencia ciudadana para proveer datos precisos para el MDE, utilizando el caso del loro vinoso (*Amazona vinacea*). Construimos una base de datos de presencia proveída por los especialistas e investigadores de campo e identificamos ciudades con registros de presencia en el WikiAves, pero ausentes en nuestra base de datos. Solicitamos las coordenadas exactas para 233 usuarios con registros en 104 ciudades y utilizamos área de ocupación (AOO), extensión de ocurrencia (EOO) y

representatividad en las eco-regiones para analizar el aumento de informaciones. Recibimos respuestas de 121 usuarios (52%) con 122 registros exactos en 69 ciudades. La AOO y EOO aumentaron el 27% y el 6 % respectivamente, y el número de eco-regiones representadas aumentó de siete para ocho, siendo que en cuatro el número de registros más que dobló. Las informaciones enviadas posibilitaron rellenar el vacío existente en la base de datos de presencia en Minas Gerais y Espírito Santo, permitiendo la construcción de un MDE más fuerte para orientar acciones de conservación. Ese trabajo fornece una evidencia de que la ciencia cidadana es una poderosa herramienta para la ciencia y conservación y apunta dos aspectos para tornarla todavía más efectiva: la recolección de más registros exactos por observadores de aves y la disponibilidad de esas informaciones en las plataformas de la ciencia cidadana.

## Introdução

Em um cenário onde a perda de biodiversidade é crescente e os recursos voltados para a conservação são escassos, ferramentas que auxiliam no planejamento para conservação são cruciais para aumentar a eficiência dos esforços e recursos investidos. Um exemplo de ferramenta aplicada para o planejamento de conservação de espécies é a modelagem de distribuição de espécie (MDE), que, a partir de dados de presença de uma espécie e de informações ambientais, permite a identificação de locais com maior adequabilidade ambiental, associados às áreas com maior probabilidade de presença da espécie[1]. A MDE tem sido aplicada com sucesso para busca de novas populações[2], identificação de áreas e corredores prioritários[3][4] [5] e previsão de impactos causados por perda de *habitat* [6], entre outros usos.

Para a MDE aplicada à conservação, é fundamental a utilização de registros acurados de presença, ou seja, registros associados a coordenada geográfica do local exato onde a espécie estava quando foi registrada, e que estejam bem distribuídos de modo a caracterizar ambientalmente toda a área de distribuição da espécie. Registros que contenham como única informação espacial disponível a localidade (município, unidade de conservação, propriedade particular, etc.) devem ser descartados deste tipo de análise, pois sua utilização pode inserir informações incertas e fazer com que os resultados sejam pouco confiáveis[7].

Nesse contexto, a ciência cidadã tem sido reconhecida como fonte de dados para preencher lacunas de informações sobre a biodiversidade[8] [9], em especial para prover dados de presença de

diversas espécies, que podem ser compilados para a utilização na MDE[10]. A ciência cidadã pode ser definida como a “participação de não-profissionais em investigações científicas”[11][12], e esta pode ir desde a coleta de dados até a abordagem de questões científicas[13]. Um grande aumento e popularização de diversas plataformas de ciência cidadã (e.g. eBird, iNaturalist e WikiAves), especialmente no grupo das aves, ocorreu nos últimos anos, e os dados oriundos dessas plataformas têm sido utilizados com sucesso em estudos científicos, envolvendo migração[14][15] [16] e tendências populacionais[17], por exemplo.

Entre as muitas espécies ameaçadas que necessitam de ações de conservação, está o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), uma espécie da família Psittacidae que ocorre no Brasil, da Bahia ao Rio Grande do Sul, Argentina e Paraguai[18][19] [20]. É considerado endêmico da Mata Atlântica[21], embora possua registros nos biomas limítrofes[20]. Sua alimentação é composta principalmente por frutos e sementes[22][23], nidifica em cavidades de árvores[18] e pode ser observado em casais ou em grandes bandos[22]. Na maior parte da sua distribuição, a espécie é associada à araucária (*Araucaria angustifolia*), de forma que o pinhão é o principal recurso alimentar para a espécie durante o inverno.

Devido à perda e fragmentação de *habitat* e ao comércio ilegal de animais silvestres, a espécie é classificada globalmente como em perigo de extinção (EN)[24], nacionalmente como vulnerável (VU) [25] e está presente em todas listas estaduais de espécies ameaçadas de extinção dos estados onde ocorre: EN no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Espírito Santo; VU no Paraná, Rio de Janeiro e Minas Gerais, e criticamente ameaçada (CR) em

São Paulo e Bahia[26][27][28][29][30][31][32]. Para mitigar as ameaças à espécie visando promover a sua conservação, são necessárias ações que vêm sendo planejadas e implementadas principalmente pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Papagaios (PAN Papagaios[33][34]) e mais recentemente, pelo PAN Aves da Mata Atlântica, e que são baseadas em diversas informações sobre a espécie, como os locais onde ocorre.

A despeito de mais de 20 anos de trabalhos dedicados a conservação da espécie, o conhecimento científico sobre o papagaio-de-peito-roxo é majoritariamente proveniente de pesquisas desenvolvidas na porção sul da distribuição, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul[22][23][35][36]. Em outras regiões, como no sul de São Paulo/norte do Paraná e na divisa de São Paulo com Minas Gerais (Serra da Mantiqueira), projetos recentes começaram a investigar aspectos populacionais da espécie[36][37]. Na porção norte de sua distribuição, especialmente nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, existem apenas dados pontuais[38] e os poucos registros documentados da espécie são oriundos de listas de assembleias de aves[39]. Essa baixa quantidade de informação da maior parte da área de ocorrência do papagaio-de-peito-roxo prejudica a construção de bons modelos de distribuição e, conseqüentemente, limita o potencial da ferramenta.

Neste caso, a forma encontrada para aumentar a quantidade de informações sobre a ocorrência da espécie foi consultar registros depositados em plataformas de ciência cidadã. No Brasil, a plataforma mais popular é o WikiAves[40][41] com mais de 42000 usuários cadastrados e 5 milhões de registros, dos quais 2.301 são de papagaio-de-peito-roxo (dados de agosto de 2022). Porém, a quantidade destes registros que conta com coordenada geográfica acurada é extremamente baixa (cerca de 2%; [42]), além de não estarem disponíveis aos usuários, com acesso vinculado à solicitação à administração do site.

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da ciência cidadã para prover dados acurados para a MDE com a finalidade de serem aplicados na conservação da espécie. Usamos o papagaio-de-peito-roxo como um estudo de caso para

complementar, com informações enviadas por meio da interação com observadores de aves, a base de dados coletados por cientistas. Este trabalho ressalta a importância da coleta de dados acurados, particularmente no caso dos observadores de aves, e como ela pode beneficiar a conservação de espécies ameaçadas.

## Material e Métodos

Construímos o banco de dados de presença do papagaio-de-peito-roxo com registros coletados a partir do ano de 2002 por pesquisadores em projetos envolvendo ecologia e conservação[22], dieta[23], dispersão de sementes[35] e estimativas populacionais[36] da espécie. Utilizamos o ano de 2002 como limite para a inclusão de dados porque dados anteriores a esse período (dados históricos) poderiam representar áreas que já foram alteradas e não possuem mais *habitat* para a presença da espécie. O banco de dados foi construído com registros contendo principalmente data, coordenadas geográficas e método de registro, além de outras informações adicionais, e após sua construção, identificamos regiões com ausência de informações acuradas (Figura 1).

Em seguida, selecionamos 104 municípios com registros do papagaio-de-peito-roxo postados no WikiAves, mas que ainda não constavam na nossa base de dados, e entramos em contato com todos os autores ( $n = 233$  usuários), solicitando as coordenadas geográficas acuradas dos mesmos (latitude e longitude). A limitação da abordagem a esses municípios foi devido ao objetivo de buscar pontos de presença em locais ainda não presentes em nossa base de dados para melhor uso na MDE. Enviamos as solicitações para cada usuário através do próprio site em fevereiro e março de 2020, quando também pedimos o envio de possíveis outros registros da espécie, independentemente do município em que tivessem sido feitos. Embora outras plataformas existam e tenham dados disponíveis, focamos no WikiAves por ser a plataforma mais popular no Brasil e por se adequar ao nosso objetivo, permitindo testar se o uso de informações provenientes de cidadãos cientistas podem ser utilizadas para a conservação aplicada de uma espécie ameaçada.

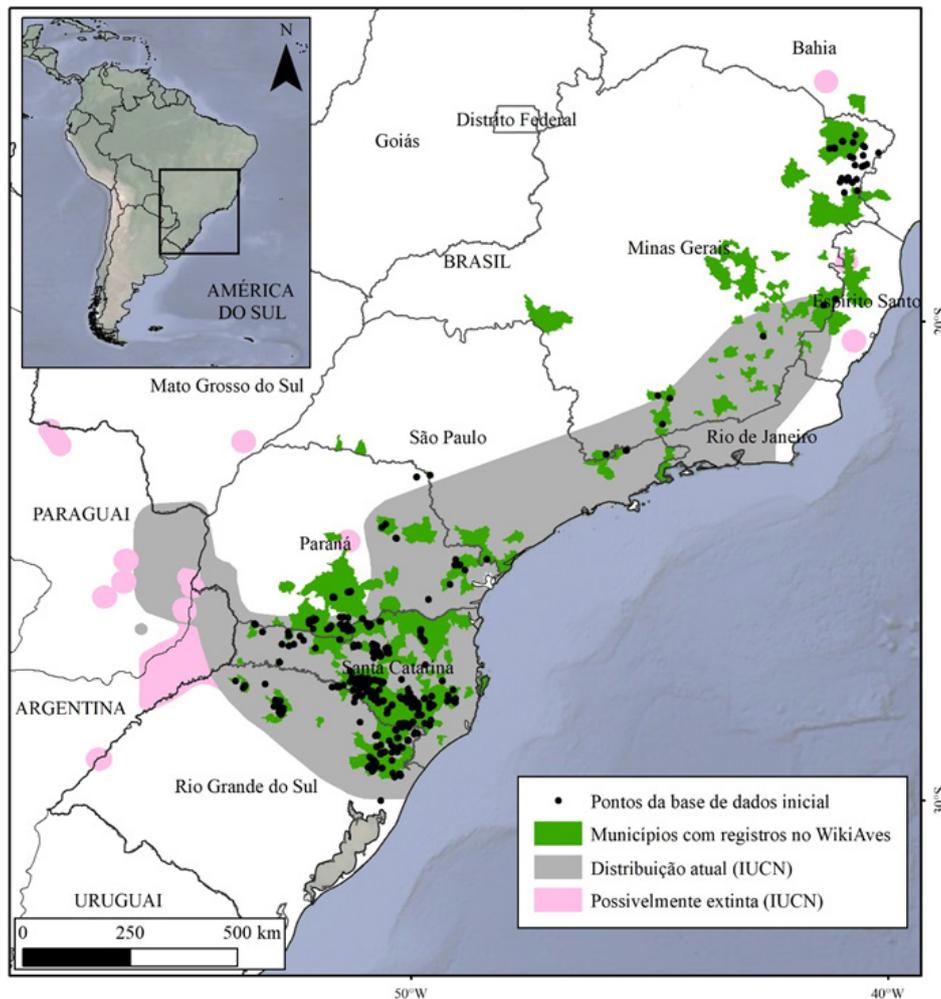


Figura 1 – Pontos de presença da base de dados inicial do papagaio-de-peito-roxo (i.e. registros oriundos de pesquisadores ao longo de diversos projetos envolvendo a espécie), área dos municípios com registros da espécie no WikiAves e a distribuição da espécie de acordo com a IUCN[24].

Para medir a mudança na representatividade dos pontos após a inclusão dos dados enviados pelos observadores de aves, utilizamos a área de ocupação (AOO), a extensão de ocorrência (EOO) e a quantidade de pontos em cada ecorregião. A AOO e EOO são amplamente utilizadas como parâmetros para representar a distribuição de uma espécie[43]. A AOO representa a soma da área de todas as células com presença da espécie em uma grade de 2 km de resolução, enquanto a EOO é a área dentro do mínimo polígono convexo dos registros[43]. Ambas medidas são importantes e complementares que representam o quão grande é a área de distribuição de uma espécie (EOO) e o quanto a espécie se distribui dentro dessa área (AOO), destacando tanto espécies que possuem distribuição restrita, quanto aquelas que possuem apenas populações pontuais dentro de uma grande área de distribuição.

Essas medidas foram calculadas no ambiente R[44] utilizando o pacote ConR[45]. Utilizamos o mapa de ecorregiões terrestres do mundo[46] para classificar os pontos de acordo com a fitofisionomia e analisar a representatividade dos dados nas diferentes formações em que a espécie ocorre. O mapa de ecorregiões apresenta uma classificação mais detalhada que a de bioma, dividindo a Mata Atlântica, por exemplo, em áreas de campos nativos, florestas úmidas próximas da costa e florestas de interior, por exemplo. Essa caracterização foi utilizada para identificar se o acréscimo de informações de ciência cidadã aumentou a abrangência dos dados em questão de representatividade dos diferentes ambientes utilizados pelo papagaio-de-peito-roxo.

Como a base de dados possui algumas agregações de pontos utilizamos uma rarefação espacial de 1 km para os cálculos envolvendo a

presença de pontos em ecorregiões[47]. Essas agregações são originadas, principalmente, por pontos coletados em diferentes anos ou por diferentes pessoas nos mesmos locais e por dados oriundos de monitoramento por telemetria. Utilizar todos os pontos poderia enviesar a análise dos dados espaciais, visto que mais pontos em áreas onde já existem registros, são redundantes para o modelo/ algoritmo, em comparação com pontos em novas áreas e que trazem novas informações para o banco de dados. A rarefação é uma técnica que exclui pontos que estão a uma distância menor que uma distância estabelecida, como 1 km nesse caso. Assim, as aglomerações de pontos presentes em uma distância menor que 1 km foram, ao final, representadas por um único ponto.

## Resultados

Recebemos respostas de 121 dos usuários consultados (52%), dos quais 53 possuíam registros

acurados do papagaio-de-peito-roxo, e assim, contribuíram com 122 registros da espécie (1 a 23 registros por usuário; Figura 2). O número de usuários com registros acurados corresponde a 44% dos usuários que responderam ao nosso contato. Esses registros estão distribuídos por 69 municípios, dos quais 57 não estavam representados em nossa base de dados. Suas coordenadas foram adicionadas à base de dados construída com pontos coletados por especialistas e aumentaram notavelmente a abrangência dos registros acurados de papagaio-de-peito-roxo (Figura 3). As principais adições obtidas são provenientes dos estados de Santa Catarina (registros em 29 municípios, dos quais 22 novos para a base de dados), Minas Gerais (25 municípios, 23 novos) e Espírito Santo (7 municípios novos). O número de municípios com registros acurados aumentou de 111 para 168 ao acrescentarmos as informações fornecidas pelos observadores de aves.

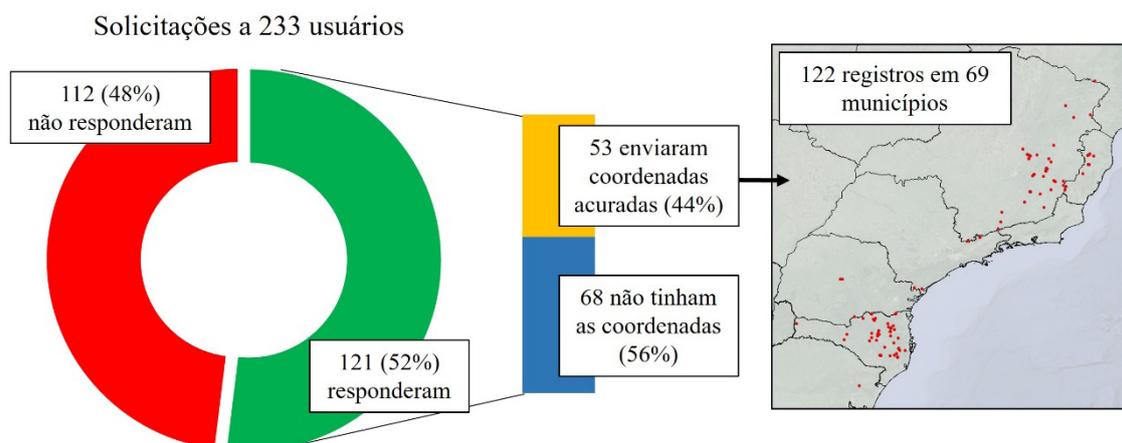


Figura 2 – Representação da quantidade de usuários contactados, respostas e coordenadas acuradas recebidas.

Ambas as métricas para quantificar a distribuição da espécie, AOO e EOO, aumentaram com o acréscimo dos pontos de ciência cidadã, sendo o maior aumento (27%) na AOO, de 1.444 km<sup>2</sup> para 1.828 km<sup>2</sup>, enquanto o da EOO foi de 6% (Tabela 1). Os pontos oriundos de ciência cidadã aumentaram

a quantidade de pontos em sete ecorregiões, sendo que em cinco delas corresponderam a mais de 50% do número final de pontos, além de ser a única fonte de registros para a ecorregião “Floresta Costeira da Bahia”.

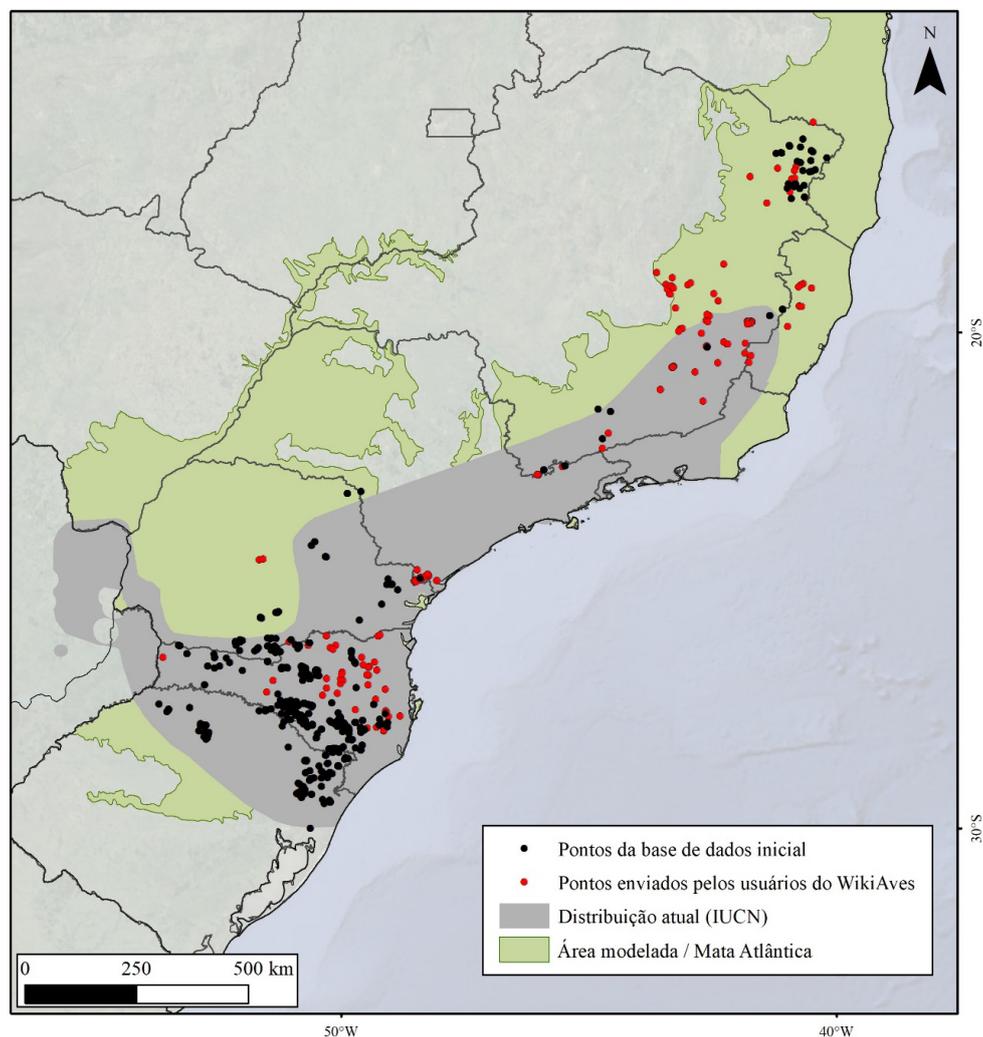


Figura 3 – Pontos de presença presentes na base de dados inicial (i.e., registros oriundos de pesquisadores ao longo de diversos projetos envolvendo a espécie), os pontos enviados pelos usuários do WikiAves, o limite da distribuição atual da espécie de acordo com a IUCN [24] e a área modelada da espécie[48].

Tabela 1 – Métricas utilizadas para comparar as informações da base de dados inicial e após a adição dos dados de ciência cidadã.

	Base inicial	Base inicial + ciência cidadã	Acréscimo (% do total)
<b>Número de pontos</b>			
Número total de pontos	3.851	3.973	122 (3%)
Pontos após rarefação	393	486	93 (19%)
<b>Distribuição geográfica</b>			
Área de ocupação (AOO, em km <sup>2</sup> )	1.444	1.828	384 (21%)
Extensão de ocorrência (EOO, em km <sup>2</sup> )	581.507	619.226	37.719 (6%)
<b>Número de pontos por ecorregião</b>			
Florestas de Araucária	330	363	33 (9%)
Florestas do Interior da Bahia	29	65	36 (55%)
Campos sulinos	17	17	0 (0%)
Florestas Costeiras da Serra do Mar	7	27	20 (74%)
Florestas do Interior do Paraná/Paranaíba	6	9	3 (33%)
Campos Rupestres	3	8	5 (63%)
Cerrado	1	5	4 (80%)
Floresta Costeira da Bahia	0	2	2 (100%)

## Discussão

A inclusão dos registros de papagaio-de-peito-roxo fornecidos pelos cidadãos cientistas permitiu a construção de uma base de dados muito mais representativa sobre a área de distribuição da espécie, aumentando o número de municípios, ecorregiões e a abrangência geográfica. Consequentemente, foi possível construir um modelo com pontos de presença distribuídos ao longo de toda a sua área de ocorrência, gerando informações válidas para melhor planejar a conservação da espécie (o processo de construção do modelo pode ser consultado em [48]). Essas informações ajudarão a manter atualizado o mapa de distribuição da espécie na IUCN, que é utilizado, juntamente com outras informações, nas avaliações (global, nacional e estaduais) do estado de conservação da espécie que analisa sua permanência nas listas de espécies ameaçadas.

Embora o percentual de pontos adicionados à base de dados inicial não tenha sido numericamente grande (apenas 3% do total), sua disposição espacial/

geográfica permitiu aumentar a representatividade da distribuição do papagaio-de-peito-roxo. Além do grande número de municípios com pontos adicionados à base de dados, o aumento da AOO e EOO chama a atenção, visto que são métricas utilizadas na categorização do grau de ameaça de espécies ameaçadas, e que podem ter seu cálculo aprimorado com a utilização de dados coletados por observadores de aves, como nesse caso. O aumento representativo (maior que 50%) no número de registros em cinco ecorregiões reforça que o incremento no número de municípios e da AOO não é devido apenas a pontos oriundos de uma única região. A maior representatividade no número de ecorregiões faz com que a área ocupada pela espécie seja mais bem caracterizada, ajudando a construção de um modelo mais robusto, e consequentemente, impactando positivamente todas as suas aplicações.

Muitas outras são as contribuições do MDE para a conservação da espécie. A identificação das áreas com maior probabilidade de presença do papagaio ajuda a definir quais regiões são prioritárias

para novos estudos, especialmente quando consideramos os diferentes requerimentos ecológicos da espécie ao longo de sua distribuição[38]. Fatores bem conhecidos, como a estreita relação com a araucária, por exemplo, são pouco explorados na porção norte da distribuição da espécie. Nessa região, há carência de estudos sobre a história natural da espécie, desde os requisitos da espécie para reprodução, movimentos migratórios, e até mesmo sobre a sua dieta[38].

O MDE também ajudou a identificar possíveis subpopulações da espécie, possibilitando a investigação do quanto estão conectadas, e a estimativa do tamanho da área ocupada por cada uma[48]. A definição dos limites de subpopulações não é uma tarefa simples, pois, ocasionalmente, pode haver dispersão de indivíduos entre diferentes populações. Porém, essa identificação é importante para o planejamento estratégico da conservação. Para o papagaio-de-peito-roxo, as informações enviadas pelos cidadãos cientistas permitiram, ao complementar a base de dados, melhorar a estimativa do número de populações da espécie, bem como a área ocupada por cada uma[48].

Por fim, mesmo sendo uma espécie com valor no mercado ilegal, seguimos uma árvore de decisão que pesa riscos e benefícios do compartilhamento de dados para espécies ameaçadas[49], e entendemos que disponibilizar as informações de presença não traria riscos para a espécie, dada a extensa distribuição geográfica e a presença conhecida em muitas áreas. Por outro lado, como demonstrado em [48], gerar informações para um bom planejamento da conservação da espécie foi um grande benefício promovido pelo compartilhamento dos dados. Nossos resultados corroboram outros trabalhos que demonstram como a ciência cidadã pode ser utilizada como fonte de informações não apenas para a ampliação do conhecimento científico, mas também para ações aplicadas para a conservação de espécies ameaçadas[50][51].

## Considerações finais

Este trabalho evidencia que dados acurados de ciência cidadã podem ser utilizados para embasar análises que visem a conservação aplicada de espécies ameaçadas. Além disso, entre os 121 usuários que responderam, a quantidade de respostas contendo registros acurados (44%) pode ser considerada alta, e mostra que embora nem sempre esteja disponibilizada no site, a informação espacial acurada existe, e os usuários, em sua maioria, têm

interesse em compartilhar. Assim, enxergamos dois aspectos necessários para aumentar a contribuição de usuários de plataformas de ciência cidadã. O primeiro é aumentar a quantidade de registros com informações acuradas associadas, visto que ainda são uma minoria. A coleta de dados acurados atualmente é facilmente realizada com *smartphones*, não dependendo de aparelhos específicos para esse fim. Mesmo em áreas remotas, onde não há sinal de celular, é possível utilizar um *smartphone* e coletar as coordenadas com precisão de 30 m. Essa facilidade na coleta de dados destaca o potencial que os observadores de aves possuem para auxiliar no desenvolvimento de estratégias e ações para a conservação da biodiversidade. Outro aspecto é, além de coletar as informações acuradas, disponibilizá-las nas plataformas digitais. Poucos usuários parecem ter consciência da importância de seus registros para a conservação, de forma que não buscam inserir os dados de localização acurados nos sites, mesmo quando os possuem. Com esse trabalho, foi possível evidenciar como a utilização de dados provenientes de plataformas de ciência cidadã pode ser uma poderosa ferramenta para a ciência e conservação.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos os usuários que nos responderam e gentilmente enviaram as informações solicitadas, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; bolsa produtividade para KMPMBF – processo 303940/2021-2; bolsa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial B e bolsa de Fixação de Recursos Humanos do CNPq – E para AAAB – processos 381813/2022-3 e 350533/2023-7), ao Programa de Capacitação Institucional do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações do Brasil (ERA; processo 301373/2021-3), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (ERA; processos 2022/01242-7 e 2023/10137-5), ao Departamento de Ciências Florestais e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 (AAAB).

## Referências

1. Peterson AT, Soberón J, Peason RG, Anderson RP, Martínez-Meyer E, Nakamura M, et al. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49). Princeton: Princeton University Press; 2011.



2. Rhoden CM, Peterman WE, Taylor CA. Maxent-directed field surveys identify new populations of narrowly endemic *habitat* specialists. *PeerJ*, 2017; (7): 1-21. doi: 10.7717/peerj.3632.
3. Morato RG, Ferraz KMPMB, Paula RC, Campos CB. Identification of priority conservation areas and potential corridors for Jaguars in the Caatinga Biome, Brazil. *Plos One*, 2014; 9(4): e92950. doi: 10.1371/journal.pone.0092950.
4. Paviolo A, Angelo C, Ferraz KMPMB, Morato RG, Pardo JM, Srbek-Araujo AC, et al. A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. *Sci. Rep.* 2016; 6: 1-16. doi: 10.1038/srep37147.
5. Ferraz KMPMB, Oliveira BG, Attias N, Desbiez ALJ. Species distribution model reveals only highly fragmented suitable patches remaining for giant armadillo in the Brazilian Cerrado. *Perspect. Ecol. Conserv.* 2021; 19(1): 43-52. doi: 10.1016/j.pecon.2021.01.001
6. Rocha DG, Ferraz KMPMB, Gonçalves L, Tan CKW, Lemos FG, Ortiz C, et al. Wild dogs at stake: Deforestation threatens the only Amazon endemic canid, the short-eared dog (*Atelocynus microtis*). *R. Soc. Open Sci.* 2020; 7(4): 190717. doi: 10.1098/rsos.190717.
7. Bloom TDS, Flower A, DeChaine EG. Why georeferencing matters: Introducing a practical protocol to prepare species occurrence records for spatial analysis. *Ecol. Evol.* 2018; 8: 765-777. doi: 10.1002/ece3.3516
8. Lees AC, Rosenberg KV, Ruiz-Gutierrez V, Marsden S, Schulenberg TS, Rodewald A. A roadmap to identifying and filling shortfalls in Neotropical ornithology. *Auk*. 2020; 137: 1-17. doi: 10.1093/auk/ukaa048.
9. Tubelis DP, Mendonça LGA. Ciência-cidadã e suas potencialidades na contribuição ao conhecimento e estudo das aves brasileiras: uma síntese. *Revista Foco*. [Internet], 2023 [cited 2024 September 10]; 16: 01-31. Available from: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/4001>
10. Feldman MJ, Imbeau L, Marchand P, Mazarolle MJ, Darveau M, Fenton NJ. Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models: A quantitative review. *Plos One*. 2021; 16: e0234587. doi: 10.1371/journal.pone.0234587
11. Miller-Rushing A, Primack R, Bonney R. The history of public participation in ecological research. *Front. Ecol. Environ.* 2012; 10: 285-290. doi: 10.1890/110278.
12. Haklay M, Dörler D, Heigl F, Manzoni M, Hecker S, Vohland K. What Is Citizen Science? The challenges of definition. In: Vohland K, Land-Zandstra A, Ceccaroni L, Lemmens R, Perelló J, Ponti M, et al. *The Science of Citizen Science*. New York: Springer International Publishing; 2021. P. 13-33.
13. Haklay M. Citizen Science and volunteered geographic information: overview and typology of participation. In: Sui D, Elwood S, Goodchild M. *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2013. P. 105-122.
14. Lees AC, Martin RW. Exposing hidden endemism in a Neotropical forest raptor using citizen science. *Ibis*. 2015; 157: 103-114. doi: 10.1111/ibi.12207.
15. Somenzari M, Amaral PP, Cueto VR, Guaraldo AC, Jahn AE, Lima DM, et al. An overview of migratory birds in Brazil. *Pap. Avulsos Zool.* 2018; 58: e20185803. doi: 10.11606/1807-0205/2018.58.03
16. Barbosa KVC, Develey PF, Ribeiro MC, Jahn AE. The contribution of citizen science to research on migratory and urban birds in Brazil. *Ornithol. Res.* 2021; 29: 1-11. doi: 10.1007/s43388-020-00031-0
17. Neate-Clegg MHC, Horns JJ, Adler FR, Aytekin MCK, Sekercioglu CH. Monitoring the world's bird populations with community science data. *Biol. Conserv.* 2020; 248: 108653. doi: 10.1016/j.biocon.2020.108653.
18. Sick H. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira; 1997.
19. Cockle K, Capuzzi G, Bodrati A, Clay R, Castillo HD, Velázquez M, et al. Distribution, abundance, and conservation of Vinaceous Amazons (*Amazona vinacea*) in Argentina and Paraguay. *J. Field Ornithol.* 2007; 78: 21-39. doi: 10.1111/j.1557-9263.2006.00082.x.
20. Silveira LF, Somenzari M, Bovo AAA. O papagaio-de-peito-roxo, *Amazona vinacea* (Kuhl, 1820): história, taxonomia e distribuição. In: Martinez J, Prestes NP. *Biologia da Conservação – Programa Nacional para a Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e outras iniciativas*. Tapera: Lew Editora; 2021. P. 21-33.
21. Vale MM, Tourinho L, Lorini ML, Rajão H, Figueiredo MS. Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of biodiversity. *J. Field Ornithol.* 2018; 89: 193-206. doi: 10.1111/jfo.12256.
22. Prestes NP, Martinez J, Kilpp JC, Batistela T, Turkievicz A, Rezende E, et al. *Ecologia e conservação de Amazona vinacea em áreas simpátricas com Amazona pretrei*. *Ornithol.* [Internet], 2014 [cited 2024 September 10]; 6: 109-120. Available from: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/aves-silvestres/produtos-e-servicos/revista-ornithologia/arquivos\\_pdf\\_revistas/ornithologia\\_06\\_2\\_2014.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/aves-silvestres/produtos-e-servicos/revista-ornithologia/arquivos_pdf_revistas/ornithologia_06_2_2014.pdf)
23. Kilpp JC, Prestes NP, Pizzol GED, Martinez J. Dieta alimentar de *Amazona vinacea* no sul e sudeste de Santa Catarina, Brasil. *Atual. Ornitol.* 2015; 183: 9-13.
24. BirdLife International [homepage na internet]. *Amazona vinacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017 [acesso em 10 set 2024]. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22686374A118954406.en>.

25. Portaria MMA n. 148, de 7 de junho de 2022 (Ministério do Meio Ambiente). Altera os Anexos da Portaria n° 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria n° 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria n° 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. [Internet]. Diário Oficial da União. 2019 jun. 08 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>
26. Deliberação Normativa COPAM n. 147, de 30 de abril de 2010 (Minas Gerais). Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. [Internet]. Diário do Executivo. 2010 mai. 04 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: [http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192#:~:text=DELIBERAÇÃO%20NORMATIVA%20COPAM%20No%20147%20DE%2030%20DE%20ABRIL%20DE%202010&text=Aprova a Lista de Espécies,do Estado de Minas Gerais.&text=D E L I B E R A % 3 A &text=1o – Fica aprovada a lista, Único da presente Deliberação Normativa](http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192#:~:text=DELIBERAÇÃO%20NORMATIVA%20COPAM%20No%20147%20DE%2030%20DE%20ABRIL%20DE%202010&text=Aprova%20a%20Lista%20de%20Espécies%20do%20Estado%20de%20Minas%20Gerais.&text=D%20E%20L%20I%20B%20E%20R%20A%20&text=1o%20Fica%20aprovada%20a%20lista%20Única%20da%20presente%20Deliberação%20Normativa)
27. Resolução CONSEMA n. 002, de 06 de dezembro de 2011 (CONSEMA). Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial do Estado. 2011 dez. 06 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: <https://ima.sc.gov.br/index.php/downloads/biodiversidade/fauna/2430-resolucao-consema-02-2011-reconhece-a-lista-oficial-de-especies-da-fauna-ameacadas-de-extincao#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONSEMA%20N%C2%BA%20002%2C%20de,Catarina%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>
28. Decreto n. 51.797, de 8 de setembro de 2014 (Rio Grande do Sul). Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul. [Internet]. Diário Oficial do Estado. 2014 set. 09 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: [http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/dec 51.797.pdf](http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/dec%2051.797.pdf)
29. Portaria SEMA n. 37, de 15 de agosto de 2017 (SEMA). Torna pública a Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia. [Internet]. Diário Oficial do Estado. 2017 ago. 15 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: [https://www.ba.gov.br/meioambiente/sites/site-sema/files/migracao\\_2024/arquivos/File/Editais/portaria37fauna.docx](https://www.ba.gov.br/meioambiente/sites/site-sema/files/migracao_2024/arquivos/File/Editais/portaria37fauna.docx)
30. Decreto n. 6.040, de 05 de junho de 2024 (Paraná). Reconhece as espécies da fauna ameaçada de extinção no Estado do Paraná e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial do Estado. 2024 jun. 05 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: [https://maternatura.org.br/wp-content/uploads/2024/06/EX\\_2024-06-05.pdf](https://maternatura.org.br/wp-content/uploads/2024/06/EX_2024-06-05.pdf)
31. Decreto n. 63.853, de 27 de novembro de 2018 (São Paulo). Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. [Internet]. Diário Oficial do Estado. 2018 nov. 18 [citado em 10 set. 24]. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63853-27.11.2018.html#:~:text=Declara as espécies da fauna,avaliação%2C e dá providências correlatas>
32. Chaves FG, Duca C, Pinto GO, Rosa GAB, Magnago GR, Filho HJD, et al. Aves ameaçadas de extinção no estado do estado do Espírito Santo. In: Fraga CN, Formigoni MH, Chaves FG. Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Santa Teresa: Instituto Nacional da Mata Atlântica; 2019. P. 294-313.
33. Schunck F, Somenzari M, Lugarini C, Soares ES. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Papagaios da Mata Atlântica. Brasília: ICMBio; 2011.
34. Fileto-Dias F, Lugarine C, Serafini PP. Avaliação do “Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Papagaios da Mata Atlântica” na conservação dessas espécies. *Atual. Ornitol.* 2016; 181: 33-45.
35. Tella JL, Dénes FV, Zulian V, Prestes NP, Martínez J, Blanco G, et al. Endangered plant-parrot mutualisms: Seed tolerance to predation makes parrots pervasive dispersers of the Parana pine. *Sci. Rep.* 2016; 6: 1-11. doi: 10.1038/srep31709.
36. Zulian V, Müller ES, Cockle KL, Lesterhuis A, Tomasi Jr R, Prestes NP, et al. Addressing multiple sources of uncertainty in the estimation of global parrot abundance from roost counts: A case study with the Vinaceous-breasted Parrot (*Amazona vinacea*). *Biol. Conserv.* 2020; 248: 108672. doi: 10.1016/j.biocon.2020.108672.
37. Santos DL, Gonçalves DL. Estudo de caso do papagaio-de-peito-roxo no Parque Estadual Campos do Jordão, São Paulo. In: Martinez J, Prestes NP. *Biologia da Conservação – Programa Nacional para a Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e outras iniciativas*. Tapera: Lew Editora; 2021. P. 381-399.
38. Somenzari M, Tomasi Jr. Novidades sobre o papagaio-de-peito-roxo em Minas Gerais. In: Martinez J, Prestes NP. *Biologia da Conservação – Programa Nacional para a Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e outras iniciativas*. Tapera: Lew Editora; 2021. P. 161-174.
39. Carrara LA, Faria LCP, Matos JR, Antas PDTZ. Papagaio-de-peito-roxo *Amazona vinacea* (Kuhl) (Aves: Psittacidae) no norte do Espírito Santo: Redescoberta e conservação. *Rev. Bras. Zool.* 2018; 25: 154-158. doi: 10.1590/S0101-81752008000100021

40. Klemann-Junior L, Vallejos MAV, Scherer-Neto P, Vitule JRS. Traditional scientific data vs. uncoordinated citizen science effort: A review of the current status and comparison of data on avifauna in Southern Brazil. *Plos One*. 2017; 12(12): e0188819. doi: 10.1371/journal.pone.0188819.
41. Farias M, Roper J, Cavarzere V. Bird communities and their conservation priorities are better understood through the integration of traditional and citizen science data: an example from Brazilian Atlantic Forest. *Citiz. Sci.* 2022; 7(1): 1-13. doi: 10.5334/cstp.349
42. Bovo AAA. *Ciência cidadã e modelos de distribuição de espécies para a conservação de aves ameaçadas*. [tese]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2021. 104f.
43. IUCN Standards and Petitions Committee. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14*. Gland, Switzerland: IUCN; 2019. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
44. R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 8 ago 2022.
45. Dauby G. *ConR: Computation of Parameters Used in Preliminary Assessment of Conservation Status*. R package version 1.3.0. 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ConR>. Acesso em: 8 ago 2022.
46. Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, et al. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *Biosci.* 2001; 51: 933-938. doi: 10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2
47. Brown JL, Bennett JR, French CM. *SDMtoolbox 2.0: The next generation Python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses*. *PeerJ.* 2017; 5: e4095. doi: 10.7717/peerj.4095
48. Ferraz KMPMB, Bovo AAA, Vannucchi FS, Prestes NP, Martinez J, Somenzari M. A modelagem como ferramenta para a conservação do papagaio-de-peito-roxo. In: Martinez J, Prestes NP. *Biologia da Conservação – Programa Nacional para a Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e outras iniciativas*. Tapera: Lew Editora; 2021. P. 107-131.
49. Tulloch AIT, Auerbach N, Avery-Gomm S, Bayraktarov E, Butt N, Dickman CR, et al. A decision tree for assessing the risks and benefits of publishing biodiversity data. *Nat. Ecol. Evol.* 2018, 2(8): 1209-1217. doi: 10.1038/s41559-018-0608-1
50. Fontaine A, Simard A, Brunet N, Elliott KH. Scientific contributions of citizen science applied to rare or threatened animals. *Conserv. Biol.* 2022; 36(6): e13976. doi: Scientific contributions of citizen science applied to rare or threatened animals. *Conserv. Biol.*
51. Haelewaters D, Quandt CA, Bartrop L, Cazabonne J, Crockatt ME, Cunha SP, et al. The power of citizen science to advance fungal conservation. *Conserv. Lett.* 2024; 17(3): e13013, 2024. doi: 10.1111/connl.13013

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## O que os planos de manejo integrado do fogo informam sobre a gestão do fogo no Cerrado?

Melina Ferreira Rodrigues<sup>1,\*</sup>

 <https://orcid.org/>

\* Contato principal

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista/UNESP, Brasil. <melina.fr.rodrigues@gmail.com>.

Recebido em 16/12/2022 – Aceito em 14/08/2024

### Como citar:

Rodrigues MF. O que os planos de manejo integrado do fogo informam sobre a gestão do fogo no Cerrado? *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 19-32. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2359

**Palavras-chave:** Unidades de conservação; Cerrado; manejo integrado do fogo; gestão do fogo; plano de manejo.

**RESUMO** – O Cerrado é um domínio fitogeográfico no qual seus ecossistemas abertos – formações campestres e savânicas – coevoluíram com o fogo e, portanto, estão adaptados à sua passagem. O presente estudo apresenta, a partir da análise instrumentos de planejamento da gestão do fogo, um panorama da gestão do fogo em unidades de conservação (UC) federais localizadas no Cerrado. Identificamos que, das 41 UCs do Cerrado, 75,6% possuem algum instrumento de planejamento da gestão do fogo dentro do recorte de tempo analisado (2018 a 2020), evidenciando o fato de que o fogo é uma questão central na gestão de áreas protegidas federais no bioma. Todavia, percebemos que as unidades de proteção integral recebem maior atenção e fomento institucional que as de uso sustentável no que se refere à contratação de brigadistas e elaboração de instrumentos de gestão do fogo. Ainda, das UCs que possuem algum instrumento de gestão do fogo, 90% mencionam o uso do fogo para fins de manejo em escala da paisagem, sendo o principal objetivo a redução de grandes incêndios. Concluímos que as UCs federais do Cerrado estão em processo de mudanças de paradigmas de gestão do fogo, do fogo zero para o manejo com uso do fogo; porém, ainda é preciso avançar em políticas que incluam o aperfeiçoamento da gestão do fogo em UCs de uso sustentável, uma vez que o fogo é um componente chave para o funcionamento e conservação de ecossistemas abertos do Cerrado, independentemente da categoria ou grupo a qual pertence.

### What does the integrated fire management says about fire management in Cerrado?

**Keywords:** Protected areas; Cerrado; integrated fire management; fire management.

**ABSTRACT** – The Cerrado is a phytogeographic domain in which its open ecosystems – grasslands and savannas – co-evolved with fire and are thus, adapted to its passage. The present study presents an overview of fire management in protected areas (PAs) located in the Cerrado, based on the analysis of fire management plans. We identified that most of the PAs in the Cerrado (75.6%) have some recent fire management planning instrument (2018, 2019 and/



or 2020), evidencing the fact that fire is a central issue in the management of protected areas in Cerrado. However, we noticed that the integral protection units receive greater attention and institutional support than the sustainable use units in terms of hiring firefighters and developing fire management instruments. Still, most 90% of PAs that have some fire management instrument mention the use of fire for landscape management purposes, with the main objective being the reduction of large fires. We conclude that the federal PAs of the Cerrado are in the process of changing fire management paradigms. However, it is still necessary to advance in policies that include the improvement of fire management in PAs in sustainable use, regardless of the category or group to which it belongs.

## ¿Qué informan los planes integrados de manejo del fuego sobre el manejo del fuego en el Cerrado?

**Palabras-chave:** Unidades de conservación; Cerrado; manejo integrado del fuego; gestión del fuego; plan de manejo.

**RESUMEN** – El Cerrado es un dominio fitogeográfico en lo cual sus ecosistemas abiertos – formación campestre y savánicas – coevolucionaron con el fuego, por lo tanto, están adaptados a su ocurrencia. El presente estudio presenta una visión general de la gestión del fuego en unidades de conservación (UCs) federales ubicadas en el Cerrado, basada en el análisis de instrumentos de planificación de la gestión del fuego. Identificamos que de las 41 UCs del Cerrado, 31 (75,6%) poseen alguna herramienta de planificación de la gestión del fuego adentro del período de tiempo analizado (2018, 2019 y/o 2020), clarificando el hecho de que el fuego es una cuestión central en la gestión de áreas protegidas nacionales del Cerrado. Todavía, percibimos que las unidades de protección integral reciben mayor atención y promoción institucional que las de uso sustentable en lo que es contratación de personal y elaboración de herramientas de gestión del fuego. Aún, de las UC que tienen alguna herramienta de gestión del fuego, 90% mencionan el uso del fuego para fines de manejo en escala de paisajes, siendo el principal objetivo la reducción de grandes incendios. Concluimos que las UCs nacionales del Cerrado están en proceso de cambio de paradigmas de gestión del fuego. A pesar de que, aún es necesario avanzar en políticas que incluyan el mejoramiento de la gestión del fuego en las UCs de uso sustentable, una vez que el fuego es un componente clave para el funcionamiento y preservación de los ecosistemas abiertos del Cerrado, y por lo tanto, independientemente de la categoría o grupo a cual pertenece.

## Introdução

### Ecologias do fogo

O fogo na vegetação pode ser tanto benéfico quanto maléfico, depende de como, onde, quando e por quê é utilizado[1]. Isso varia de acordo com a ecologia e evolução das espécies com os ecossistemas, de forma que a distribuição da biodiversidade no mundo não poderia ser compreendida sem considerar o fogo[2].

Myers[1] e Hardesty et al.[3] apresentaram reflexões sobre o papel ecológico do fogo nos ecossistemas e identificaram categorias de respostas da vegetação ao fogo e sua vulnerabilidade:

dependentes do fogo – que evoluíram na presença do fogo; influenciados pelo fogo – onde o fogo não apresenta grande importância ou é desnecessário; sensíveis ao fogo – que não apresentam adaptações em resposta ao fogo; e independentes do fogo – onde a ocorrência de fogo é bastante rara devido suas condições climáticas.

Pivello et al.[4] propuseram uma classificação das paisagens brasileiras que destaca três categorias principais: regiões “pirofíticas”, que incluem essencialmente os biomas Cerrado, Pantanal e Pampa; regiões “independentes do fogo”, abrangendo territórios da Amazônia e Mata Atlântica; e regiões “independentes do fogo”, englobando a Caatinga (Figura 1).

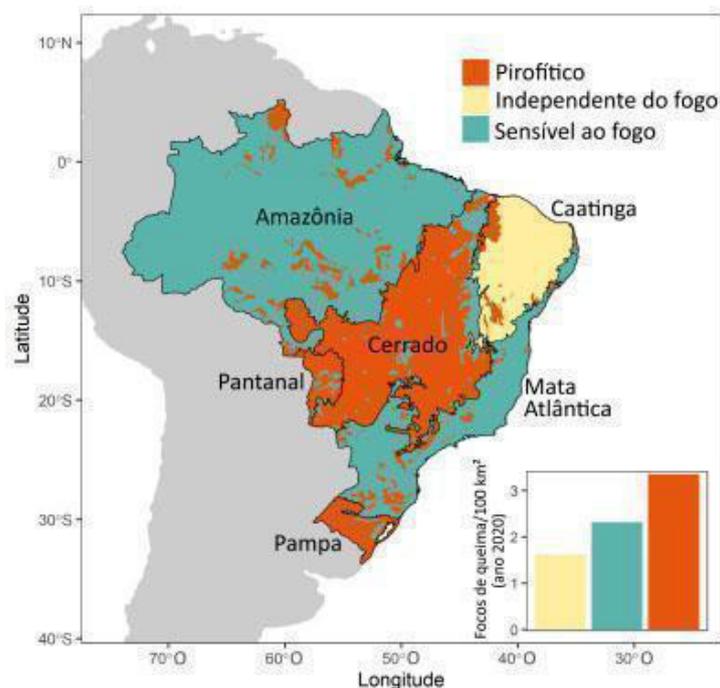


Figura 1 – Territórios pirofíticos, independentes e sensível ao fogo, com destaque sobre os biomas brasileiros (Floresta Amazônica, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica, Pampas). Fonte: PIVELLO et al.[4].

Para melhor entendimento da dinâmica e relação do fogo com os ambientes, é relevante tratarmos do conceito de *regime do fogo*, que consiste em um conjunto de condições e padrões de ocorrência de fogo em cada ecossistema, comumente inter-relacionando variáveis como frequência de fogo, tamanho/extensão de área queimada, tipo de fogo, sazonalidade do fogo, além de intensidade e severidade das chamas[1][5], além de outras. A análise dessas variáveis, muitas vezes complexas, combinadas ou derivadas, bem como as condições bióticas e abióticas que afetam a ocorrência do fogo, ajudam a descrever o histórico de eventos de fogo em uma região, além de refletir sobre a variação e previsibilidade dessas características[6].

Como o fogo é um processo complexo, caracterizado por cascatas temporais, interações e retroalimentações, sendo que toda causa é também um efeito e todo efeito pode se tornar uma variável causal e nenhuma variável é verdadeiramente independente, Krebs et al.[6] entendem que a seleção de variáveis para descrever regimes de fogo é sempre passível de questionamento e envolve um grau significativo de subjetividade que precisa ser reconhecido.

Apesar da abstração, o conceito de “regime de fogo” é amplamente utilizado na linguagem técnica da gestão ambiental brasileira, diferente do termo “pirodiversidade” que ainda soa como novidade no Brasil e, apesar de também não ser uma expressão reducionista, possui pouca aderência institucional (Barradas, no prelo).

O termo “pirodiversidade” foi inicialmente apresentado por Martin e Sapsis[7] para descrever um padrão de queimas antropogênicas praticado por indígenas nos EUA, que criavam e mantinham mosaicos refinados de *habitat*. O conceito mais recente de pirodiversidade foi apresentado por Bowman et al.[8]: “Definimos pirodiversidade como o resultado de interações e retroalimentações complexas entre regimes de fogo, biodiversidade e efeitos nos ecossistemas”, reforçando a compreensão da inerente interação entre regimes de fogo e biodiversidade. Apesar do inegável papel ecológico do fogo na composição e distribuição das espécies e ecossistemas no mundo[2], seu uso e manejo para fins de conservação da natureza ainda encontra muitas resistências, principalmente no Brasil, visto que em muitas outras nações com ecossistemas dependentes do fogo, já prescrevem seu uso para fins

de conservação[9]. Desse modo, é comum a adoção de práticas de manejo voltadas para exclusão do fogo na vegetação, desconsiderando as necessidades ecológicas dos ecossistemas[10].

### Fogo no Cerrado

O Cerrado é um domínio fitogeográfico floristicamente diversificado que ocupava originalmente 23% do território nacional. Cobrindo uma área de aproximadamente dois milhões de km<sup>2</sup> [11], estende-se da Floresta Amazônica até os estados de São Paulo e Paraná, chegando a partes da Bolívia e Paraguai[12][13].

Sendo composto por um mosaico de fisionomias, o Cerrado compreende um gradiente de paisagens ecologicamente relacionadas que incluem formações campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre), formações savânicas (cerrado ralo, cerrado típico, cerrado denso, cerrado rupestre, vereda, parque de cerrado e palmeiral) e formações florestais (cerradão, mata seca, mata ciliar e mata de galeria)[14][15]. Ribeiro e Walter[15] referem-se a *campo* como as áreas com predominância de plantas herbáceas e algumas arbustivas; *savana* como áreas com que apresentam formações arbóreas espalhadas sobre um estrato gramíneo, sem um dossel contínuo; e *floresta* como áreas com predominância arbórea com formação de dossel, seja contínuo ou descontínuo.

O fogo é um evento natural que ocorre há milhares de anos no Cerrado, antes mesmo da chegada dos seres humanos, e sua flora surge da diversificação de espécies provenientes da floresta tropical na adaptação com o fogo, incluindo táxons tolerantes e táxons intolerantes a sua passagem[16]. Esses autores[16] ainda apontam que a diversificação das espécies do Cerrado coincide com a expansão e ascensão ao domínio das gramíneas C4 inflamáveis nos últimos 10 milhões de anos. Estas, ao longo dos verões úmidos com alta incidência de luz, acumulam biomassa, tornando-se secas e inflamáveis nos invernos secos, propiciando assim, a ocorrência de fogo[16][17], cuja ignição pode se dar por forma natural (raio) ou antrópica, por diversos motivos. Desse modo, o Cerrado é tido como um bioma predominantemente pirofítico[4].

O Cerrado é conhecido como um “hotspot de biodiversidade”[18], e sua diversidade de espécies está associada à sua heterogeneidade ambiental[11]. Porém, ainda que as propostas de conservação da natureza sejam eficazes na contenção do

desmatamento, elas geralmente têm como principal foco os ecossistemas florestais[19]. Desse modo, deixam de lado grande parte dos ecossistemas não-florestais, fazendo com que a conversão dessa paisagem em áreas de pastagem e agropecuárias venha crescendo de forma alarmante[19][20].

### Políticas de gestão do fogo no Brasil

A chamada *política de fogo zero* ainda hoje está muito enraizada na gestão ambiental brasileira, sendo considerada uma abordagem clássica, tecnocrática e verticalizada, que prioriza a exclusão do fogo nos ecossistemas[10]. Essa abordagem, em ecossistemas inflamáveis, não apresenta bons resultados quanto à conservação da natureza, podendo gerar, por exemplo, a perda da biodiversidade local[10][21], para além da marginalização e criminalização de práticas tradicionais. Isso fica ainda mais claro em estudo realizado por Abreu et al.[22] ao comparar a capacidade de estoque de carbono em ambientes savânicos com a biodiversidade local: a supressão de fogo beneficia o estoque de carbono aéreo, porém permite a invasão de formação florestal e, por consequência, há a queda de riqueza de plantas em pelo menos 80%.

A política de supressão de fogo em áreas de Cerrado (principalmente nas áreas de fisionomias campestres e savânicas) requer grande esforço, tempo e dinheiro tanto dos brigadistas quanto dos gestores dessas áreas protegidas[23]. Quando não há queima, há maior acúmulo e continuidade de biomassa seca, aumentando o combustível disponível, conseqüentemente, ao pegar fogo, será, provavelmente, um fogo de maior extensão, mais quente, de maior intensidade e, conseqüentemente, de mais difícil controle[23].

Está em curso no Brasil uma mudança de paradigma no sentido de aceitar o fogo como uma ferramenta de manejo intercultural, por meio do manejo integrado do fogo (MIF)[24]. Essa é uma estratégia de conservação que vem sendo adotada em algumas áreas protegidas de Cerrado, a exemplo da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT), uma UC que, a partir da implementação do MIF envolvendo a realização de queimas em mosaico, conseguiu reverter o cenário de ocorrência de mega-incêndios[23].

OMIF questiona a clássica abordagem *pirofóbica* (de supressão inequívoca do fogo) e lança luz para uma abordagem que considera o papel ecológico,

cultural, social e econômico do fogo, entendendo que a pirodiversidade promove a biodiversidade[10][24][25], respeitando as especificidades locais.

Essa abordagem, apesar de ser novidade no Brasil vem sendo adotada há anos com êxito em outros países (por exemplo, na Austrália), e tende a apresentar um viés holístico ao levar em conta as interações biológicas, ambientais, culturais, sociais, econômicas e políticas relacionadas ao uso e manejo do fogo[1]. Uma característica diferencial no MIF é a possibilidade de integrar os conhecimentos dos povos e comunidades tradicionais na gestão de áreas protegidas, buscando a construção de soluções conjuntas entre órgãos ambientais e comunidade para uma gestão do fogo adequada à realidade e necessidades locais[4][26], já sendo implementado em algumas áreas de proteção no Brasil desde 2014 [10][24][27].

### Unidades de conservação e instrumentos de gestão do fogo

A conservação da sociobiodiversidade trata de um conjunto de ações que tem como objetivo a proteção integrada da diversidade biológica e cultural, valorizando e protegendo as interações entre as comunidades humanas e seus ambientes naturais. Esse conceito enfatiza a importância de considerar os conhecimentos tradicionais e as práticas culturais na gestão e conservação dos recursos naturais[28]. A criação de unidades de conservação (UCs) no Brasil emerge de expectativas de proteção e conservação da natureza, além da salvaguarda de direitos de povos e comunidades tradicionais.

Apesar da alta biodiversidade, da grande importância ecológica e da intensa pressão sobre o ambiente, apenas cerca de 8% do bioma Cerrado está protegido por UCs, sendo 2,9% dessas áreas correspondem a unidades de proteção integral e 5,1% de uso sustentável[29].

É importante entender que apenas a criação de UCs não é o suficiente para proteger o patrimônio natural e cultural, sendo necessário também a adoção de técnicas de manejo[20], para que haja maior eficiência de conservação, onde leva em consideração características ecológicas e sociais locais. Nesse sentido, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) ainda prevê que as UCs devem dispor de um plano de manejo, que é um planejamento relatado em documento técnico, no qual seu processo é fundamentado nos

objetivos gerais de criação de uma UC, de modo a estabelecer seu zoneamento e normas que devem presidir o uso da área e o uso e manejo de seus recursos naturais[30].

O uso e manejo do fogo em UC está previsto na Lei de Proteção da Vegetação Nativa[31], mas somente em 2018, com a consolidação da adoção do MIF em algumas UCs e reconhecimento institucional dos planos de manejo integrado do fogo (PMIF) como *plano específico* que compõe o portfólio dos planos de manejo das UCs, conforme Instrução Normativa ICMBio nº 07/2017 [32], é que o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que é o órgão responsável pela gestão das UCs federais, passou a demandar a elaboração de PMIF para as UCs. A normativa orienta que para elaboração dos PMIFs sejam observados os princípios do manejo adaptativo e ter como objetivo organizar e consolidar as estratégias e ações de prevenção e combate aos incêndios nas UCs para o médio prazo, preferencialmente, de três anos, visando ao alcance de objetivos específicos de conservação e considerando as realidades, necessidades e potencialidades sociais, especificamente das comunidades tradicionais e locais.

Recentemente, o ICMBio editou a Portaria ICMBio nº 1.150 [33], de 6 de dezembro de 2022, que estabelece princípios, diretrizes, finalidades, instrumentos e procedimentos para a implementação do MIF nas UCs federais.

### Objetivos

Partindo do pressuposto que o fogo é um tema central na gestão ambiental de áreas protegidas do Cerrado, o presente trabalho teve como objetivo geral compilar informações que facilitem a compreensão do estado da arte da gestão do fogo em UCs no Cerrado, geridas pelo ICMBio, visando contribuir com a construção de orientações institucionais voltadas ao aperfeiçoamento da gestão do fogo.

Portanto, como objetivos específicos, temos: a) Identificar as UCs federais localizadas no Cerrado que possuem instrumentos de gestão do fogo para os anos 2018, 2019 e/ou 2020 e quais instrumentos são esses; b) Compilar dados referentes ao tipo de vegetação predominante nas UCs do Cerrado e identificar sua relação com o fogo; c) Localizar e analisar documentos que descrevem instrumentos aplicados à gestão do fogo em UC no Cerrado para avaliar se há informações sobre: (i) histórico

de fogo nas UC e (ii) percepções dos gestores sobre a ocorrência de fogo na UC; d) Identificar as UC federais que fazem e não fazem manejo com o uso do fogo e como se dá esse uso, além de; e) Reconhecer o objetivo de manejo da UC; f) Nomear possíveis grupos e categorias de UC priorizadas com investimentos institucionais na gestão do fogo.

## Material e Métodos

### Levantamento de dados documentais

Em consulta a atual página eletrônica oficial do ICMBio[34], listamos as UCs federais localizadas no bioma Cerrado, à exceção das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) (que não foram incluídas pela inviabilidade de análise documental, uma vez que o ICMBio não consolida nem sistematiza os instrumentos de gestão do fogo dessa categoria de UC).

Solicitamos às áreas técnicas do ICMBio responsáveis pela gestão do fogo e pela gestão de informações o acesso aos processos administrativos relacionados à organização do planejamento da gestão do fogo nas respectivas UCs, referentes aos anos de 2018 a 2020.

Optamos por iniciar o recorte temporal em 2018 pelo fato do ICMBio passar a adotar como política interna, somente a partir de 2017 (com vistas ao planejamento para 2018), solicitações expressas para elaboração de planejamentos para a gestão do fogo nas UC com respectiva formalização via SEI. Selecionamos os instrumentos de planejamento da gestão do fogo elaborados até 2020, ano de início da pandemia de Covid-19.

Cabe destacar que, para além dos PMIF, complementarmente, acessamos os documentos chamados “plano físico-financeiro”, posteriormente denominados “planos operativos anuais” (POAs), que são instrumentos de planejamento da gestão do fogo mais simplificados quando comparados a um PMIF, mas que nos possibilitaram acessar uma maior diversidade de informações para enriquecimento das análises. Tais documentos consistem em respostas das UCs a formulários eletrônicos padronizados

de preenchimento obrigatório pela gestão das UCs federais.

### Análise documental

A análise dos PMIFs e dos POAs inseridos em processos administrativos no SEI foi pautada pelas seguintes perguntas-chave: a) Quais UCs do Cerrado geridas pelo ICMBio possuem algum tipo de instrumento específico de planejamento que oriente a gestão do fogo para os anos de 2018, 2019 e 2020? Que instrumentos são esses?; b) A UC possui brigada de incêndio contratada pelo ICMBio? Se sim, possui uma quantidade suficiente de brigadistas ou insuficiente de acordo com as respostas dos gestores aos documentos POA?; c) O que o(s) instrumento(s) de planejamento informam sobre o histórico de ocorrência de fogo na UC?; d) O(s) instrumento(s) de planejamento da gestão do fogo na UC explicitam ações relacionadas ao manejo com uso do fogo? Se sim, de que forma?

### Levantamento de informações ecológicas

A plataforma MapBiomas (versão 6.0) [35] foi utilizada para identificar o tipo de vegetação nativa predominante nas UCs analisadas, sendo adotado 2020 como ano de referência. Os filtros selecionados foram: *uso e cobertura do solo e recorte fundiário/UC federal/unidade fundiária*.

Utilizamos a classificação da vegetação predominante “Classe Nível 1”, que contempla as categorias “floresta”, “formação natural não florestal” e “agropecuário” e, em seguida, filtramos a classificação da vegetação nativa protegida predominante “Classe Nível 2”, de forma que dentro da categoria “floresta” temos “formação florestal” e “formação savânica”; e dentro da categoria “formação natural não florestal”, temos “campo alagado e área pantanosa” e “formação campestre”, descritas na legenda da Coleção 6.0 disponibilizada pela plataforma para consulta.

Por fim, propomos uma correspondência da resposta da vegetação ao fogo proposta por Myers[1] com a “Classe Nível 2” de vegetação da plataforma MapBiomas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Correspondência da resposta da vegetação ao fogo proposta por Myers[1] com a “Classe Nível 2” de vegetação da plataforma MapBiomias[30].

<b>Vegetação “Classe Nível 2”</b> (Classes adotadas pelo MapBiomias)	<b>Correspondência de resposta da vegetação ao fogo</b> Myers[1]
<b>Formação florestal (FF)</b> , no Cerrado representado por tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão) [15], além de florestas estacionais semidecíduais	<b>Sensível ao fogo</b>
<b>Formação savânica (FS)</b> , que no Cerrado correspondem aos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos como Cerrado sentido restrito: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre	<b>Dependentes do fogo</b>
<b>Formação campestre (FC)</b> , no Cerrado representado por formações com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre)	<b>Dependentes do fogo</b>
<b>Campos alagados ou áreas pantanosas (CA)</b> , que no Cerrado são representados por vegetação com predomínio de estrato herbáceo sujeita ao alagamento sazonal (ex.: campo úmido) ou sobre influência fluvial/lacustre (ex.: brejo). Em algumas regiões, a matriz herbácea ocorre associada às espécies arbóreas de formação savânica (ex.: parque de cerrado) ou de palmeiras (vereda, palmeiral)	<b>Influenciados pelo fogo</b>

Fonte: MapBiomias[30] e Myers[1].

## Resultados e Discussão

### UCs do Cerrado, instrumentos de planejamento da gestão do fogo e o descaso com a gestão do fogo nas UC de uso sustentável

Identificamos 41 UCs federais localizadas no Cerrado que estão sob gestão do ICMBio, totalizando 22 UCs de uso sustentável (US) e 19 de proteção integral (PI) (Figura 2), sugerindo um bom equilíbrio na distribuição das UCs entre os grupos. Os parques nacionais (PARNAs) ganham destaque dentre as UCs de PI, com a presença de 13 PARNAs, e as áreas de

proteção ambiental (APAs) a categoria que melhor representa as do grupo de US (Figura 3).

Vale destacar que foram identificados quatro núcleos de gestão integrada (NGI), sendo que os três primeiros possuem planejamentos integrados: NGI Cavernas do Peruaçu, que envolve a APA Cavernas do Peruaçu e o PARNA Cavernas do Peruaçu; NGI Brasília-Contagem, que envolve o PARNA de Brasília e a REBIO de Contagem; NGI Cipó-Pedreira, que envolve a APA Morro da Pedreira e o PARNA Serra do Cipó; e NGI Mambai, que envolve a APA Nascentes do Rio Vermelho e a Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) das Veredas do Oeste Baiano.

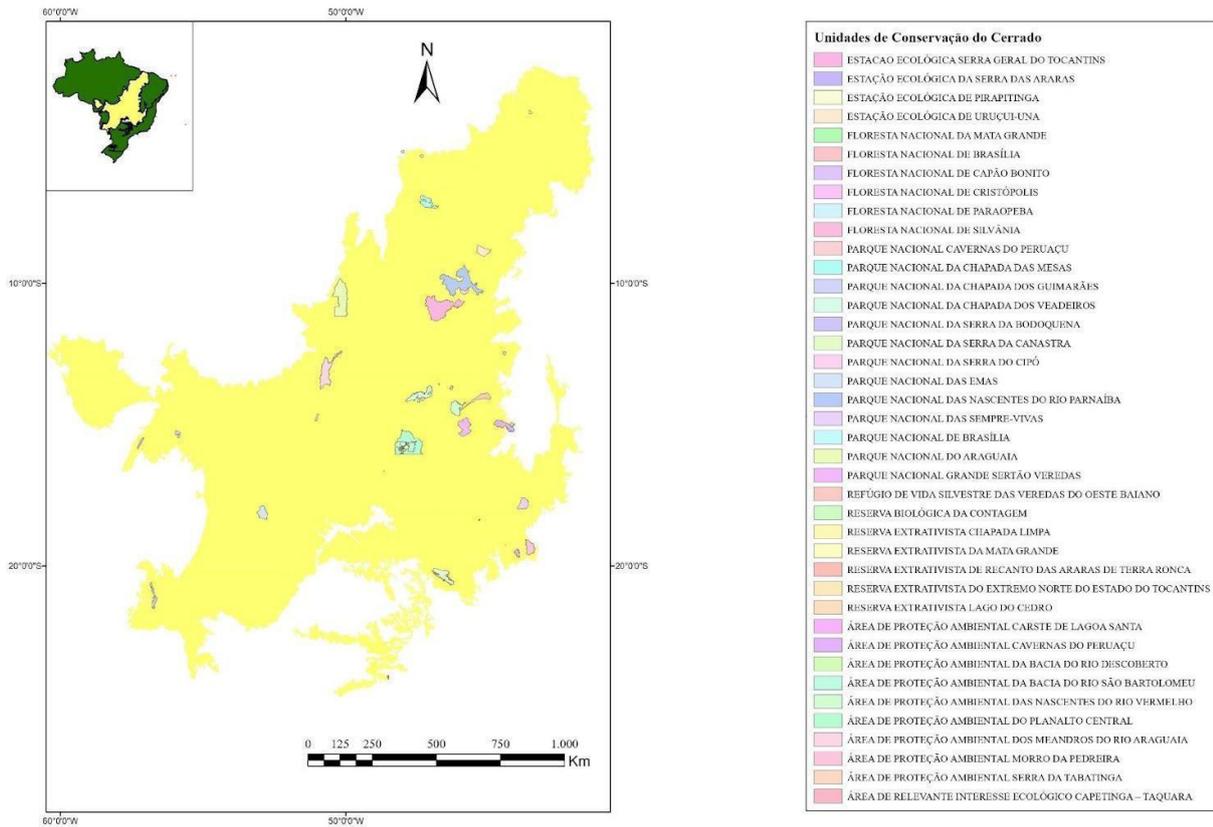


Figura 2 – Mapa com recorte do Cerrado mostrando a distribuição espacial das 40 UCs geridas pelo ICMBio (exceção da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, a qual não apresenta *shape* nos dados geoespaciais de referência da Cartografia Nacional e dados temáticos produzidos e disponibilizados pelo ICMBio). Fonte: ICMBio.

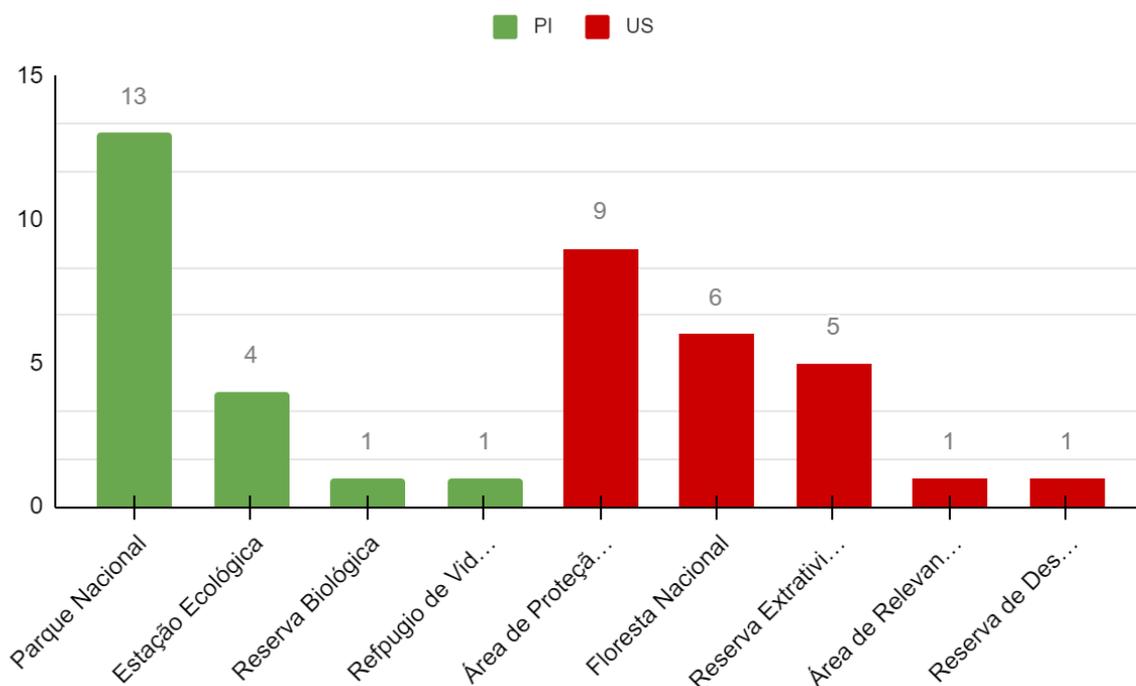


Figura 3 – Distribuição quantitativa das 41 UCs do Cerrado geridas pelo ICMBio por categoria, separadas em proteção integral (PI, em vermelho) e uso sustentável (US, em verde).

De todas as 41 UCs do Cerrado, 31 (75,61%) possuem algum instrumento regulatório da gestão do fogo inserido no SEI para o período de 2018 a 2020, seja PMIF ou plano físico-financeiro (ou POA) e apenas 10 não possuem nenhum instrumento. Apenas 18 UCs (43,90%) elaboraram PMIF, que é um tipo de planejamento técnico mais robusto e elaborado, mas todas as 31 UCs (100%) possuem pelo menos um plano anual físico-financeiro, que é um instrumento de planejamento mais simplificado. A maior adesão aos formulários de planos físicos-financeiros pode ser justificada pela facilidade de preenchimento, visto tratar de formulários eletrônicos, oferecendo maior praticidade aos gestores de UC, enquanto a elaboração de um PMIF demanda mais tempo técnico para sua elaboração.

Dentre as UCs que elaboraram algum instrumento de planejamento da gestão do fogo para o período 2018-2020, 19 delas (61,29%) possuem planejamentos para os três anos analisados, 11 (35,48%) elaboram pelo menos dois instrumentos no período e somente uma (3,22%) elaborou planejamento para um único ano nesse intervalo de tempo.

O fato de a maioria das UCs do Cerrado possuírem um ou mais instrumentos de gestão do fogo

para o período de estudo corrobora nossa hipótese de que o fogo é uma questão central na gestão das UC do Cerrado. Todavia, é curioso observar que das UCs que possuem algum instrumento de gestão do fogo, apenas 12 delas (38,70%) são de US e a maioria 19 (61,29%) são de PI, sendo que todas as UCs do Cerrado que não possuem nenhum documento regulatório para a gestão são de US. Destacamos também o fato de que das 18 UCs que apresentam PMIFs propriamente ditos, apenas três são voltados a UC de US, sendo que duas delas só possuem PMIF por fazerem parte de NGI que abrange UC de PI. Ou seja, mesmo que as UCs do Cerrado estejam bem distribuídas entre os grupos de PI e US, percebemos que as UCs de US recebem menos atenção institucional para a organização da gestão do fogo.

Outra evidência que reforça a ideia de que as UCs de US estão sendo preteridas no que diz respeito a fomentos e estímulos institucionais é a distribuição das brigadas contratadas. A análise documental nos informa que todas UCs que declararam que 'não contratam brigadistas apesar de terem problemas com incêndios', são de US e que todas as UCs que declararam que 'contratam brigadistas e a quantidade é suficiente' são de PI (Figura 4).

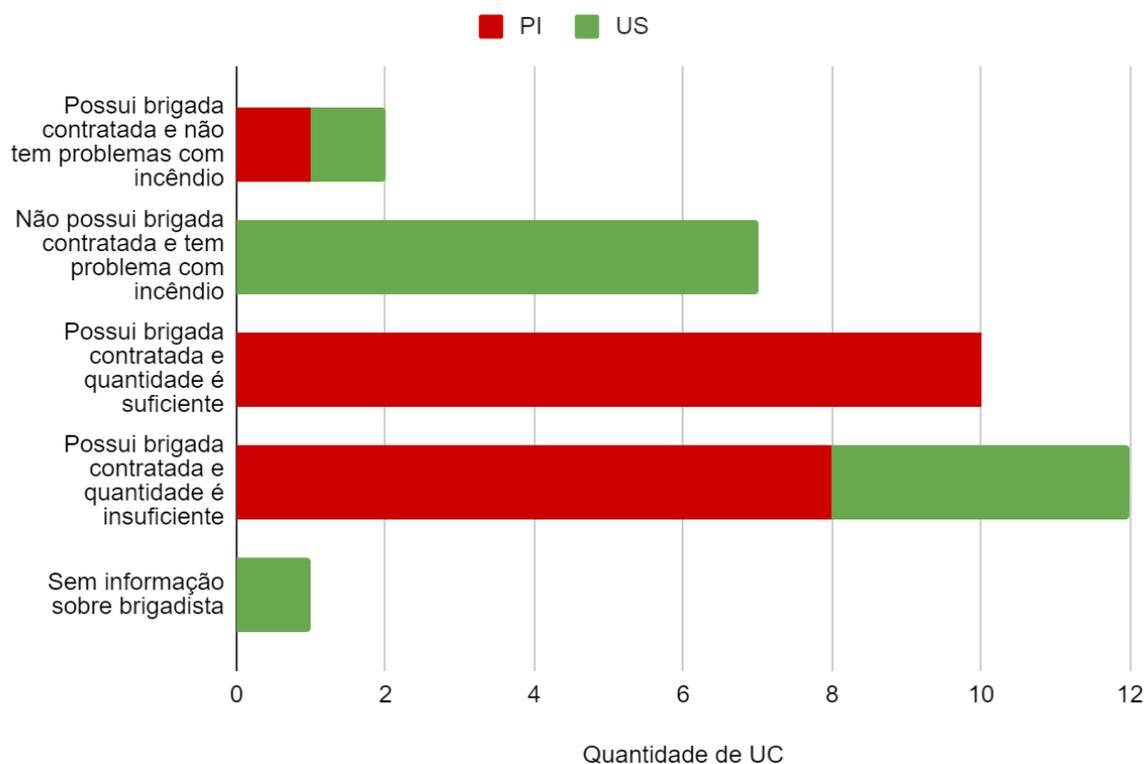


Figura 4 – Relação das UCs que possuem ou não brigada de incêndio contratada de acordo com a resposta dos gestores aos formulários eletrônicos (POA) no recorte de tempo analisado, divididas em proteção integral (PI, em vermelho) e uso sustentável (US, em verde).

O MIF só é efetivo com a presença de uma brigada de incêndio devidamente estruturada, equipada e capacitada, pois ela será responsável pela implementação do manejo em campo. A maioria das UCs avaliadas nesse estudo que possuem brigada contratada, apresentam quantidade insuficiente de servidores, o que se dá muitas vezes pela carência de investimentos e invisibilidade de algumas unidades, além de ser uma decisão discricionária da área técnica em relação às unidades que terão ou não acesso a mais investimentos.

### Manejo com uso do fogo nas UCs do Cerrado: estado da arte

De acordo com a plataforma MapBiomias, foi possível identificar a cobertura vegetal predominante

em cada uma das 31 UCs que possuem algum instrumento de gestão do fogo entre os anos de 2018 e 2020, sendo que a APA do Planalto Central é a única que não possui esse dado na plataforma utilizada. Utilizando a correspondência do tipo de vegetação com os tipos de resposta da vegetação a passagem do fogo proposta por Myers[1] (Tabela 1), considerando apenas as áreas de vegetação nativa, verificamos que 77,4% desse território protege ecossistemas pirofíticos (savânica, formação campestre e campos alagados ou áreas pantanosas), ou seja, que evoluíram com a passagem do fogo (dependentes ou influenciados pelo fogo).

Tabela 1 – Correspondência de resposta da vegetação ao fogo proposta por Myers[1] com a “Classe Nível 2” de vegetação da plataforma MapBiomias e seus respectivos percentuais das 31 UCs analisadas.

Vegetação “Classe Nível 2” (Classes adotadas pelo MapBiomias)	Correspondência de resposta da vegetação ao fogo	Percentual de vegetação nas 31 UCs analisadas
Formações florestal (FF)	<i>Sensível ao fogo</i>	19,40%
Formação savânica (FS)	<i>Dependentes do fogo</i>	35,50%
Formação campestre (FC)	<i>Dependentes do fogo</i>	38,70%
Campo alagado ou áreas pantanosas (CA)	<i>Influenciados pelo fogo</i>	3,20%

Fonte: MapBiomias[30] e Myers[1].

Tal informação conflui com o fato que todas as 31 UCs do Cerrado que possuem algum instrumento de gestão do fogo – ou seja, 100% informaram que a UC possui histórico de ocorrência de fogo, sendo que 80,61% informaram que a ocorrência de fogo é anual. Ainda que o parâmetro relacionado à frequência de fogo nas UCs esteja repleto de subjetividades, as percepções dos gestores correlacionam-se com a premissa básica de que ecossistemas pirofíticos estão mais propensos à passagem do fogo.

Sendo o Cerrado um bioma predominantemente pirofítico[4], a importância de um planejamento que preveja manejo com o uso do fogo deve, obrigatoriamente, considerar as necessidades da

vegetação e sua relação com o fogo – para além das relações socioculturais, que não estão como objeto desse estudo, mas são igualmente fundamentais serem notadas no planejamento da gestão do fogo nas UCs do Cerrado.

Noventa por cento (28 UCs) das UCs do Cerrado que possuem instrumento planejamento da gestão informaram que fazem uso do fogo como ferramenta de manejo, seja a partir da construção/manutenção de aceiros queimados, queimas prescritas e/ou queimas controladas. Dessas 28, apenas sete usam os três tipos de uso citados como ferramenta, 13 aplicam dois dos três tipos de uso do fogo citados (ou aceiros e queimas prescritas; ou

aceiros e queimas controladas; ou queimas prescritas e queimas controladas) e oito fazem uso de apenas uma forma do uso do fogo como ferramenta de manejo (ou aceiros; ou queimas prescritas; ou queimas controladas).

Os principais objetivos de manejo com uso do fogo informados pela gestão dessas UC do Cerrado foram: reduzir eventos de incêndios; reduzir a área atingida por incêndios; e reduzir o material combustível (Figura 5). Sendo que 16 UC pretendem atingir os três objetivos; 5 UCs apresentam pelo menos dois dos três objetivos (reduzir eventos e a área atingida, ou reduzir eventos e o material combustível, ou reduzir a área atingida e o material combustível); e 7 UCs apresentam pelo menos um dos três objetivos (ou reduzir os eventos de incêndios no interior da UC, ou reduzir a área atingida, ou reduzir a quantidade de material combustível). Reduzir a quantidade de material combustível ainda é o objetivo mais visado a partir do manejo.

## Conclusão e Recomendações

O alto índice de adesão e elaboração periódica de instrumentos de planejamento da gestão do fogo para o período de 2018 a 2020 pelas UCs federais do Cerrado corrobora com a prerrogativa de que o fogo é componente chave na gestão dessas UCs.

A confecção de aceiros queimados, com vistas à facilitação de acesso em caso de combates aos incêndios e como barreira física para contenção do fogo, se destaca como principal técnica de manejo com uso do fogo nas UCs do Cerrado e tal prática ainda está bastante atrelada à política de supressão do fogo, na qual o objetivo principal do manejo é prevenir e evitar incêndios ou proteger ecossistemas florestais. Essa evidência sugere que a mudança de paradigmas da gestão do fogo no Brasil ainda está a passos lentos e pouco observa o papel ecológico do fogo no Cerrado para o planejamento e implementação de políticas e abordagens de manejo do fogo adequadas às realidades das UCs[9], ainda não restando claras expectativas de valorização, manutenção e proteção das paisagens abertas, que são essenciais para conservação do bioma[19][36].

São poucas UCs que utilizam entendimentos de pirodiversidade para manutenção da biodiversidade na definição de objetivos de MIF, sendo recomendado maior estímulo institucional para aplicação desse conceito na gestão do fogo das UC do Cerrado. Ainda assim, é vitorioso enxergar a

percepção de muitos gestores sobre o fato de que a exclusão do fogo não é eficiente para a conservação de ambientes pirofíticos, como o Cerrado.

A crescente aderência aos planos específicos de MIF traz uma possível possibilidade de aprofundamento da compreensão dos papéis ecológicos, culturais e sociais do fogo nos territórios especialmente protegidos.

Estudos acerca dos impactos positivos e negativos do uso do fogo, tanto ecológicos como sociais e culturais, em áreas protegidas que abrangem ecossistemas pirofíticos ainda são incipientes, mas vêm crescendo, se tornando cada vez mais necessários para ajudar a orientar as expectativas de manejo com uso do fogo nas UCs do Cerrado.

Por fim, destacamos que essa pesquisa leva em consideração a análise apenas de aspectos essencialmente administrativos e ecológico relacionados ao manejo com uso do fogo em UCs federais do Cerrado, sendo imperioso destacarmos a necessidade de estudos que apresentem reflexões sobre o papel da cultura do fogo na abordagem do MIF para uma melhor compreensão do estado da arte do MIF no Brasil e assim contribuir também com avaliações sobre a superação ou não do paradigma do fogo zero no país.

## Referências

1. Myers RL. Living with fire: sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management. The Nature Conservancy, Global Fire Initiative, 2006.
2. Bond WJ, Woodward FI, Midgley GF. The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New phytologist*. 2004; 165(2): 525-538.
3. Hardesty J, Myers R, Fulks W. Fire, ecosystems, and people: A preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *George Wright Forum*. 2005; 22(4): 78-87.
4. Pivello VR, Vieira I, Christianini AV, Ribeiro DB, Menezes LS, Berlinck CN, Melo FPI, Marengo JA, Tornquist CG, Tomas WM, Overbeck GE. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2021; 19(3): 233-255.
5. Ramalho AHC, Fiedler NC, Dias HM, de Oliveira Peluzio TM, dos Santos AR, Lucas FMF. Compreendendo a ação do fogo nos ecossistemas brasileiros. *Biodiversidade Brasileira*. 2024; 14(1): 8-25.

6. Krebs P, Pezzatti GB, Mazzoleni S, Talbot LM, Conedera M. Fire regime: history and definition of a key concept in disturbance ecology. *Theory in Biosciences*. 2010; 129: 53-69.
7. Martin RE, Sapsis DB. Fires as agents of biodiversity: pyrodiversity promotes biodiversity. In *Proceedings of the conference on biodiversity of northwest California ecosystems*. Cooperative Extension, University of California, Berkeley. 1992; 150-157.
8. Bowman DM, Legge S. Pyrodiversity-why managing fire in food webs is relevant to restoration ecology. *Restoration Ecology*. 2016; 24(6): 848-53.
9. Durigan G, Ratter JA. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*. 2016; 53(1): 11-15.
10. Barradas ACS, Borges MA, Máximo MC, Ribeiro KT. Paradigmas da gestão do fogo em áreas protegidas no mundo e o caso da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*. 2020; 2: 71-86.
11. Machado RB, Neto MBR, Pereira PGP, Caldas EF, Gonçalves DA, Santos NS, Tabor K, Steininger M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil*. 2004. Brasília.
12. Ratter JA, Dargie TCD. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*. 1992; 49(2): 235-250.
13. Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of botany*. 1997; 80(3): 223-230.
14. Coutinho LM. *Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado*. Springer, Berlin, Heidelberg. 1982; 273-291.
15. Ribeiro JF, Walter BMT. *Fitofisionomias do bioma Cerrado*. Embrapa Cerrados. 1998; 89-166.
16. Simon MF, Gretchen R, Queiroz LP, Skema C, Pennington RT, Hughes CE. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009; 106(48): 20359-20364.
17. Silva DM, Loiola PP, Rosatti NB, Silva IA, Cianciaruso MV, Batalha MA. Os efeitos dos regimes de fogo sob a vegetação de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade. *Biodiversidade Brasileira*. 2011; 2: 26-39.
18. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000; 403(6772): 853-858.
19. Overbeck GE, Vélez-Martin E, Scarano FR, Lewinsohn TM, Fonseca CR, Meyer ST, Muller SC, Ceotto P, Dadalt L, Durigan G, Ganade G, Gossner MM, Guadagnin DL, Lorenzen K, Jacobi CM, Weisser WW, Pillar VD. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and distributions*. 2015; 21(12): 1455-1460.
20. Pivello VR. *Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade*. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação, Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005; 402-413.
21. Sampaio AB, Berlinck CN, Miranda H, Schmidt IB, Ribeiro KT. *Manejo do fogo em áreas protegidas*. *Biodiversidade Brasileira*. 2016; 2: 1-3.
22. Abreu RC, Hoffman WA, Vasconcelos HL, Pilon NA, Rossatto DR, Durigan G. The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. *Science advances*. 2017; 3(8): 1-7.
23. Fidelis A, Alvarado ST, Barradas ACS, Pivello VR. The year 2017: Megafires and 297 management in the Cerrado. *Fire*. 2018; 1: 49.
24. Barradas ACS, Ribeiro KT. *Manejo integrado do fogo: Trajetória da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (2001 a 2020)*. *Biodiversidade Brasileira*. 2021; 2: 139-152.
25. Laris P, Wardell DA. Good, bad or 'necessary evil'? Reinterpreting the colonial burning experiments in the savanna landscapes of West Africa. *Geographical Journal*. 2006; 172(4): 271-290.
26. Eloy L, Bilbao BA, Mistry J, Schmidt IB. From fire suppression to fire management: Advances and resistances to changes in fire policy in the savannas of Brazil and Venezuela. *The Geographical Journal*. 2019; 185(1): 10-22.
27. Schmidt IB, Moura LC, Ferreira MC, Eloy L, Sampaio AB, Dias PA, Berlinck CN. Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. *Journal of applied ecology*. 2018; 55(5): 2094-2101.
28. Diegues AC. *Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil, 2000*.
29. Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Portaria MMA no 444, de 17 de dezembro de 2014. *Diário Oficial da União*. 2014 dez. 18. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p\\_mma\\_444\\_2014\\_lista\\_especies\\_amecadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_especies_amecadas_extincao.pdf)
30. Manetta BR, Barroso BR, Lipiani GO, Azevedo JB, Arrais TC, Nunes TES. *Unidades de conservação*. *Engenharias On-line*. 2016; 1(2): 1-10.

31. Presidência da República (Brasil). Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. 2012 jul. 28. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)

32. Instrução Normativa ICMBio no 07, de 21 de dezembro de 2017. Estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e revisão de planos de manejo de unidades de conservação da natureza federais. Diário Oficial da União. 2016 out. 28. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2017/p\\_icmbio\\_07\\_2017\\_nucleo\\_gestao\\_integrada\\_fernando\\_noronha\\_icmbio.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2017/p_icmbio_07_2017_nucleo_gestao_integrada_fernando_noronha_icmbio.pdf)

33. Portaria ICMBio no 1.150, de 6 de dezembro de 2022. Estabelece princípios, diretrizes, finalidades, instrumentos e procedimentos na implementação do Manejo Integrado do Fogo (MIF) nas Unidades de Conservação Federais. Diário Oficial da União. 2022 dez. 7. Disponível em: <https://ava.icmbio.gov.br/mod/data/view.php?d=17&mode=single&page=1014>

34. Página Eletrônica ICMBIO [homepage da internet]. Lista de UCs. [acesso em 28 jan 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs>

35. Projeto MapBiomas. [homepage da internet] Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, 2022. [acesso em 03 fev 2022]. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/downloads/legenda-colecao-6-descricao-detalhada.pdf>

36. Buisson E, Le Stradic S, Silveira FAO, Durigan G, Overbeck GE, Fidelis A, Fernandes GW, Bond WJ, Hermann J, Mahy G, Alvarado ST, Zaloumis NP, Veldman JW. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. *Biological Reviews*. 2019; 94(2): 590-609.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Áreas úmidas nas unidades de conservação do Cerrado: subsídios para a gestão

Luana Albuquerque de Medeiros<sup>1,\*</sup>

 <https://orcid.org/0009-0003-1016-7090>

\* Contato principal

Cátia Nunes da Cunha<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5990-3437>

Suelma Ribeiro-Silva<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-7154-5460>

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Restauração Ecológica/CBC, Brasília/DF, Brasil. <luana.a.medeiros@hotmail.com, suelma.silva@icmbio.gov.br>.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas/INCT, Cuiabá/MT, Brasil. <biocnc@gmail.com>.

Recebido em 11/04/2023 – Aceito em 16/09/2024

### Como citar:

Medeiros LA, Cunha CN, Ribeiro-Silva S. Áreas úmidas nas unidades de conservação do Cerrado: subsídios para a gestão. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(3): 32-50. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2449

**Palavras-chaves:** Campos de murundus; classificação de áreas úmidas; espécies invasoras; flora.

**Resumo** – Áreas úmidas são essenciais para a biodiversidade e segurança alimentar e hídrica. A gestão de informações sobre elas pode apoiar pesquisas científicas, práticas educativas e decisões políticas, além de identificar lacunas de conhecimento para seu uso sustentável e proteção. Adicionalmente, tais iniciativas podem contribuir para a consolidação do Sistema de Classificação de Áreas Úmidas Brasileiras. O objetivo deste trabalho é avaliar o rio de conhecimento das áreas úmidas em cinco unidades de conservação do Cerrado, e classificá-las de acordo com fatores hidrológicos e com a flora desses locais. Um banco de dados foi desenvolvido com informações sobre distribuição, bacia hidrográfica, espécies vegetais e referências bibliográficas. 119 estudos foram avaliados, eles abrangeram 18 termos relacionados às áreas úmidas, sendo classificados de acordo com o sistema de classificação seguido neste estudo. Foi relatada a ocorrência de 924 espécies vegetais. Plantas invasoras foram registradas em todas as unidades de conservação avaliadas. Lacunas de informações sobre as áreas úmidas foram encontradas, como observado na Floresta Nacional de Brasília. Cerca de 82% dos trabalhos concentraram-se em mata de galeria e 14% em veredas. Dentre as ações para dar suporte à gestão das áreas úmidas, destacam-se: a) pesquisa sobre a flora desses ambientes; b) avaliação do adensamento de espécies invasoras sobre a comunidade vegetal, e c) controle de espécies exóticas invasoras. A adoção de uma classificação das áreas úmidas pelos gestores, conforme proposto neste trabalho, poderá trazer benefícios para sua conservação, facilitando a caracterização e o manejo de áreas protegidas por lei.



## Wetlands in Cerrado protected areas: subsidies for their management

**Keywords:** “Campos de murundus”; classification of wetlands; flora; invasive species.

**Abstract** – Wetlands are essential for biodiversity and food and water security. Information management about them can support scientific research, educational practices and policy decisions, in addition to identifying knowledge gaps for their sustainable use and protection. Additionally, such initiatives can contribute to the consolidation of the Brazilian Wetlands Classification System. The objective of this study is to assess the knowledge status of wetlands in five Cerrado conservation units, and to classify them according to hydrological factors and local flora. A database was developed with information on distribution, watershed, plant species and bibliographic references. 119 studies were evaluated, covering 18 terms related to wetlands, and were classified according to the classification system followed in this study. The occurrence of 924 plant species was reported. Invasive plants were recorded in all conservation units evaluated. Information gaps about wetlands were found, as observed in the Brasília National Forest. Approximately 82% of the work focused on gallery forests and 14% on trails. Among the actions to support the management of wetlands, the following stand out: a) research on the flora of these environments; b) assessment of the density of invasive species in the plant community; and c) control of invasive exotic species. The adoption of a classification of wetlands by managers as proposed in this work could bring benefits to their conservation, facilitating the characterization and management of areas protected by law.

## Zonas húmedales en áreas protegidas del Cerrado: subsidios para su manejo

**Palabras clave:** “Campos de murundus”; clasificación de las zonas húmedales; especies invasivas; flora.

**Resumen** – Las Zonas Húmedales son esenciales para la biodiversidad y la seguridad alimentaria e hídrica. Gestionar información sobre ellos puede apoyar la investigación científica, las prácticas educativas y las decisiones políticas, además de identificar lagunas de conocimiento para su uso y protección sostenibles. Además, tales iniciativas pueden contribuir a la consolidación del Sistema Brasileño de Clasificación de Zonas Húmedales. El objetivo de este trabajo es evaluar el estado del conocimiento de las zonas húmedales en cinco unidades de conservación del Cerrado, y clasificarlos según factores hidrológicos y flora local. Se desarrolló una base de datos con información de distribución, cuenca, especies de plantas y referencias bibliográficas. Se evaluaron 119 estudios, abarcaron 18 términos relacionados con las zonas húmedales, clasificándose según el sistema de clasificación seguido en este estudio. Se reportó la ocurrencia de 924 especies de plantas. Se registraron plantas invasoras en todas las áreas protegidas evaluadas. Se encontraron lagunas en la información sobre las zonas húmedales, como se observó en el Bosque Nacional de Brasília. Alrededor del 82% del trabajo se concentró en bosques de galería y el 14% en senderos. Entre las acciones de apoyo al manejo de las zonas húmedales se destacan: a) investigaciones sobre la flora de estos ambientes; b) evaluación de la densidad de especies invasoras sobre la comunidad vegetal, y c) control de especies exóticas invasoras. La adopción de una clasificación de zonas húmedales por parte de los gestores como se propone en este trabajo podría traer beneficios a su conservación, facilitando la caracterización y gestión de áreas protegidas por ley.

## Introdução

As áreas úmidas (AUs) são ecossistemas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, podendo ter nível de água relativamente estável ou flutuante com pulsos de inundação[1]. As águas podem ser doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica[2]. No Brasil, aproximadamente 20% do território nacional pode ser considerado AUs[2]. O bioma Cerrado é composto por um mosaico de vegetações, com formações florestais, savânicas e campestres[3]. Nesse bioma, as AUs estão associadas aos três tipos de formação e fazem parte de diferentes fitofisionomias, como campo limpo, mata de galeria, mata ciliar, veredas, brejos e os campos de murundus[4]. Abrangem também o Pantanal e a savana do Bananal, no rio Araguaia.

Embora a Amazônia abrigue a maior superfície de água em termos absolutos, o Pantanal possui uma proporção significativamente maior de sua área coberta por água, com cerca de 6% de sua superfície inundada, comparado a, aproximadamente, 2% na Amazônia[5][6]. Já o Cerrado, situado em regiões de alta altitude no centro do Brasil, desempenha um papel crucial na distribuição de água, pois abriga nascentes e cabeceiras de oito importantes bacias hidrográficas[7].

As AUs são importantes na prestação de serviços ecossistêmicos para a sociedade, pois consistem em reservatórios de água, participam do tamponamento de rios e córregos, purificação da água, regulação do microclima, armazenam carbono, além de prover água potável e segurança alimentar[2][8][9][10]. Adicionalmente, vale destacar o valor intrínseco dessas áreas, as quais têm o direito também de existir sem ter utilidade para o homem. Nesse sentido, o Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU)[11], instituído pela primeira vez no país, em outubro de 2003, tem suas competências descritas no Art.1º do Decreto nº 10.141, de 28 de novembro de 2019 e dentre elas está a de contribuir para elaboração de plano nacional de conservação e uso sustentável de áreas úmidas. Para haver esse subsídio é de extrema importância que exista conhecimento sobre as AUs, assim como uma classificação normatizada delas.

No contexto da classificação das áreas úmidas, tem sido observada a falta de uma definição padronizada dessas áreas que leve em consideração os aspectos hidrológicos e as comunidades de plantas[12]. Em consequência, são comumente atribuídos às AUs termos que podem fazer referência

a diversas áreas úmidas. Isso se constitui em um problema uma vez que cada tipo de área úmida possui características específicas que precisam ser claramente definidas para uma classificação e entendimento precisos. Embora compartilhem características gerais que as qualificam como AUs, cada uma apresenta aspectos únicos que devem ser reconhecidos e diferenciados.

É perceptível, então, a necessidade de se ter uma classificação científica para cada uma das AUs, com o intuito de padronizar a nomenclatura e classificar essas áreas de acordo com as suas características locais, do solo, dos parâmetros hidrológicos e de composição de espécies vegetais, as quais podem ser adaptadas a determinados tipos de ambiente e níveis de água[1]. O uso de plantas durante o processo de restauração, por exemplo, requer o conhecimento das espécies adaptadas àquele ambiente, as quais respondem às condições hidrológicas, físicas e químicas específicas do meio.

Outro aspecto que justifica a classificação das AUs diz respeito à sua importância para proteção e gestão[13]. A falta de clareza na caracterização dessas áreas dificulta a implementação da legislação, uma vez que a terminologia usada para descrever as AUs faz-se importante para identificar e definir legalmente essas zonas. Nesse sentido, Maltichik et al.[14] mostraram uma variedade de nomes atribuídos às áreas úmidas na legislação brasileira, com um total de 116 termos locais e 21 definições. Além disso, Maltichik et al.[14] também comentam sobre a presença do termo vereda na legislação federal, no Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que as define como “local que contém nascentes de cursos d’água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizados predominantemente por vegetação típica, como buritis (*Mauritia flexuosa*) e outras espécies vegetais típicas. Porém, o local da vereda pode ser classificado como áreas pantanosas com vegetação herbácea mista, sem necessariamente ter a presença de buritis em todos os locais da vereda[1].

A falta de definição científica do que significa uma vereda e outras áreas úmidas pode levar, por exemplo, à aprovação de projetos de desmatamento dessas áreas por órgãos ambientais. Embora o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) proteja veredas e matas de galeria ao considerá-las áreas de preservação permanente (APPs)[15], a legislação não detalha especificamente os critérios científicos para a sua caracterização. De acordo com o artigo 4º dessa Lei, são consideradas APPs as “faixas marginais, em projeção horizontal, com largura

mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado”. No entanto, essas áreas úmidas podem apresentar variações, com solos permanentemente alagados no centro e zonas com solos parcialmente alagados em períodos específicos do ano, nas margens[16][17][18].

Sobre as áreas protegidas, ainda é primário o conhecimento do *status* de suas AUs[19], ainda que exista reconhecimento global concedido pela convenção da diversidade biológica (CDB)[20] e Convenção de Ramsar[21] sobre a importância das áreas protegidas para o manejo e conservação das áreas úmidas. No Brasil, o reconhecimento se dá pela Lei nº 9.985, de 2000, sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que definiu unidade de conservação (UC)[22] como um “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes e que tem como um de seus principais objetivos proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos” (Art 4º inciso 8).

Nesse cenário, orientações confiáveis de estratégias de conservação das áreas úmidas dentro das UCs exigem que exista o conhecimento prévio e a denominação correta das mesmas. Assim, as AUs podem ser classificadas por meio de atributos biológicos, ecológicos, físicos, químicos, hidrológicos, hidrogeológicos e/ou geomorfológicos, sendo a escolha dos parâmetros variável conforme os objetivos[13]. O sistema de classificação adotado aqui segue aquele desenvolvido pelo Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU)[1], que classifica as AUs em três níveis hierárquicos: (1) sistemas; (2) unidades definidas por fatores hidrológicos; (3) unidades definidas por plantas superiores. A utilização de plantas superiores nesta classificação se justifica pela longevidade, pois vivem por longos períodos e, por isso, refletem o impacto das condições ambientais ao longo do tempo.

Dada a importância do Cerrado na distribuição de água no país é fundamental garantir a caracterização precisa e a proteção eficaz de suas áreas úmidas. Como visto, essas áreas já contam com proteção legal, mas falta especificação. Nesse sentido, é necessário avaliar como estão sendo chamados e caracterizados esses locais, principalmente em unidades de conservação, uma vez que um de seus objetivos é proteger recursos hídricos. O Distrito Federal está entre as regiões do país com o maior percentual de território protegido, com mais de 90% de sua área regulamentada por alguma unidade de

conservação[23], destacando-se como um local crucial para a preservação das áreas úmidas do Cerrado.

Este estudo teve como objetivo avaliar o *status* de conhecimento das áreas úmidas em cinco unidades de conservação do Cerrado. Mais especificamente, buscou-se: a) estruturar e avaliar um banco de dados classificando os tipos de áreas úmidas citados na literatura disponível, nas unidades de conservação estudadas; b) avaliar uma lista de espécies da flora associadas a cada área úmida por unidade de conservação para subsidiar a delimitação dos macrohabitats no futuro; c) relacionar e avaliar as espécies invasoras presentes nas áreas úmidas estudadas; e d) avaliar como o conhecimento das áreas úmidas nas unidades de conservação pode afetar o planejamento de pesquisa e a gestão para a conservação da biodiversidade nas unidades de conservação do Cerrado, considerando que a falta de caracterização dificulta o reconhecimento dessas áreas.

## Material e Métodos

### Seleção das unidades de conservação

A escolha das UCs do Cerrado consideradas neste estudo foi feita a partir da busca realizada no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)[24]. Assim, foram selecionadas cinco unidades de conservação do DF, de forma que fossem avaliadas tanto unidades de proteção integral como de uso sustentável. As UCs escolhidas foram: Floresta Nacional de Brasília (FLONA de Brasília), Parque Nacional de Brasília (PARNA de Brasília), Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (RECOR-IBGE), Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB) e a Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado (APA-GCV).

### Aquisição de informação

A pesquisa para aquisição dos estudos foi feita no Google Acadêmico, dado que ele direciona a pesquisa para outros sites, como Scielo e Bibliotecas virtuais. Além disso, os trabalhos científicos com acesso restrito pelo Google acadêmico foram obtidos por meio do Periódicos CAPES. Trabalhos publicados até o ano de 2021 foram incluídos na busca. Os termos utilizados na busca localizavam-se por todo o corpo

dos manuscritos e não foram utilizados operadores booleanos. As expressões utilizadas foram: *wetland*, *freshwater*, *palm swamp*, *valley side marsh*, *back swamp*, *riverine forest*, *earth-mounds*, vereda, campos de murundus, mata ciliar e mata de galeria. A procura pelos estudos se deu primeiramente utilizando o termo áreas úmidas e posteriormente os nomes das fitofisionomias associadas. Os nomes das UCs foram incluídos na busca, de forma que cada termo foi pesquisado para cada uma das unidades de conservação selecionadas. Considerou-se artigos completos, capítulos de livros, dissertações de mestrado, teses de doutorado e trabalhos de conclusão de curso. Os relatórios de pesquisa PIBIC também foram incluídos (dados não publicados, obtidos pessoalmente). Só foram considerados os estudos desenvolvidos com plantas, pois são atributos biológicos usados na classificação de Nunes da Cunha et al.[1] para determinar uma unidade funcional.

## Banco de dados

O banco de dados foi construído em planilha com todos os estudos encontrados na busca. Posteriormente, uma triagem dos estudos foi realizada para remover da lista do banco de dados aqueles estudos mais abrangentes e que não categorizassem as áreas úmidas nas cinco unidades de conservação selecionadas. As informações obtidas nos estudos selecionados foram: UC estudada, ano de publicação, título da obra, tipo de publicação e autoria (Anexo 1). Informações a respeito das espécies vegetais que ocorrem nas áreas úmidas avaliadas foram coletados em publicações realizadas com plantas vasculares a partir do ano de 2000 e incorporadas a um novo banco de dados denominado flora de áreas úmidas do Cerrado[25]. A nomenclatura botânica das espécies, hábito e forma de vida foram verificadas no site da Flora e Funga do Brasil[26]. As informações sobre quais espécies se enquadram como exóticas e invasoras foram obtidas a partir de citações registradas nos trabalhos avaliados e por meio de consulta à base de dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras[27]. Para verificar o registro de espécies ameaçadas de extinção, foi consultada a Lista Nacional de espécies da flora ameaçadas de extinção[28]. Os critérios de ameaça seguem aqueles da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN – sigla em inglês)[29].

## Classificação das áreas úmidas

Os nomes das áreas úmidas foram transcritos da mesma forma que foram encontrados nos estudos. Os termos atribuídos a essas áreas correspondentes foram categorizados de acordo com a classificação proposta por Nunes da Cunha et al.[1] para o Brasil. Essa proposta classifica as áreas úmidas de acordo com três sistemas: costeiro, interior e artificial, seguido por subsistemas, ordem, subordem, classes, subclasses e macrohabitats. Os subsistemas, ordens e subordens estão relacionados à dinâmica hidrológica, enquanto as classes, subclasses e macrohabitats estão vinculados à presença de plantas superiores. Seguiu-se essa sequência para classificação de cada área úmida. Assim, a Tabela 1 foi organizada a partir do banco de dados, com as seguintes informações: nomes das áreas úmidas citadas nos estudos, o sistema de classificação, o subsistema, a subclasse, o tipo de macrohabitat, e a classificação cada área úmida citada.

As coordenadas geográficas das áreas de estudos relatadas nas publicações foram utilizadas para padronização da distribuição geográfica por unidade de planejamento hídrico (UPH) e unidade de conservação. A denominação das UPHs segue o *shapefile* da Agência Nacional de Águas[30].

## Resultados

### Sistematização dos estudos

No total, foram registrados 119 estudos em áreas úmidas nas cinco unidades de conservação avaliadas, incluindo 54 artigos, 36 dissertações de mestrado, um livro, 14 teses de doutorado, 11 trabalhos de conclusão de curso (TCCs), dois relatórios de PIBIC e um boletim de pesquisa (Anexo 1). Quanto à distribuição de estudos nas cinco unidades de conservação, a APA GCV apresenta 105 estudos, sendo 44 na RECOR IBGE e 26 na EEJBB. O PARNA de Brasília apresenta 18 estudos e a FLONA de Brasília seis. A porcentagem relativa de estudos por fitofisionomia foi de aproximadamente 82% em matas de galeria e vegetação ripária, 14% em veredas, 0,075% em campo limpo úmido e 0,056% em campo de murundu.

### Termos e classificação

Dezoito nomes para áreas úmidas foram mencionados nos trabalhos avaliados (Tabela 1),

sendo que 88 estudos se referiam a matas de galeria, 29 a zona, mata ou vegetação ripária, 28 a veredas, 14 a matas ciliares, 13 a campos limpos úmidos, 11 a brejos, dez a campos de murundus, dois a buritizal e um para cada um dos seguintes termos, turfa, *freshwater*, *shrub swamp*, *moist swamp*, *shrub grassland*, *marsh*, área permanentemente alagada, zonas com alagamento sazonal, *wet field* e várzea (Figura 1). Além disso, poucos estudos se referem aos ambientes como “áreas úmidas” e muitos tratam

matas de galeria como floresta ribeirinha e vegetação ripária.

A palavra-chave que rendeu mais resultados de estudos foi “mata de galeria” em todas as UCs, sendo que a mata de galeria do córrego Capetinga foi a mais encontrada nos trabalhos (20), seguida do córrego Cabeça de Veado (17), ribeirão do Gama (16), córrego Taquara (15), Pitoco (14), roncador (10), Monjolo (9), córrego da Onça (8), ribeirão do Bananal (5), Córrego do acampamento (4), e por último Lagoa do Cedro (2) (Figura 1).

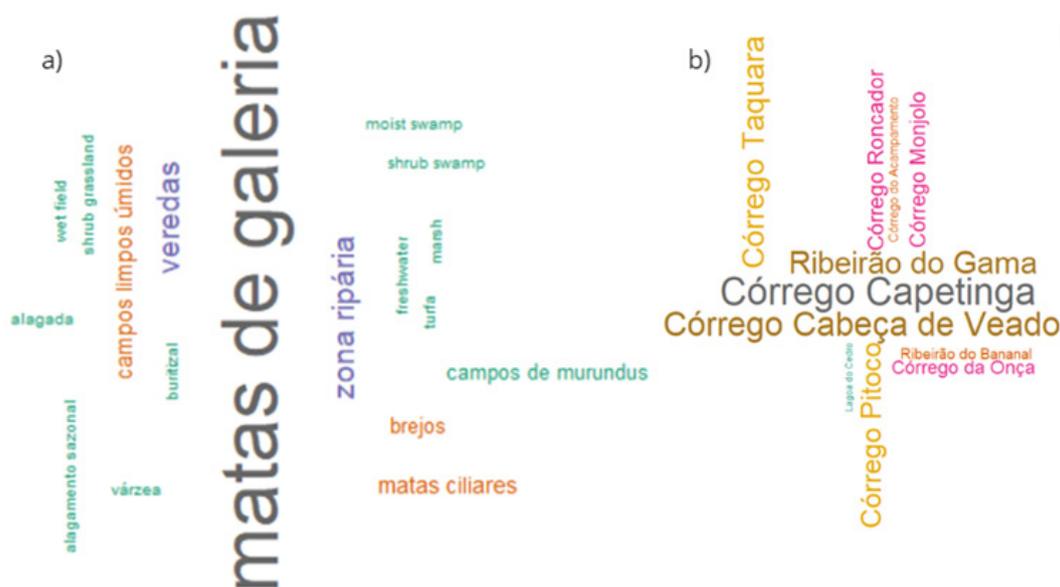


Figura 1 – Nuvem de palavras representando a frequência dos termos utilizados para descrever as áreas úmidas nos estudos avaliados (a) e a frequência das matas de galeria (b).

Os nomes propostos seguem a classificação de Nunes da Cunha et al. [1] de acordo com a caracterização da área até o nível que foi possível encaixar. Matas de galeria foram classificadas neste estudo como “mata periodicamente alagada ao longo

de pequenos rios” visto que ocorrem ao longo de rios de pequeno porte, enquanto matas ciliares foram classificadas como “AUs com pulsos de alta amplitude ao longo de grandes rios”, pois são encontradas nas bordas de rios de maior porte.

Tabela 1 – Áreas úmidas citadas nos trabalhos científicos avaliados, com os nomes atribuídos nos estudos e sua respectiva classificação proposta. Os nomes propostos neste estudo estão de acordo com o sistema de classificação das áreas úmidas brasileiras[1].

Nome atribuído	Sistema	Subsistema	Subclasse	Macrohabitat	Nome proposto	Referência bibliográfica
Matas de galeria	AUs interiores	AUs com nível de água flutuante	-	AUs ripárias ao longo de pequenos rios	Mata periodicamente alagada ao longo de pequenos rios	Este estudo
Veredas	AUs interiores	AUs com nível de água relativamente estável	Área pantanosa com vegetação herbácea mista	Veredas	Veredas	Nunes da Cunha et al. (2015)
Campos de murundus	AUs interiores	AUs com nível de água flutuante	Área com predominância de plantas herbáceas, arbustos e árvores agrupadas	Campos de murundus	Campos de murundus	Nunes da Cunha et al. (2015)
Brejo	AUs interiores	AUs com nível de água relativamente estável	-	-	Áreas encharcadas	Este estudo
Campo limpo úmido	AUs interiores	AUs com nível de água flutuante	Área coberta com plantas herbáceas	-	Área coberta com plantas herbáceas	Este estudo
Florestas Ribeirinhas	AUs interiores		-	-	AUs com pulsos de amplitude alta ao longo de grandes rios	Este estudo
Mata ciliar	AUs interiores		Áreas com florestas poliespecíficas	-	AUs com pulsos de alta amplitude ao longo de grandes rios	Este estudo
Buritizal	AUs interiores		Áreas florestadas pantanosas	Florestas de <i>Mauritia flexuosa</i> (Buritizais)	Buritizal	Nunes da Cunha et al. (2015)
Turfa	AUs interiores		Área pantanosa com vegetação herbácea mista	Turfeira	Turfeira	Nunes da Cunha et al. (2015)
Freshwater	AUs interiores		-	-	AU interior	Este estudo
Shrub swamp	AUs interiores		Pântanos de arbustos e árvores	-	Pântanos de arbustos e árvores	Este estudo
Moist grassland	AUs interiores		-	-	Outras savanas hidromórficas climáticas	Este estudo
Zona, mata ou vegetação Ripária	AUs interiores			AUs ripárias ao longo de pequenos rios	AUs ripárias ao longo de pequenos rios	Nunes da Cunha et al. (2015)
Marsh	-		-	-	Áreas encharcadas	Este estudo
Área permanente alagada	AUs interiores	AUs com nível de água relativamente estável	-	-	AUs com nível de água relativamente estável	Este estudo
Zonas com alagamento sazonal	AUs interiores	AUs com nível de água flutuante	-	-	AUs com nível de água flutuante	Este estudo
Wet field	AUs interiores		Área coberta com plantas herbáceas	-	Área coberta com plantas herbáceas	Este estudo
Várzea	AUs interiores		-	-	Várzeas amazônicas	Nunes da Cunha et al. (2015)

A partir das coordenadas presentes nos estudos, foram obtidos 80 pontos amostrais distribuídos ao longo de duas UPHs (São Bartolomeu e Descoberto),

os quais foram espacializados e mostrados na Figura 2. Esses pontos amostrais representam em quais locais foram feitos os estudos com áreas úmidas encontrados neste trabalho.

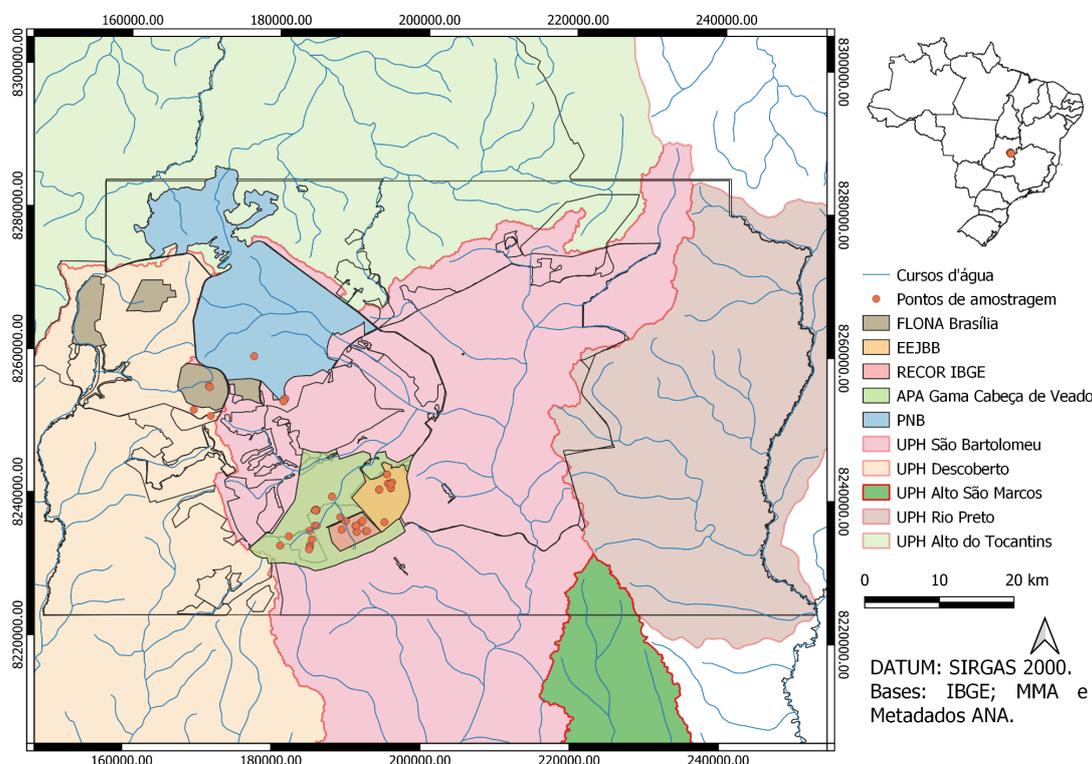


Figura 2 – Localização das áreas de estudo mencionadas nos trabalhos científicos em áreas úmidas de cinco unidades de conservação do DF, representadas nas unidades de planejamento hídrico – Metadados[30].

## Banco de dados da flora

Um total de 3.946 registros de plantas nas áreas úmidas das cinco UCs foram encontrados no banco de dados da flora de áreas úmidas do Cerrado, sendo 3.089 registros em matas de galeria, 591 em veredas e brejos, 655 em campo úmido, 34 em mata ciliar e 35 em campo de murundu. Isso representou 924 espécies vegetais contidas em 127 famílias. As dez famílias com maior número de registros foram: Poaceae (341 registros), Fabaceae (293), Melastomataceae (247), Myrtaceae (191), Rubiaceae (176), Asteraceae (158), Cyperaceae (132), Lauraceae (127), Euphorbiaceae (110) e Vochysiaceae (92). As espécies mais citadas foram *Tapirira guianensis* Aubl. (aparecendo 28 vezes), *Maprounea guianensis* Aubl. (26), *Copaifera langsdorffii* Desf. (25), *Miconia cuspidata* Naudin (24) e *Virola sebifera* Aubl., *Emmotum nitens* (Benth.) Miers, *Inga alba* (Sw.) Willd e *Matayba guianensis* Aubl. (23 vezes cada).

Dezessete espécies foram classificadas como invasoras nos estudos avaliados: *Pteridium aquilinum* Kuhn; *Ageratum fastigiatum* (Gardner) R.M. King e H. Rob; *Melinis minutiflora* P. Beauv; *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke; *Andropogon bicornis* L.; *Andropogon leucostachyus* Kunth; *Melinis repens* (Willd.) Zizka; *Borreria latifolia* ((Aubl.) K. Schum; *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC; *Ageratum conyzoides* L; *Erechtites hieraciifolius* (L.) Raf. ex DC; *Lepidaploa aurea* (Mart. Ex DC.) H. Rob; *Riencourtia oblongifolia* Gardner; *Desmodium barbatum* (L.) Benth; *Schizachyrium sanguineum* (Retz.) Alston, *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen e *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn. Essa última aparece em 13 publicações com uma das espécies que mais colonizam esses ambientes.

Encontramos 13 espécies da flora ameaçadas de extinção nos estudos, sendo quatro vulneráveis, sete em perigo e duas criticamente ameaçadas,

são elas: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. (VU), *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (EN), *Cedrela odorata* L. (VU), *Euterpe edulis* Mart. (VU), *Lamanonia brasiliensis* Zickel & Leitão (EN), *Persea fusca* Mez (EN), *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen (CR), *Solanum viscosissimum* Sendtn. (EN), *Symplocos rhamnifolia* A. DC. (CR), *Virola urbaniana* Warb. (VU), *Xyris blepharophylla* Mart. (EN), *Xyris diaphanobracteata* Kral & Wand. (EN) e *Xyris veruina* Malme (EN).

## Discussão

As AUs do Cerrado das UCs avaliadas neste estudo são classificadas como AUs interiores, as quais são naturais, permanentes ou temporárias, com água doce[1]. Adicionalmente, AUs do Cerrado podem estar sujeitas a nível de água relativamente estável, pulsos de inundação previsíveis e de longa duração e pulsos polimodais imprevisíveis e de curta duração[1]. Os buritizais, veredas, turfeiras, campos de murundus e matas de galeria fazem parte dessas classificações. Nesse contexto, as matas de galeria e vegetação ripária foram classificadas como AUs ripárias ao longo de pequenos rios, tendo em vista que ocorrem ao longo de córregos e pequenos rios e estão sujeitas a pulsos polimodais imprevisíveis.

A concentração de pontos amostrais nas UPHs São Bartolomeu e Descoberto (Figura 2) se deu pelo fato de as UCs escolhidas para este estudo estarem localizadas principalmente dentro dessas duas UPHs. No entanto, para determinar se essas duas unidades são, de fato, as mais estudadas ou se a concentração observada é apenas uma consequência do esforço amostral específico desta pesquisa, uma análise mais detalhada e comparativa com outras UCs em outras UPHs é necessária. Adicionalmente, a ocorrência de estudos nas margens dos cursos d'água decorre da grande quantidade de trabalhos em matas de galeria, corroborando Nunes da Cunha et al.[1] quando afirmam que a maioria das pesquisas está concentrada na vegetação ripária dos riachos e pequenos rios do Cerrado.

É notória a carência de estudos na FLONA de Brasília, na medida que apenas seis trabalhos (Anexo 1) foram desenvolvidos na região, considerando os estudos encontrados e analisados neste trabalho. Além disso, são caracterizadas matas de galeria e veredas[31][32], deixando em falta os campos de murundus presentes na FLONA, os quais são abordados no seu plano de manejo[33].

A pequena quantidade de registros de plantas em campos de murundus se deu principalmente pela falta de estudos nestes locais, sendo que apenas duas publicações constantes no banco de dados apresentaram uma lista de espécies vegetais[34][35]. A caracterização das áreas úmidas pela avaliação da flora é fundamental uma vez que a comunidade de plantas está adaptada às diferentes dinâmicas hídricas de cada AU em particular[1]. Portanto, o incentivo a estudos de composição florística nesses locais contribuiria para a classificação das AUs pelo método utilizado aqui, de acordo com o terceiro nível hierárquico de classificação[1], que se baseia na ocorrência e estrutura das comunidades de plantas superiores.

As AUs são muitas vezes tratadas nos textos com termos vagos, dificultando a sua caracterização. Diante dessa perspectiva, os termos brejo e pântano, nomes populares pouco específicos para áreas encharcadas[1], por exemplo, são usados para referir-se às veredas[3], sendo que a última é uma formação específica do Cerrado. Cassino et al.[36] referem-se a pântanos, explicando que estes são conhecidos popularmente como veredas.

Essa discussão é fundamental para a adoção de estratégias de conservação das veredas. Em geral, aquelas que são compostas por *Mauritia flexuosa* L. f. (buriti), conforme definido na Lei nº 12.651[37] e na Resolução nº 303 do CONAMA (2012)[38] são reconhecidas como protegidas. Essa legislação foca na presença de *M. flexuosa* para definir uma vereda. No entanto, estudos recentes indicam que as veredas “fazem parte de um contínuo, no qual uma substituição gradual de espécies e a estrutura da comunidade ocorrem sem um padrão relacionadas com a fisionomia”[39]. A presença do buriti não deve ser o único atributo para a identificação de uma vereda. Adicionalmente, a conservação das veredas exige que sejam observados outros atributos funcionais da comunidade de plantas nessas áreas que devem incluir não somente a presença de vegetação herbácea mista, como apontado no sistema de classificação aqui utilizado, mas também as diferentes zonas dessa área úmida, seus funcionamentos, solos e dinâmicas de inundação. Isso indica a necessidade de desenvolvimento de estudos ecológicos nessas áreas que possam, assim, contribuir para sua melhor caracterização.

Os termos não classificados (Tabela 1) se dão pela falta de dados específicos relacionados ao nível de água e à comunidade vegetal presentes no local. Adicionalmente, percebe-se que a proposta do

sistema de classificação adotada aqui ainda apresenta algumas lacunas no que diz respeito à caracterização de algumas áreas úmidas, como por exemplo os campos de murundus, determinados por serem inundados por algumas semanas e pela presença de murundus, que são morrotes de terra entre 2 m e 20 m de diâmetro e até 2 m de altura[1][4][40].

O entendimento da comunidade de plantas associadas às áreas úmidas é fundamental para contribuir para caracterização de cada AU do Cerrado e mapeamento das ameaças a essas áreas, auxiliando, assim, no processo de restauração e conservação. A lista de espécies invasoras registradas nas áreas úmidas das UCs nos acende alerta sobre as ameaças a essas áreas, as quais estão relacionadas com o impacto negativo das espécies exóticas invasoras sobre os ecossistemas úmidos do Cerrado[41][42]. *Melinis minutiflora* P. Beauv (capim-gordura), por exemplo, uma planta herbácea de cerca de 100 cm de altura, foi introduzida no Brasil impactando ecossistemas naturais do país, ameaçando habitats e populações de espécies, especialmente em ambientes perturbados[42][43]. Morosini e Klink[44] constataram que essa espécie pode causar diminuição no crescimento de *Cecropia* Loefl., árvore pioneira em matas de galeria, dificultando a sua regeneração. Em campos de murundus essa espécie invade os murundus e os campos limpos circundantes dominando a paisagem[45].

A composição de espécies vegetais apresentadas aqui nos faz refletir também acerca de processos de mudanças na estrutura da vegetação as quais estão sujeitas as áreas úmidas do Cerrado. Nesse sentido, é importante chamar a atenção para o registro da espécie nativa arbustiva *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn. em todas as áreas úmidas citadas, com exceção de mata ciliar. Estudos desenvolvidos no Distrito Federal mostram que há evidências de transformações aceleradas na paisagem devido à grande colonização de espécies como *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn.[46][47][48]. Essa planta habita a vegetação adjacente à comunidade herbácea dos campos de murundus[45] e das veredas do Brasil Central[48][49]. São encontradas em diferentes graus de adensamento nos campos de murundus do Parque Nacional de Brasília (PARNA de Brasília) [45] e Estação Ecológica de Águas Emendadas[47], formando um dossel-arbustivo monodominante.

O adensamento progressivo por espécies lenhosas em vegetação de savana, o qual é atribuído às alterações no uso da terra, é um fenômeno

mundial e bem documentado em diferentes partes do mundo[48][50][51][52][53]. Essas mudanças alteram a dinâmica, o funcionamento e a estrutura dos ecossistemas do Cerrado[54]. O adensamento em savanas tem efeitos negativos para o estoque de carbono nos solos[55], para a biodiversidade[48][56] e recarga de aquíferos. *Trembleya parviflora* apresenta grande capacidade de germinação em condições variáveis de submersão e de redução hídrica em áreas úmidas[49], o que parece favorecer sua expansão nesses ambientes[48]. Esses autores relataram um declínio na riqueza de espécies de plantas e alteração na estrutura da comunidade de um campo úmido com aumento de 270% de cobertura de *T. parviflora* em 20 anos.

O rebaixamento do lençol freático em veredas pode proporcionar condições para colonização e aumento (ou adensamento) do número de indivíduos dessa espécie[49]. Essa relação empírica entre adensamento e redução de água, no entanto, pode ser suportada por um estudo recentemente publicado por Guilherme et al.[57], o qual sugere que o aumento da densidade e dominância de algumas espécies lenhosas nas proximidades das valas de drenagem implantadas em campos de murundus na região de Jataí, Estado de Goiás, está relacionado com a redução da água causada pela drenagem nessas áreas. Essa discussão tem um papel relevante para a manutenção da biodiversidade e da água nas UCs estudadas, considerando que dez áreas protegidas do Cerrado já vem experimentando uma redução da superfície de água entre 1986 e 2022[6]. Estudos recentes indicam, dentro de áreas protegidas, a redução da superfície da água em 66% das bacias hidrográficas do bioma[5], o que pode comprometer a integridade dos ecossistemas úmidos.

## Conclusão

As UCs do Cerrado avaliadas neste estudo apresentam lacunas de informações sobre as áreas úmidas, principalmente na FLONA de Brasília. Em contrapartida, a APA Gama e Cabeça de Veado apresenta a maior quantidade de estudos em suas AUs quando comparada às outras UCs. Porém, a maioria dos trabalhos concentra-se em estudos sobre mata de galeria e veredas e apresentam diferentes termos que são atribuídos às áreas úmidas. A classificação proposta aqui leva em consideração a composição florística das áreas úmidas e deve ser adotada junto à caracterização hidrológica desses

locais. Os campos de murundus são negligenciados nas UCs avaliadas, exigindo atenção especial dos gestores e pesquisadores. Adicionalmente, a presença de espécies exóticas que possuam caráter invasor podem trazer prejuízos para a conservação da diversidade vegetal nesses locais, afetando diretamente o planejamento de pesquisa e a gestão para a conservação da biodiversidade nas unidades de conservação do Cerrado estudadas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao ICMBio e CNPQ pela bolsa PIBIC concedida para a primeira autora.

## Referências

- Nunes CNC, Piedade MTF, Junk WJ. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá, MT: EDUFMT; 2015.
- Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD et al. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Parte I: Definição e classificação das áreas úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. In: Cunha CN, Piedade MTF, Junk WJ (eds.). Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT; 2015.
- Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. P. 153-199.
- Eiten G. Vegetação natural do Distrito Federal. Brasília: Universidade de Brasília/SEBRAE; 2001.
- Projeto MapBiomias [<http://brasil.mapbiomas.org/>]. Coleção 2023 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil. [acesso em 27 ago 2024]. Disponível em: <http://brasil.mapbiomas.org/>
- Projeto MapBiomias Água [<https://plataforma.agua.mapbiomas.org/water/brazil/>]. Coleção 2023 da série anual de superfície d'água – Brasil. [acesso em 27 ago 2024]. Disponível em: <https://plataforma.agua.mapbiomas.org/water/brazil/>
- Lima JFW, Silva EM. Recursos hídricos do bioma Cerrado: Importância e situação. In: Sano SM, Almeida SP (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. P. 89-106.
- Aselmann I, Crutzen PJ. Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality and possible methane emissions. *J Atmos Chem.* 1989 Dec; 8(4): 307-358. doi: 10.1007/BF00052709.
- Whitmire SL, Hamilton SK. Rapid removal of nitrate and sulfate in freshwater wetland sediments. *J Environ Qual.* 2005 Nov; 34(6): 2062-2071. doi: 10.2134/jeq2004.0483.
- Moomaw W, Chmura GL, Davies GT, Finlayson CM, Middleton BA, Natalli SM et al. Wetlands in a changing climate: Science, policy and management. *Wetlands.* 2018 Apr; 38(2): 183-205. doi: 10.1007/s13157-018-1023-8.
- Decreto n. 10.141, de 28 de novembro de 2019 (Brasil). Dispõe sobre as competências do Comitê Nacional de Zonas Úmidas. [Internet]. Diário Oficial da União. 2019 nov. 19 [citado em 2019 nov.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-umidas/comite-nacional-de-zonas-umidas>
- Kotze DC. A system for supporting wetland management decisions [tese]. Pietermaritzburg: University of Natal; 1999. 274 f.
- Gomes CS, Júnior APM. Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: Panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos. *Geo UERJ.* 2018 Dec; (33): e34519. doi: 10.12957/geouerj.
- Maltchik L, Caleffi V, Stewart C, Batzer DP, Piedade MTF, Junk WJ. Legislation for wetland conservation in Brazil: Are existing terms and definitions sufficient? *Environ Conserv.* 2017 Oct; 42(7): 1-5. doi: 10.1017/S0376892917000522.
- Presidência da República (Brasil). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 2012 maio 28 [citado em 2024 set. 6]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos; 1982. [acesso em 5 set 2024]; Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/327207/levantamento-de-reconhecimento-de-media-intensidade-dos-solos-e-avaliacao-da-aptidao-agricola-das-terras-do-triangulo-mineiro>.

17. Almeida JR, Baruqui FM, Baruqui AM, Motta PEF. Principais solos de várzeas do estado de Minas Gerais e suas potencialidades agrícolas. Informe Agropecuário. 1983; 9: 70-78.
18. Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia/MG. Rev Bras Bot. 2002; 25(4): 475-493.
19. Balmford A, Fischer B. Bringing ecosystem services into the real world: An operational framework for assessing the economic consequences of losing wild nature. Environ Resour Econ. 2010 Oct; 48: 161-175. doi: 10.1007/s10640-010-9413-2.
20. Convenção sobre diversidade biológica. Orientação sobre áreas protegidas e outras medidas de conservação baseadas em áreas Decisão XI/24; 2012. [acesso em 12 fev 2022]; Disponível em <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-11/cop-11-dec-24-en.pdf>.
21. Ramsar. Resolution IX.4: The Ramsar Convention and conservation, production and sustainable use of fisheries resources. Gland: Ramsar Convention Secretariat; 2005 [acessado em 10 abr. 2023]. Disponível em: <https://www.ramsar.org/document/resolution-ix4-the-ramsar-convention-and-conservation-production-and-sustainable-use-of>
22. Presidência da República (Brasil). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. InternetInternetInternet. Diário Oficial da União. 2000 jul. 19 [citado em 2024 set. 6]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)
23. Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal (IPEDF). Atlas do Distrito Federal. Brasília, DF: IPEDF; 2020. [acesso em 5 ago 2024]; Disponível em <https://www.codeplan.df.gov.br/atlas-do-distrito-federal-2020/>.
24. Ministério do Meio Ambiente (BR) Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) [Internet]. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) [acesso em 2 dez. 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/unidadesdeconservacao/cadastro-nacional-de-ucs>.
25. Medeiros LA, Ribeiro-Silva S. Flora de áreas úmidas do Cerrado [não publicado].
26. Flora e funga do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>] [acesso em 28 ago 2024]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>.
27. Instituto Horus. [<https://bd.institutohorus.org.br/>]. Base de dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras [acesso em 5 set 2024]. Disponível em: <https://bd.institutohorus.org.br>.
28. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil). Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção [<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>]. Diário Oficial da União. 2022 jun. 7 Seção 1 [citado em 2024 ago. 21]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>.
29. International Union for Conservation of Nature. [<https://www.iucnredlist.org/>] The IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland: IUCN; 2023 [citado em 2 set. 2024]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>.
30. Agência Nacional de Águas (ANA). Divisão de Bacias. Brasília: ANA; 2016 [acesso em 01 fev. 2022]. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/fe192ba0-45a9-4215-90a5-3fba6abea174>.
31. Lima JH. Diversidade e riqueza de orquídeas epífitas em matas de galeria da Floresta Nacional de Brasília/DF [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2016. 116 f.
32. Bijos NR. Fatores modeladores da composição e da diversidade de espécies herbáceo-arbustivas em veredas no Brasil [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2017. 94 f.
33. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano de Manejo da Floresta Nacional de Brasília, Distrito Federal. Brasília: ICMBio/MMA; 2016 [acesso em 10 abr. 2023]. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/flona-de-brasilia/arquivos/dcom\\_plano\\_de\\_manejo\\_flona\\_de\\_brasilia\\_diagnostico.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/flona-de-brasilia/arquivos/dcom_plano_de_manejo_flona_de_brasilia_diagnostico.pdf).
34. Rodrigues-da-Silva R, Filgueiras TS. Gramíneas (Poaceae) da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) “Santuário de Vida Silvestre do Riacho Fundo”, Distrito Federal, Brasil. Acta Bot Bras. 2003 Sep; 17(3): 467-486. doi: 10.1590/S0102-33062003000300012.
35. Faria CA. Melastomataceae Juss. no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil. [Dissertação]. Universidade de Brasília; 2008. 102f.
36. Cassino RF, Martinho CT, Caminha S. Espectros polínicos modernos da vegetação do Cerrado em dois parques nacionais do Brasil Central e implicações para a paleoecologia. Rev Bras Bot. 2013 Jun; 36(2): 257-271. doi: 10.1590/S0100-84042013000200010.

37. Presidência da República (Brasil). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 2012 maio 28 [citado em 2024 set. 6]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm)
38. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. [Internet]. Diário Oficial da União. 2002 maio 13 [citado em 2024 set. 6]. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=292>
39. Moreira SN, Eisenlohr PV, Pott A, Pott VJ, Oliveira-Filho AT. Similar vegetation structure in protected and non-protected wetlands in Central Brazil: conservation significance. *Environ Conserv*. 2015 Dec; 42(4): 356-62. doi:10.1017/S0376892915000107.
40. Oliveira-Filho AT. Floodplain 'Murundus' of Central Brazil: evidence for the Termite-Origin Hypothesis. *J Trop Ecol*. 1992; 8(1): 119.
41. Pivello VNR, Shida CUN, Meirelles ST. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodivers Conserv*. 1999 Sep; 8(9): 1281-94. doi:10.1023/A:1008933305857.
42. Martins CR, Hay JDV, Walter BMT, Proença CEB, Vivaldi LJ. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. *Rev Bras Bot*. 2011 Mar; 34(1): 73-90. doi:10.1590/S0100-84042011000100008.
43. Hoffmann WA, Haridasan M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecol*. 2008; 33(1): 29-36. doi:10.1111/j.1442-9993.2007.01787.x.
44. Morosoni IBA, Klink CA. Interferência do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) no desenvolvimento de plantas de Embauba (*Cecropia pachystachya* Trecul). *Contrib Conhec Ecol Cerrado*. 1997; (ed. por LL Leite e CH Saito). Congresso de Ecologia do Brasil, Universidade Federal de Brasília, Brasília.
45. Silva CF. Relatório Final de iniciação científica. PIBIC/ICMBio/CNPq. Brasília-DF. 2018. (Não publicado).
46. Silva-Júnior MC, Felfili JM. A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Brasília: Secretaria de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do Distrito Federal; 1996.
47. Meirelles ML, Guimarães AJM, de Oliveira RC, Araújo GM, Ribeiro JF. Impactos sobre o estrato herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado. In: Aguiar LMS, Camargo AJA (eds.). *Cerrado: ecologia e caracterização*. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados; 2004. P. 41-68.
48. De Souza G, Ferreira MC, Munhoz CBR. Decrease in species richness and diversity, and shrub encroachment in Cerrado grasslands: A 20 years study. *Appl Veg Sci*. 2022 May; 25(3)/a. doi:10.1111/avsc.12668
49. Giotto A. Colonização de *Trembleya parviflora* em áreas úmidas no Distrito Federal, Brasil [Tese]. Brasília: Universidade de Brasília; 2015. 107f.
50. Van Auken OW. Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *J Environ Manage*. 2009 Jul; 90(10): 2931-42. doi:10.1016/j.jenvman.2009.04.023.
51. Myers-Smith IH, Forbes BC, Wilmsking M, Hallinger M, Lantz T, Blook D et al. Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. *Environ Res Lett*. 2011 Dec; 6(4): 045509. doi:10.1088/1748-9326/6/4/045509.
52. Murphy BP, Lehmann CE, Russell-Smith J, Lawes MJ. Fire regimes and woody biomass dynamics in Australian savannas. *J Biogeogr*. 2014; 41(1): 133-44. doi:10.1111/jbi.12204.
53. O'Connor TG, Puttick JR, Hoffman MT. Bush encroachment in southern Africa: changes and causes. *Afr J Range Forage Sci*. 2014 Jul; 31(2): 67-88. doi:10.2989/10220119.2014.939996.
54. Rodrigues AA, Macedo AN, Silvério DV, Maracahipes L, Coe MLT, Brando PM et al. Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. *Glob Chang Biol*. 2022 Nov; 28(22): 1-16. doi:10.1111/gcb.16386.
55. Berthrong S, Piñeiro G, Jobbágy E, Jackson R. Soil C and N changes with afforestation of grasslands across gradients of precipitation and plantation age. *Ecol Appl*. 2012 Jan; 22(1): 76-86. doi:10.1890/10-2210.1.
56. Barbosa da Silva FH, Arieira J, Parolin P, Nunes da Cunha C, Junk WJ. Shrub encroachment influences herbaceous communities in flooded grasslands of a neotropical savanna wetland. *Appl Veg Sci*. 2016 Feb; 19(3): 391-400. doi:10.1111/avsc.12230.
57. Guilherme FAG, Júnior AF, Souza LF, Martins AP, Ferreira GL, Maciel EA. Effect of drainage ditches on diversity, structure and dynamics vegetation in campos de murundus (mound fields). *Ecol Eng*. 2022 Sep; 182: 106723. doi:10.1016/j.ecoleng.2022.106723.

## Anexo

Anexo 1 – Trabalhos científicos sobre áreas úmidas em cinco unidades de conservação do Cerrado até o ano de 2021.

UC	Data	Título	Publicação	Autor
APA GCV	1986	The murundus of the cerrado region of Central Brazil.	Artigo	ARAUJO N. M., FURLEY, P., HARIDASAN, M., e JOHNSON, C.
APA GCV (FAL)	1991	Análise estrutural da mata ciliar do córrego do capetinga/DF, <i>habitat</i> de <i>Callithrix jacchus</i> penicillata l.	Artigo	SEABRA, H. F; IMANA-ENCINAS, J. ; FELFILI, J. M.
APA GCV	1992	Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil.	Artigo	FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.
APA GCV	1995	Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. Vegetation.	Artigo	FELFILI, J.M.
RECOR IBGE	1995	Tree communities of the gallery forests of the IBGE Ecological Reserve, Federal District, Brazil.	Tese	SILVA JÚNIOR, M. C.
APA GCV (FAL)	1996	Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal: florística e fitossociologia.	Artigo	WALTER, B. M. T.
APA GCV	1997	Dinâmica da regeneração natural na mata de galeria do Gama no Brasil central.	Artigo	FELFILI, J. M.
APA GCV (FAL)	1998	Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil central.	Artigo	GOUEIA, G. P. FELFILI, J. M.
RECOR IBGE	1998	Comunidades de árvores e sua relação com os solos na mata do pitoco reserva ecológica do IBGE Brasília DF.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M. C.
RECOR IBGE	1999	Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, reserva ecológica do IBGE, DF.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M.C.
RECOR IBGE	2000	Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília/DF.	Artigo	GUIMARÃES, G. F. A.
EEJBB	2001	Composição florística e estrutura na mata de galeria do Cabeça-de-Veado no Jardim Botânico de Brasília, DF.	Artigo	NÓBREGA, M.G.G.; RAMOS, A.E. e SILVA JÚNIOR, M.C.
RECOR IBGE	2001	Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M. C.
APA GCV	2003	Gramíneas (Poaceae) da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) “Santuário de Vida Silvestre do Riacho Fundo”, Distrito Federal, Brasil.	Artigo	RODRIGUES-DA-SILVA, R. e FILGUEIRAS, T. S.
APA GCV (FAL)	2004	Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma cerrado no Distrito Federal, Brasil.	Tese	MARTINS, R. C. C.
RECOR IBGE	2004	Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma mata de galeria no Distrito Federal.	Tese	PARRON, L. M.
RECOR IBGE	2004	Composição isotópica de carbono e nitrogênio em solos e plantas de uma mata de galeria: efeito do gradiente topográfico.	Artigo	PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; CAMARGO, P. B.
RECOR IBGE	2004	Fitossociologia e estrutura diamétrica da Mata de galeria do Taquara, na reserva ecológica do IBGE, DF.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M.C.
RECOR IBGE	2004	Produção e composição química da serrapilheira em um gradiente topográfico em mata de galeria no bioma cerrado. Embrapa Cerrados – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). Planaltina/DF.	Boletim de Pesquisa e desenvolvimento	PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; CAMARGO, P. B.;
RECOR IBGE e FAL	2004	Impact of the invasive alien grass <i>Melinis minutiflora</i> at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado	Artigo	HOFFMANN, W. A.
PNB	2005	Fitossociologia de dois trechos inundáveis de Matas de Galeria no Distrito Federal, Brasil.	Artigo	GUARINO, E. S. G. e WALTER, B. M. T.

RECOR IBGE	2005	Fitossociologia da regeneração arbórea na mata de galeria do Pitoco (IBGE-DF), seis anos após fogo accidental.	Artigo	SANTIAGO, J; SILVA JÚNIOR, M. C. ; LIMA, L. C.
RECOR IBGE	2005	Fitossociologia e estrutura diamétrica na Mata de galeria do Pitoco, na reserva ecológica do IBGE, DF.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M.C.
RECOR IBGE	2005	Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees	Artigo	HOFFMANN, W.A, FRANCO, A.C, MOREIRA, M.Z e HARIDASAN, M.
APA GCV (FAL)	2006	Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil.	Artigo	OLIVEIRA, E. C. L. e FELFILI, J. M.
PNB	2006	Ecologia populacional da palmeira <i>Geonoma schottiana</i> Mart. em mata de galeria no Brasil central.	Dissertação	SAMPAIO, M. B.
RECOR IBGE	2006	Hepáticas e antóceros das matas de galeria da Reserva Ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil.	Artigo	CÂMARA, P. S.; COSTA, D. P.
APA GCV	2007	Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal.	Dissertação	SILVA, J. C. S.
APA GCV	2007	Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do Catetinho, Brasília/DF.	Artigo	BRAGA, F. M. S; REZENDE, A. V.
APA GCV (FAL)	2007	Comparação do banco de sementes do solo de três fitofisionomias do bioma cerrado em áreas perturbadas.	Dissertação	OLIVEIRA, S. F.
APA GCV (FAL)	2007	Florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil.	Artigo	MUNHOZ, C. B. R. e FELFILI, J.M.
RECOR IBGE	2007	Fitossociologia e sobrevivência de árvores na mata de galeria do córrego Pitoco, reserva ecológica do IBGE, DF, em 2006, após dois incêndios, 1994 e 2005.	Dissertação	PARCA, TEDESCHI, M. L. S.
RECOR IBGE	2007	Regeneração natural de espécies lenhosas e suas correlações com fatores ambientais na mata de galeria do Córrego Pitoco.	Dissertação	BARROS, M. G.
APA GCV (FAL)	2008	Dinâmica da comunidade arbórea de uma mata de galeria do Brasil Central em um período de 19 anos (1985-2004).	Artigo	OLIVEIRA, A. P.; FELFILI, J. M.
APA GCV (FAL)	2008	Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido no Brasil Central.	Artigo	MUNHOZ, C. B. R; FELFILI, J. M.
EEJBB	2008	Fitossociologia e diversidade do Cerrado sobre solo raso na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília e sua relação com outros Cerrados em áreas protegidas do Distrito Federal.	Artigo	Haidar, R. F. et al.
PNB	2008	Melastomataceae juss. no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil.	Dissertação	FARIA, C. A.
RECOR IBGE	2008	Características químicas da água de córregos do Distrito Federal sob diferentes usos e cobertura do solo. 2008.	Tese	SILVA, J. S. O.
RECOR IBGE	2008	Musgos acrocárpicos das matas de galeria da Reserva Ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil.	Artigo	CÂMARA, P. S.
RECOR IBGE	2008	Musgos pleurocárpicos das matas de galeria da Reserva Ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil. Brasília.	Artigo	CÂMARA, P. S.
RECOR IBGE	2008	Padrões anatômicos, fenológicos, fotossintéticos e de crescimento em espécies arbóreas do cerrado <i>sensu stricto</i> e de mata de galeria.	Dissertação	ROSSATTO, D. R.
RECOR IBGE e FAL	2008	The invasive grass, <i>Melinis minutiflora</i> , inibe tree regeneration in a Neotropical savanna.	Artigo	HOFFMANN, WA e HARIDASAN, M.
APA GCV	2009	Recuperação de áreas degradadas no ribeirão do Gama e o envolvimento da comunidade do Núcleo Hortícola de Vargem Bonita/DF.	Dissertação	MOURA, A. C. C.
APA GCV (FAL)	2009	Regeneração natural em diferentes ambientes da mata de galeria do capetinga na Fazenda Água Limpa/DF.	Artigo	RIBEIRO, G. H. P. de M. FELFILI, J. M.
EEJBB	2009	Comunidades lenhosas no cerrado sentido restrito em duas posições topográficas na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília/DF, Brasil.	Artigo	SILVA JÚNIOR, M. C. e SARMENTO, T. R.

RECOR IBGE	2009	Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil central.	Artigo	ROSSATTO, D. R., HOFFMANN, W. A. e FRANCO, A. C.
Todas	2009	<i>Solanum</i> l. ( <i>Solanaceae</i> l.) no Distrito Federal: listagem, distribuição e conservação.	Artigo	SILVA, S. R.; PROENÇA, C. E. B.
APA GCV (FAL)	2010	Avaliação do desenvolvimento dos componentes arbóreos e herbáceos na recuperação de áreas degradadas na bacia do ribeirão do Gama, Distrito Federal.	Dissertação	GIOTTO, A. C.
APA GCV (FAL)	2010	Mudanças estruturais e florísticas do estrato herbáceo-arbustivo em campo sujo e campo limpo úmido na Fazenda Água Limpa/DF após um período de sete anos.	Dissertação	AMARAL, : A. G.
APA GCV (RECOR IBGE e FAL)	2010	Contribuição da vegetação rasteira na evapotranspiração total em diferentes ecossistemas do bioma cerrado, Distrito Federal.	Artigo	SANTANA, O. A.; CUNIAT, G. e IMAÑA-ENCINAS, J.
EEJBB	2010	Diversidade Beta da comunidade herbáceo-arbustiva da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB): subsídios para o manejo e conservação.	Artigo	AMARAL, A. G. et al.
RECOR IBGE	2010	Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil.	Artigo	ROSSATTO, D. R. et al.
RECOR IBGE	2010	Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto fogo.	Livro	MIRANDA, H. S. et al.
APA GCV	2011	Aplicação de classificação digital de imagens orbitais no mapeamento de uso da terra.	Dissertação	SANTOS, V. T. M.
APA GCV (FAL)	2011	Análise florística e fitossociológica da comunidade arbórea da Mata de Galeria do Capetinga, após vinte anos de passagem de fogo, na Fazenda Água Limpa, Brasília/DF.	Artigo	OLIVEIRA, M. C. ; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.
APA GCV (FAL)	2011	Vinte e quatro anos de sucessão vegetal na mata de galeria do córrego Capetinga, na Fazenda Água Limpa, Brasília, Brasil, 1983-2007.	Tese	OLIVEIRA, M.C.
EEJBB	2011	Estrutura da vegetação e potencial não madeireiro das espécies arbóreas e palmeiras na mata de galeria do córrego Cabeça-de-Veados, DF.	TCC	CRUZ, T. M. S.
EEJBB	2011	Uso de biomantas na revegetação de um fragmento de Mata de Galeria no Jardim Botânico de Brasília, DF : sobrevivência e desenvolvimento de mudas.	Dissertação	ARTIOLI, C.G.
RECOR IBGE	2011	Decomposição de detritos foliares alóctones e dinâmica de nutrientes em sistema lótico no cerrado.	Dissertação	MITRE, S. K.
RECOR IBGE	2011	Relações hídricas e morfo-anatomia do caule em pares congêneros do cerrado e mata de galeria: um estudo comparativo.	Dissertação	DINIZ, B. M.
APA GCV	2012	Identificação de unidade de <i>habitat</i> (UH) para <i>Pteridium aquilinum</i> , em áreas selecionadas da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado/DF.	Dissertação	SALGADO, R.S.
APA GCV (EEJBB)	2012	Sequestro de carbono em um projeto de restauração de mata de galeria no Jardim Botânico de Brasília.	Dissertação	OLIVEIRA, R. O.
APA GCV (IBGE, FAL e EEJBB)	2012	Variação temporal da decomposição de detritos foliares em córregos de cabeceira no cerrado.	Dissertação	BEZERRA, F. A.
EEJBB e FLONA	2012	Zoneamento, similaridade e diversidade do estrato herbáceo-arbustivo de duas veredas no Distrito Federal.	Dissertação	SANTOS, F.F. M.
APA GCV	2013	Composição florística e estrutura da Mata de Galeria do Ribeirão do Gama, Brasília/DF.	TCC	ARAUJO, R. T.
APA GCV (FAL)	2013	Comunidades epifítica e arbórea em matas de galeria no Distrito Federal, Brasil.	Dissertação	OLIVEIRA, R. P.
APA GCV (FAL)	2013	Desenvolvimento inicial de 15 espécies florestais nativas, plantadas ao final do período chuvoso, em uma área degradada por extração e compactação de solo no Distrito Federal.	Dissertação	SOUTO, M. L. S.

APA GCV (FAL)	2013	Diásporos e plântulas de espécies lenhosas de mata de galeria: biometria, morfologia e aspectos da germinação e do desenvolvimento inicial.	Dissertação	MOTA, E. D. HOFMANN
APA GCV (FAL)	2013	Efeitos antrópicos do represamento de um riacho do Cerrado na decomposição foliar.	Dissertação	SALOMÃO, V. P.
APA GCV (FAL, IBGE e EEJBB)	2013	Processos ecológicos em zonas ripárias: o efeito da integridade da vegetação ripária sobre as comunidades aquáticas em riachos de cabeceira.	Dissertação	LEITE, G. F. M.
APA GCV (IBGE, FAL e EEJBB)	2013	Características físico-químicas de pequenas drenagens em matas de galeria de cerrado após a ocorrência de incêndio florestal.	Dissertação	MIRANDA, F. S.
PNB	2013	Poaceae das formações florestais e do cerrado sentido restrito do Parque Nacional de Brasília/DF, Brasil.	Dissertação	REIS, P. A.
RECOR IBGE	2013	Caracterização anatômica foliar de espécies arbóreas de uma Mata de Galeria do Brasil Central.	Artigo	PINHEIRO, L.F.S.; ROSSATTO, D.R.; RONQUI, R.A.; KOLB, R.M.
APA GCV	2014	Detecção de foco de incêndio subterrâneo em turfa por câmera portátil termal.	TCC	COTA, A. M. P.
APA GCV (FAL)	2014	Dinâmica populacional de <i>Inga alba</i> (sw.) willd. (fabaceae) em mata de galeria perturbada no Distrito Federal.	TCC	ONGHERO, A. M.
APA GCV (FAL, IBGE e EEJBB)	2014	Decomposição de detritos foliares em sistemas ripários tropicais: efeitos das escalas espacial e temporal.	Tese	REZENDE, R. S.
APA GCV (RECOR IBGE)	2014	Efeitos da adição de nutrientes em espécies arbóreas e herbáceas de cerrado.	Tese	MASSI, K. G.
EEJBB	2014	Diversidade de espécies herbáceo-arbustivas e zonação florística em uma vereda no Distrito Federal.	Artigo	MIRANDA SANTOS, F. F.; MUNHOZ, C. B. R.
EEJBB	2014	Mudanças florísticas na vegetação lenhosa em Cerrado sentido restrito de vale na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (2009-2013).	TCC	MENDES, M. V.
PNB	2014	Flora exótica no Parque Nacional de Brasília: levantamento e classificação das espécies.	Artigo	HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R.; WALTER, B. M. T.
APA GCV (FAL)	2015	Comparação florístico-estrutural dos estratos adulto e de regeneração em Mata de Galeria perturbada no Distrito Federal, Brasil.	Artigo	OLIVEIRA, M. C.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.
APA GCV (FAL)	2015	Uso do solo, cobertura vegetal e limites da área de relevante interesse ecológico do Capetinga/Taquara (Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília): subsídios ao manejo e proposta de recategorização.	TCC	AGUIAR, R. D.
EEJBB	2015	Influência da química do detrito foliar e da água sobre a comunidade de hifomicetos aquáticos.	Tese	GOMES, P. P.
EEJBB	2015	Integridade ecológica em córregos de floresta de galeria do bioma Cerrado.	Dissertação	KISAKA, T. B.
PNB	2015	Colonização de <i>Trembleya parviflora</i> em áreas úmidas no Distrito Federal, Brasil.	Tese	GIOTTO, A. C.
PNB	2015	Modern pollen spectra of the Cerrado vegetation in two national parks of Central Brazil, and implications for interpreting fossil pollen records	Artigo	CASSINO, R. F.; MARTINHO, C. T.; CAMINHA, S.
PNB	2015	Relação fatores ambientais, composição florística e estrutura em mata de galeria, Parque Nacional de Brasília, Brasil.	Dissertação	ARCELA, V.
RECOR IBGE	2015	Análise ambiental de um subsistema de Vereda em unidades de conservação : Reserva Ecológica do IBGE/Recor e Estação Ecológica de Águas Emendadas/ESECAE/DF.	Dissertação	CARVALHO, A. C. A.
RECOR IBGE, EEJBB, FAL	2015	Varição sazonal na composição química de detritos foliares em zonas ripárias do Cerrado.	Dissertação	LIMA, L. S.
APA GCV	2016	Aplicação de análise multicritério no zoneamento ambiental: estudo de caso da ARIE Capetinga/Taquara/DF.	TCC	CASCON, L. S.

APA GCV	2016	Composição florística e estrutural da vegetação arbórea de uma mata de galeria perturbada no Distrito Federal.	TCC	DEZORDI, M. J.
APA GCV	2016	Diversidade da flora fanerogâmica de três matas de galeria no bioma Cerrado.	Artigo	BAMBI, P. et al.
APA GCV	2016	Levantamento Fitossociológico em ambiente de vereda na APA Ribeirões do Gama e Cabeça de Veado, Brasília/DF.	Artigo	SILVA, M. P., SANTANA, N. C., GUEDES, S. R. A., & LARANJA, R. E. de P.
APA GCV (FAL)	2016	A dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria perturbada no Distrito Federal: 2002-2013.	TCC	OLIVEIRA, P. A.
APA GCV (FAL)	2016	Dinâmica da população de <i>Tachigalli rubiginosa</i> (MART. e TUL.) Oliveira-Filho (FABACEAE) no ecótono mata de galeria/campo sujo na fazenda Água Limpa, Distrito Federal.	TCC	GOLÇALVES, D. R.
APA GCV (FAL)	2016	Diversidade e Estrutura da Mata de Galeria do Ribeirão do Gama em 2009.	Artigo	ARAUJO, R.; FAGG, C.; ROITMAN, I.
APA GCV (FAL, IBGE e EEJBB)	2016	Caracterização da matéria orgânica nas zonas ripárias em diferentes condições de preservação no Cerrado do Planalto Central do Brasil.	Tese	BAMBI, P.
EEJBB	2016	The replacement of native plants by exotic species may affect the colonization and reproduction of aquatic hyphomycetes.	Artigo	GOMES, P. P.; MEDEIROS, A. O.; JÚNIOR, J. F. G.
FLONA Brasília	2016	Diversidade e riqueza de orquídeas epífitas em matas de galeria da Floresta Nacional de Brasília/DF.	Dissertação	LIMA, J. H.
FLONA Brasília, PNB, EEJBB, RECOR IBGE	2016	Influência do tempo, espaço, fogo e fertilização na comunidade herbáceo-arbustiva no Cerrado.	Tese	EUGÊNIO, C. U. O.
PNB	2016	Comunidades de monocotiledôneas herbáceas e pteridófitas terrestres e suas relações com o ambiente em mata de galeria no Parque Nacional de Brasília.	Dissertação	SOUZA, A. C. M.
PNB	2016	Diversidade de grãos de pólen das principais fitofisionomias do cerrado e implicações paleoambientais.	Artigo	CASSINO, R. F.; MARTINHO, C. T.; CAMINHA, S.
APA GCV	2017	The ecological integrity loss of headwaters streams: an multiparameter assessment in brazilian neotropical savannas	Artigo	KISAKA, T. B.; ALMEIDA, A.; NARDOTO, G. B.
EEJBB, PNB, RECOR IBGE e FLONA Brasília	2017	Integração de dados de diversidade e riqueza florística, variáveis ambientais e imagens de satélite em Vereda : implicações para conservação.	Dissertação	SILVA, M. S. B.
FLONA Brasília, PNB, EEJBB, RECOR IBGE	2017	Fatores modeladores da composição e da diversidade de espécies herbáceo-arbustivas em veredas no Brasil.	Dissertação	BIJOS, N. R.
PNB	2017	Fatores determinantes da distribuição de espécies herbáceas nos Campos de Murundus no Parque Nacional de Brasília.	Relatorio PIBIC	TRINDADE, V.
APA GCV	2018	Dinâmica de ocorrência de incêndios florestais em unidade de conservação influenciada por diversos usos e cobertura do solo: APA Gama e Cabeça de Veado/DF.	Dissertação	MELO, R. R.
EEJBB	2018	Análise estrutural e temporal da vegetação arbórea de mata de galeria no Jardim Botânico de Brasília/DF.	Artigo	VIEIRA, F. C.; SILVA JÚNIOR, M. C.; NÓBREGA, M. G.
EEJBB	2018	Comportamento espectral das fitofisionomias do cerrado na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília/DF.	TCC	ARRUDA, R. C.
PNB	2018	Ecologia de Campo de Murundu do Parque Nacional de Brasília	Relatorio PIBIC	SILVA, C.F
PNB	2018	Varição de atributos foliares em espécies graminóides de Mata de galeria e Cerrado sentido restrito.	Dissertação	AMARAL, E. J.
RECOR IBGE	2018	Delimitação e caracterização de um transecto na vertente do subsistema de vereda na Reserva Ecológica do IBGE/RECOR/DF.	Artigo	CARVALHO, A. C. A.; LARANJA, R. E. de P.; NASCIMENTO, R. de O.; RODRIGUES, F. P.

APA GCV (FAL e IBE)	2019	Estimativa de biomassa e combustível em diferentes fitofisionomias do Cerrado.	Dissertação	GRANADO, L. M. A.
APA GCV e PNB	2019	Organização e dinâmica de comunidades aquáticas em riachos no Cerrado.	Tese	LEITE, G. F. M.
EEJBB	2019	Uso de mantas geotêxteis na revegetação de um fragmento de mata de galeria no Jardim Botânico de Brasília/DF: sobrevivência e desenvolvimento de mudas.	Artigo	ARTIOLI, C. G; CORRÊA, R. S.
APA GCV (FAL e RECOR IBGE)	2020	Ecofisiologia comparativa de espécies arbóreas de cerrado s.s. e mata de galeria.	Tese	HAMMERLE, I. N. C.
APA GCV (FAL)	2020	Ecologia de epífitas vasculares em ambientes inundáveis e não inundáveis.	Tese	OLIVEIRA, R. P.
RECOR IBGE	2020	Estrutura de análise de imagem baseada em objeto geográfico para mapeamento de tipos fisiognômicos de vegetação em escalas finas em savanas neotropicais. Sensoriamento Remoto.	Artigo	RIBEIRO, FF. et al.
APA GCV (FAL)	2021	Herbaceous-shrub species composition, diversity and soil attributes in moist grassland, shrub grassland and savanna in Central Brazil	Artigo	SOUZA, F. G. et al.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





## Avaliação de áreas para criação de unidade de conservação em região de transição de Cerrado e Mata Atlântica, centro sul de Minas Gerais, Brasil

Renan César Cruz Batista<sup>1,\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-4884-2050>

\* Contato principal

Marcos Magalhães de Souza<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0415-1714>

Wanderley Jorge da Silveira Junior<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0521-8546>

Luis Gustavo Talarico Rubim<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8849-1953>

Geraldo Majela Moraes Salvio<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3953-1349>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais/IF SUDESTE MG, Campus Barbacena, Barbacena/MG, Brasil. <renancesar.evoluta@gmail.com, jjjuniororama@gmail.com, geraldo.majela@ifsudestemg.edu.br>.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais/IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes, Inconfidentes/MG, Brasil. <marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br>.

<sup>3</sup> ESALQ – Universidade de São Paulo/USP, Piracicaba/SP, Brasil. <gustavorubim507@gmail.com>.

Recebido em 18/10/2023 – Aceito em 04/09/2024

### Como citar:

Batista RCC, Souza MM, Silveira Junior WJ, Rubim LGT, Salvio GMM. Avaliação de áreas para criação de unidade de conservação em região de transição de Cerrado e Mata Atlântica, centro sul de Minas Gerais, Brasil. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(3): 51-67. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i3.2500

**Palavras-chave:** Categorização de unidade de conservação; conservação da natureza; áreas naturais protegidas; unidades de conservação municipal.

**RESUMO** – A criação de unidades de conservação (UCs) está entre as medidas mais efetivas para proteção e conservação da natureza. Entretanto, muitas localidades não possuem esse instrumento, mesmo aquelas que abrigam diversidade biológica significativa, como os municípios de Barroso e Prados, em Minas Gerais. Nesse sentido, este trabalho, conduzido durante o ano de 2022, teve por objetivo avaliar quatro remanescentes de áreas nativas em tais municípios com o intuito de verificar se podem ser transformadas em unidades de conservação e quais as categorias mais adequadas. No método, para a avaliação do potencial de conservação, foram atribuídos valores de zero a nove em uma matriz de decisão denominada matriz de decisão de potencial, aplicada para cada área a partir de observações realizadas em campo e de conhecimentos prévios. O método para categorias de unidades de conservação foi o de matriz de decisão de categoria, aplicada separadamente em cada área. Isso serviu para definição da categoria mais indicada com base em características levantadas em visita de campo, realizada entre junho e julho de 2022; e com base em conhecimentos prévios. As áreas foram avaliadas individualmente e as características foram descritas com base nos objetivos, atributos e especificidades de categorias



de unidades de conservação no Brasil, preconizadas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC); foram também pontuadas de zero a nove. Os locais avaliados atenderam aos objetivos preconizados no SNUC, atenderam aos valores e classes de relevância para conservação; e caracterizaram-se como “fortes” (60 a 80%), obtendo índices entre 64 e 73%. Na avaliação de categorias, a área de relevante interesse ecológico foi a que obteve as maiores pontuações em três das quatro áreas avaliadas. Porém, a ordem hierárquica proposta no método – pontuação da maior para a menor – não indica apenas a categoria com maior pontuação, ao invés disso, considera também categorias com índices relevantes a partir da nota de corte (25%). Isso engloba a possibilidade de áreas não aplicadas em determinada categoria, o que poderá ser definido em consulta pública, tendo como base a escolha dos resultados aqui apresentados. O trabalho também sugere a criação de uma área de proteção ambiental como solução para criação e proteção simultânea de UCs no município de Barroso, mas que precisa ser avaliado em estudos subsequentes para sua viabilidade como, por exemplo, potenciais conflitos socioambientais e latifundiários, bem como para a criação independente das UCs.

## Evaluation of areas for the creation of a conservation unit in the transition region between Cerrado and Atlantic Forest, South Central Minas Gerais, Brazil

**Keywords:** Conservation unit categorization; nature conservation; protected natural areas; municipal conservation units.

**ABSTRACT** – The creation of conservation units (UCs, in Portuguese) is one of the most effective strategic actions for protecting and conserving nature. However, many locations do not have this instrument, even those that have significant biological diversity, such as the municipalities of Barroso and Prados in Minas Gerais. In this sense, this work, carried out during the year 2022, aimed to evaluate four remnants of native areas in the municipalities in order to verify whether they can be transformed into conservation units and which categories would be most appropriate. We proposed to adapt the analytic hierarchy process method, using the objectives established in Law 9.985/2000 as factors that justify its creation and categories. In the method, for the evaluation of the conservation potential, punctuated values from zero to nine were assigned in a decision matrix, called the potential decision matrix, for each area based on field observations and previous knowledge. The method for categories of conservation units was the category decision matrix, applied separately in each area. This served to define the most suitable category based on characteristics raised in a field visit, carried out between June and July 2022, as well as prior knowledge. The areas were evaluated individually, and the characteristics were described based on the objectives, attributes, and specificities of categories of conservation units in Brazil, recommended in the National System of Conservation Units (SNUC), and also scored from zero to nine. The areas evaluated met very well with the objectives set out in the SNUC, and their values and classes of relevance for conservation were given in “strong” (60 to 80%), with values between 64 and 73%. In the evaluation of categories, the area of relevant ecological interest was the one that obtained the highest scores in three of the four evaluated areas. However, the hierarchical order proposed in the method – highest score to lowest score – does not simply indicate the category with the highest score without taking into account other categories with relevant scores from the cutoff score assigned up to 25%, considering that there may be impossibilities to apply a certain category, which may be defined in the public consultation, based on the choice of the results presented here. We also suggest the creation of an Environmental Protection Area as a solution for the creation and simultaneous protection of UC in the municipality of Barroso, but this needs to be evaluated in subsequent studies for its viability, such as potential socio-environmental and landowner conflicts, as well as for the independent creation of the UC.

## Evaluación de áreas para la creación de una unidad de conservación en la región de transición del Cerrado y el Bosque Atlántico, centro sur de Minas Gerais, Brasil

**Palabras clave:** Categorización de unidades de conservación; conservación natural; áreas naturales protegidas; unidades municipales de conservación.

**RESUMEN** – La creación de unidades de conservación (UCs) se encuentra entre las medidas más efectivas para la protección y conservación de la Naturaleza. Sin embargo, muchos lugares no cuentan con este instrumento, incluso aquellos que albergan una importante diversidad biológica, como el municipio de Barroso e Prados, en Minas Gerais. En ese sentido, este trabajo, realizado durante el año 2022, tuvo como objetivo evaluar cuatro remanentes de áreas nativas en el municipio para verificar si se pueden transformar en unidades de conservación y qué categorías serían las más adecuadas. Se propuso adecuar el método del *proceso jerárquico analítico*, utilizando los objetivos establecidos en la Ley 9.985/2000 como factores que justifican su creación y sus categorías. En el método, para la evaluación del potencial de conservación se asignaron valores puntuados del 0 al 9 en una matriz de decisión, denominada matriz de decisión potencial, para cada área con base en observaciones de campo y conocimientos previos. El método para las categorías de unidades de conservación fue la matriz de decisión de categoría, aplicada por separado en cada área. Esto sirvió para definir la categoría más adecuada en base a características planteadas en una visita de campo, realizada entre junio y julio de 2022; así como conocimientos previos. Las áreas fueron evaluadas individualmente y las características descritas con base en los objetivos, características y especificidades de las categorías de Unidades de Conservación en Brasil, recomendadas en el Sistema Nacional de Unidades de Conservación (SNUC), y también puntuadas de 0 a 9. Las áreas evaluadas cumplieron muy bien con los objetivos planteados en el SNUC y sus valores y clases de relevancia para la conservación se dieron en “fuerte” (60 a 80%), con valores entre 64% y 73%. En la evaluación de categorías, el área de relevante interés ecológico fue la que obtuvo los puntajes más altos en tres de las cuatro áreas evaluadas. Sin embargo, el orden jerárquico propuesto en el método – mayor puntaje para menor puntaje – no solo indica la categoría con mayor puntaje sin tener en cuenta otras categorías con puntajes relevantes a partir del puntaje de corte asignado hasta el 25%; considerando que pueden existir imposibilidades de aplicación de determinada categoría, que podrán ser definidas en la consulta pública, a partir de la elección de los resultados aquí presentados. El trabajo también plantea la creación de un área de protección ambiental como solución para la creación y protección simultánea de UC en el municipio de Barroso, pero que necesita ser evaluada en estudios posteriores para su viabilidad, como por ejemplo, potencial socio-económico, conflictos ambientales y terratenientes, así como para la creación independiente de las UCs.

## Introdução

O estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, durante o processo de ocupação territorial, foi influenciado por diferentes pressões antrópicas sobre sua cobertura vegetal original[1], o que ocasionou a diminuição e a modificação de dois biomas: Cerrado e a Mata Atlântica, ambos *hotspots* mundiais[2][3].

O cerrado abriga riqueza de espécies[4] com alto grau de endemismo[2] e com risco de extinção[5] [6], por isso é considerado a savana mais rica do planeta, ocupando cerca de 23,9% do território brasileiro[7]. Contudo, 55% dessa área original foi desmatada, fragmentada ou transformada pela ação humana[6], o que se intensificou a partir dos anos

setenta do século XX com o avanço da atividade agrícola[8].

Assim como o Cerrado, a Mata Atlântica experimentou uma redução drástica de sua área original em função de diferentes atividades, como pecuária, agricultura e expansão urbana, essa última com início na colonização europeia no século XVI [9][10], causando a redução de, aproximadamente, 93% da cobertura vegetal do bioma[11]. Em consequência disso, aconteceu a fragmentação florestal[12][13], que se caracteriza pela interrupção de uma área contínua de vegetação e a transforma em partes menores e isoladas umas das outras, modificando diferentes componentes abióticos e afetando negativamente a biota[14][15], como

documentado para diversos táxons, a exemplo vespas[16][17], libélulas[18] e anfíbios[19].

Diante dessas situações, torna-se necessária a implementação de diferentes ações para proteção da biodiversidade e dos recursos naturais, como a criação de unidades de conservação (UCs), considerada a medida mais efetiva e sustentável para proteção e conservação dos ecossistemas[1][20]. Entretanto, promover a conservação por meio de UCs tem se mostrado um desafio no Brasil, já que muitas localidades não possuem esse instrumento. Em alguns casos, as UCs foram criadas com base em valores e estratégias que, segundo Pressey[21], nem sempre garantem a efetiva proteção, podendo haver categorias incompatíveis; dificuldade de aplicação do plano de manejo; conflitos e até mesmo a necessidade de recategorização ou desafetação da UC, tornando-a geradora de impacto dentro e no seu entorno. Portanto, embora represente a principal estratégia, é importante que a escolha da categoria de uma UC considere as especificidades e potencialidades de uso que a área oferece, a fim de garantir a proteção, conservação e o desenvolvimento local[1].

A partir dessas considerações, este trabalho propõe apresentar informações para nortear a criação de unidade de conservação em área de transição de Mata Atlântica e Cerrado nos municípios de Barroso e Prados, centro sul do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. Tal proposta se justifica pela redução da vegetação nativa da região, pois o desenvolvimento econômico se deu, principalmente, por atividades de mineração, agricultura, industrialização e extração de madeira para alimentar fornos de cal no passado[22], ocupações que foram importantes na geração de empregos, bem como as cerâmicas, olarias e a indústria cimenteira.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado no período entre março de 2022 e abril de 2023, nos municípios de Barroso (-21° 11'15" S 43°58'33" W) e divisa com Prados (21°03'27" S 44°04'47" W), inseridos em área de transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica. Nessa área a paisagem é formada por fragmentos florestais como: Mata do Baú; Mata da Boa Vista; Mata do Padeiro; Cachoeira da Lajinha; Mata do Catete e Morro do Morcego, incluindo remanescentes de floresta ripária do Rio das Mortes em diferentes estágios de sucessão ecológica[22] na macrorregião de Campo das Vertentes, centro-sul de Minas Gerais.

Foram realizadas avaliações em campo entre junho e julho de 2022 para reconhecimento dos fragmentos, com esforço de oito horas, além da revisão bibliográfica com análise de artigos publicados, de dissertações, de teses, de capítulos de livros e de resumos em congressos – todos obtidos nas plataformas de pesquisa Scielo, Scopus, Google Scholar, Researchgate e Periódicos Capes. Foram usadas as seguintes palavras-chave para busca: Barroso e hymenoptera; odonata; opiliões e Barroso; Barroso e história; Rio das Mortes e biodiversidade; Barroso e Prados; Prados e unidade de conservação. O período de recorte dos dados pesquisados foi de 1979 a 2023.

Para avaliar se os fragmentos florestais atendem aos pré-requisitos de configuração de uma UC, foi aplicado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), constituído de uma análise de multicritérios pontuados de zero a nove na matriz criada no presente estudo, denominada matriz de decisão de potencial (MDP); sendo essa uma adaptação do estudo proposto por[23]. A literatura tem mostrado a relevância do método AHP em diferentes contextos, incluindo o contexto de UC e de avaliação de conflitos socioambientais em unidades de conservação, como apresentado por[24]. Essa metodologia permite encontrar soluções precisas com o apoio da experiência e dos tomadores de decisão[25].

Quando o AHP é definido como metodologia de suporte para a solução de um caso, é necessário seguir alguns passos para facilitar a execução e manter sob controle o andamento da sistemática proposta. Alguns estágios têm o intuito de assistir à concretização deste procedimento, como, por exemplo, a construção de matrizes e a aplicação de modelagens matemáticas[26]. O valor máximo da pontuação em nove foi definido para que cada critério tivesse três pontuações, podendo o tomador de decisão usar um valor baixo, médio e alto também para a relevância de cada um dos critérios da matriz, exceto para “não atende”, sendo que a relevância se deu em: zero (não atende); um a três (sim, pouco); quatro a cinco (sim, razoavelmente), e sete a nove (sim, muito). Foram utilizados os objetivos das UCs presentes no art. 4º da Lei n. 9.985/2000 como fatores que justificariam sua existência nessas áreas, atribuindo valores a eles a partir das observações realizadas em campo e das informações de publicações e estudos já realizados.

Para o estágio de modelagem matemática foi usada a equação  $X = \frac{p}{126}$ , em que “p” representa o número de pontos que cada área alcançou e “126” o valor máximo que cada área pode alcançar ( $9 \times 14$ ),

adaptado da aplicação em [23]. Foram estabelecidas classes de relevância em porcentagem como “muito fraco” (0-20%); “fraco” (20-40%); “média” (40- 60%); “forte” (60-80%) e “muito forte” (80-100%). Dessa forma, a partir das notas atribuídas pode-se verificar o quanto essas áreas atendem aos objetivos preconizados pelo SNUC e indicar também a prioridade de criação usando a classificação hierárquica (de maior pontuação para a de menor pontuação).

A partir do método AHP, criamos a matriz de decisão de categoria (MDC) com um total de dezoito características levantadas em visita de campo e conhecimentos prévios de todas as áreas avaliadas. Cada área foi avaliada individualmente nessa matriz e as características foram descritas com base nos objetivos, atributos e especificidades de categorias das UCs no Brasil, preconizados no SNUC, que também foram pontuadas de zero a nove de forma a padronizar a nota máxima com a MDP, não havendo, aqui, outro motivo que justifique a escolha desse valor como na matriz anterior.

As notas atribuídas foram dadas conforme atendem às características das categorias em relação às áreas e foram organizadas de forma hierárquica: da maior pontuação para a menor pontuação, considerando relevante todas as categorias que atingiram pelo menos  $\frac{1}{4}$  de 100% da pontuação (25%). Foi usada também a modelagem matemática

com a equação  $X = \frac{p}{18}$ , sendo que “p” representa o número de pontos que cada categoria alcançou e “18” o valor máximo que cada uma pode alcançar ( $9 \times 18$ ).

Para fins da metodologia aqui proposta, foram mantidas na avaliação todas as categorias em uso pelo SNUC, mesmo sabendo que algumas não são compatíveis no contexto das áreas estudadas. A saber: floresta nacional, reserva extrativista e reserva de desenvolvimento sustentável.

## Resultados e discussão

### Definição das áreas

Foram selecionadas três áreas, todas de propriedade privada, que apresentaram potencial para criação de UC: Mata do Baú, Mata do Padeiro e Cachoeira da Lajinha (Figura 1), sobretudo pelo fato de apresentarem informações biológicas relevantes ou beleza cênica. A Mata da Boa Vista e a microbacia do Córrego do Cangalheiro constam também em destaque na Figura 2, para ilustrar parte da discussão. Além disso, são áreas importantes para as propostas de criação de UC que aqui serão discutidas, mas não puderam ser avaliadas devido à ausência de dados, principalmente, biológicos. Foram consultados quatorze artigos, um livro e um plano de ação.

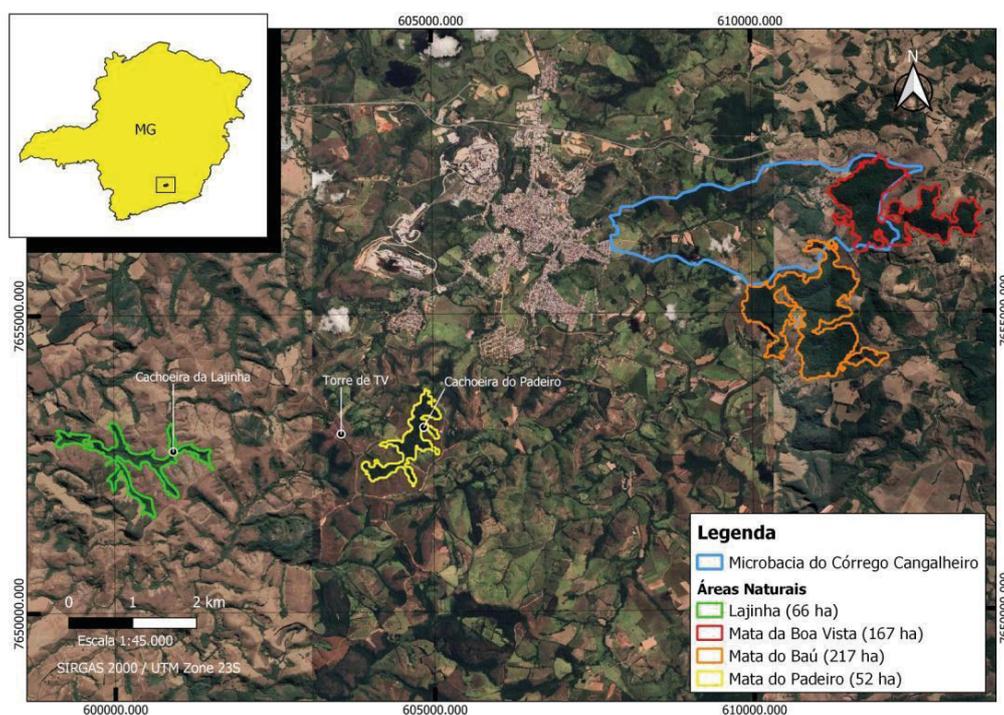


Figura 1 – Mapa de localização das áreas naturais com potencial para criação de unidade de conservação nos municípios de Barroso e Prados, Minas Gerais.

O fragmento Mata do Baú (Figura 2 A e B) (21°12'16.00"S 43°56'3.65"W) possui 384,9 ha no município de Barroso e é formado por floresta estacional semidecidual[27] em ecótono dos biomas Cerrado e Mata Atlântica. A área abriga riqueza de espécies de orchidaceae[27] e mais de 500 espécies de angiospermas[28], o que permitiu a Barroso o status de área prioritária para conservação e pesquisa científica em Minas Gerais[29]. A Mata do Baú abriga uma das mais ricas comunidades de vespas sociais do Brasil[30][17], elevada diversidade, espécies raras e recém-descritas de libélulas[31][32][18], além de diversidade de espécies da ordem Opiliones[33].

A Cachoeira da Lajinha (Figura 2 C e D) (21°13'33.20"S 44°2'0.56"W) faz divisa com o

município de Prados, possui cerca de 33 ha, abriga cachoeiras e é formada por fragmentos de mata de galeria e de campo cerrado, fitofisionomias características do Cerrado[34]. Há registro de novas ocorrências de vespas sociais para Minas Gerais na área[17], além da maior riqueza de opiliões da região[33] e um novo registro de Megaloptera (Insecta) para o Cerrado mineiro[35].

A Mata do Padeiro (Figura 2 E e F) (21°13'14.38"S 43°59'22.87"W) possui cerca de 27 ha, abriga cachoeira com dez metros de queda livre – a maior da região – e é formada por remanescentes de floresta de galeria e de campo cerrado, com registro de uma nova espécie de libélula para a ciência[36].



Figura 2 – Áreas selecionadas com potencial para criação de unidade de conservação, nos municípios de Barroso e Prados, Minas Gerais: (A e B) Mata do Baú (C e D); Cachoeira da Lajinha (E e F) e Mata do Padeiro. Fonte: os autores.

### Avaliação do potencial de unidade de conservação das áreas

As três áreas selecionadas atenderam aos objetivos preconizados no art. 4º da Lei n. 9.985/2000

(SNUC). Seus valores e classes de relevância se deram em “forte” (80 a 60%), com notas entre 64 e 73% para a avaliação.

A Mata do Baú obteve nota 70,63% segundo a MDP (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz de decisão de potencial (MDP) construída a partir dos objetivos preconizados no art. 4º da Lei n. 9.985/2000 para avaliar o potencial de unidade de conservação em Mata do Baú.

Mata do Baú (Objetivos do SNUC)		Não	Sim/Pouco			Sim/ Razoavelmente			Sim/Muito		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Pode contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos?										X
II	Pode proteger espécies ameaçadas de extinção?										X
III	Pode contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais?										X
IV	Pode promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais?	X									
V	Pode contribuir para a promoção da utilização dos princípios e práticas de conservação no processo de desenvolvimento?										X
VI	Pode proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica?							X			
VII	Pode proteger características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural?	X									
VIIIa	Pode proteger e recuperar recursos hídricos?										X
VIIIb	Pode proteger e recuperar recursos edáficos (solos)?										X
IX	Pode contribuir para recuperar ou para restaurar ecossistemas degradados?										X
X	Pode proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental?										X
XI	Pode contribuir para a valorização econômica e social da diversidade biológica?										X
XII	Poderia favorecer a educação e interpretação ambiental, recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico?			X							
XIII	Pode proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente?	X									
<b>Total: 70,63%</b>											

Os objetivos I, II, III, V, VIIIa, VIIIb, IX, X e XI, previstos na Lei n. 9.985/2000, obtiveram o maior valor possível[9].

A área pode contribuir para manutenção da diversidade biológica (I), como evidenciado em diferentes estudos já citados acima. Os dados também de Coelho et al.[17] sobre o efeito da fragmentação florestal na riqueza de Polistinae, que inclui também a Mata do Baú, mostraram uma redução da biodiversidade de vespas sociais e do número de suas colônias, o que também ocorreu com a comunidade de odonata[18]. Além disso, essa área já é considerada uma área prioritária para conservação e pesquisa científica em Minas Gerais, como apontado por Drummond et al.[29].

Possui espécies ameaçadas de extinção (II), como mostrou o levantamento de angiospermas de Souza et al.[28], sendo que treze dessas espécies estão ameaçadas em algum grau além de insetos da ordem Odonata com espécies ameaçadas, como mostra[31].

Pode contribuir para restauração de ecossistemas naturais (III), inclusive para uma conexão florestal com a Mata da Boa Vista (Figura 2). Iniciativas de conservação envolvendo também essa área, que ainda é carente de estudos, seria importante para a proteção da microbacia do Córrego do Cangalheiro. O pré-diagnóstico da Comitativa Local de Meio Ambiente[37] mostra que a adequação ambiental dessa região refletirá diretamente na vazão de água

captada, além de outros ganhos ambientais e sociais de extrema importância para a segurança hídrica do município.

Pode contribuir e ser exemplo de práticas de conservação (V) conciliando, por exemplo, o plantio de eucalipto existente e outras atividades econômicas de forma sustentável em seu entorno.

Protegeria legalmente o Rio das Mortes (VIIIa) que passa pela floresta, recurso hídrico utilizado no município. A presença de seis espécies do gênero *Heteragrion*, como mostrado por [31] e [32], avaliadas como bioindicadores, mostram que os sistemas hídricos da Mata do Baú estão bem preservados, o que é um forte indicativo da necessidade da transformação dessa área em UC para sua manutenção.

Contribuiria para manutenção e proteção do solo, dos sistemas naturais e disponibilidade dos serviços ecossistêmicos (VIII b); para haver ações de recuperação de partes degradadas (IX), principalmente do seu entorno pelo avanço do plantio de eucalipto, que pode ser compatibilizado e ter uma continuidade sustentável; e a própria fragmentação da área devido às práticas econômicas do passado como mostrado por Souza et al. [22].

Pode proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisas científicas (X), incluindo a continuidade das já realizadas, e também de novas pesquisas com outras espécies da fauna e da flora, como mostram Souza et al. [22] sobre espécies observadas por proprietários. Pode ainda proporcionar meios e incentivos para o monitoramento ambiental que contribuiria para mostrar o valor socioeconômico de conservação da diversidade biológica dessa área do município (XI).

O objetivo VI atende razoavelmente com nota seis, pelo fato de a Mata do Baú não possuir notável

beleza cênica para os parâmetros que justifica o atributo e o objetivo, mas é pouco alterada atualmente em sua condição remanescente, possuindo umas das matas ciliares mais bem preservadas do município [22].

O objetivo XII recebeu nota dois, por considerar que a área atende apenas objetivos educacionais e interpretação ambiental utilizando as trilhas presentes abertas durante as atividades de pesquisa já realizadas na área, não sendo considerado viável para o turismo e recreação. É uma área remanescente que predomina a importância de conservação pelo seu valor ecológico, educacional, científico e social, por isso atividades como ciclismo nas trilhas e ramais, por exemplo, precisam ser pensadas do ponto de vista de impacto e afugentamento da fauna local.

Os objetivos IV, VII e XII não pontuaram, pois não existem atividades a partir dos recursos naturais para desenvolvimento econômico na área (IV), apenas a monocultura de plantio ao entorno como observado durante a visita de campo e que pode ser conciliado a partir de medidas sustentáveis para mitigar impactos diretos e indiretos sobre o fragmento. Plantações de eucaliptos promovem impacto negativo sobre a biodiversidade [38] e afetam o desempenho hidráulico das espécies nativas [39]. Considerando a capacidade de retenção de biodiversidade dos *habitat* antrópicos, ambos estudos reforçam a importância de conservação de áreas de vegetação nativa.

Não foram identificadas características de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica, paleontológica e cultural (VII), e não há utilização de recursos naturais necessários à subsistência, com ausência de populações tradicionais (XIII).

A Mata do Padeiro, também conhecida pela Cachoeira do Padeiro, obteve nota 71,42%, segundo a MDP (Tabela 2).

Tabela 2 – Matriz de decisão de potencial (MDP) construída a partir dos objetivos preconizados no art. 4º da Lei n. 9.985/2000 para avaliar o potencial de unidade de conservação em Mata do Padeiro.

Mata do Padeiro (Objetivos do SNUC)		Não	Sim/Pouco			Sim/ Razoavelmente			Sim/Muito		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Pode contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos?										X
II	Pode proteger espécies ameaçadas de extinção?		X								
III	Pode contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais?										X
IV	Pode promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais?	X									



antrópicas e que podem levar populações locais a extinção. O objetivo VII obteve nota um por considerar que a área atende apenas característica espeleológica de pequenas formações de cavernas.

Aos objetivos IV e XIII, ambos com nota um, justifica-se, pois não há atividades a partir dos

recursos naturais para desenvolvimento econômico e não há utilização de recursos naturais necessários à subsistência, com ausência de populações tradicionais.

Por fim, a Cachoeira da Lajinha obteve nota 73,01%, segundo a MDP (Tabela 3).

Tabela 3 – Matriz de decisão de potencial (MDP) construída a partir dos objetivos preconizados no art. 4º da Lei n. 9.985/2000 para avaliar o potencial de unidade de conservação na Cachoeira da Lajinha.

Lajinha (Objetivos do SNUC)		Não	Sim/Pouco			Sim/ Razoavelmente			Sim/Muito		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Pode contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos?										X
II	Pode proteger espécies ameaçadas de extinção?		X								
III	Pode contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais?										X
IV	Pode promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais?	X									
V	Pode contribuir para a promoção da utilização dos princípios e práticas de conservação no processo de desenvolvimento?										X
VI	Pode proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica?										X
VII	Pode proteger características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural?		X								
VIIIa	Pode proteger e recuperar recursos hídricos?										X
VIIIb	Pode proteger e recuperar recursos edáficos (solos)?										X
IX	Pode contribuir para recuperar ou para restaurar ecossistemas degradados?										X
X	Pode proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental?										X
XI	Pode contribuir para a valorização econômica e social da diversidade biológica?										X
XII	Poderia favorecer a educação e interpretação ambiental, recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico?										X
XIII	Pode proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente?	X									
<b>Total: 73,01%</b>											

Os objetivos I, III, V, VI, VIIIa, VIIIb, IX, X e XI e XII, previstos na Lei n. 9.985/2000, obtiveram o maior valor possível[9].

As notas também se justificam, pois a área pode contribuir para manutenção da diversidade biológica (I) como já apresentado. Pode contribuir também para restauração de ecossistemas naturais (III) através da criação de um corredor com a

Cachoeira da Lajinha, que se encontra distante cerca de três quilômetros, viabilizando o fluxo gênico entre populações e evitando perda de variabilidade genética, fundamental para conservação das espécies como mostra o estudo de Gouveia et al.[18].

Pode contribuir e ser exemplo de práticas de conservação (V), bem como discutido na avaliação da Mata do Padeiro. A área apresenta relevante

beleza cênica e é uma das áreas menos alteradas (VI), segundo os dados de impacto de Lima et al.[33]. Há turismo irregular na Cachoeira da Lajinha, mas não há ação de pecuária e de cultivo de eucalipto dentro do fragmento, fato que explicaria ser um ambiente de menor pressão antrópica. Protegeria legalmente o recurso hídrico e a Cachoeira da Lajinha (VIIIa), que tem um grande potencial ecoturístico para ser avaliado quanto a viabilidade para os objetivos de conservação e de uso, que pode ser trabalhado de uma forma regular estando dentro de uma UC.

Contribuiria para continuar protegendo o solo (VIIIb) e sistemas biogeoquímicos envolvidos com os recursos de serviços ecossistêmicos; contribuiria para haver ações de recuperação de partes degradadas necessárias em seu entorno (IX); daria relevância para interesse de pesquisa e monitoramento (X) e para o valor socioeconômico de conservação de sua diversidade biológica (XI), também conforme discutido para Mata do Padeiro.

O remanescente da Cachoeira da Lajinha, com sua localização geográfica, relevos, beleza cênica entre outras particularidades naturais, pode proporcionar, sendo transformada em uma UC, experiências com educação e interpretação ambiental, recreação em

contato com a natureza e turismo ecológico para a região (XII).

O objetivo II recebeu nota um pela ausência de evidências de espécies ameaçadas, mas aqui também foi considerada a evidência de espécies raras em Gouveia et al.[35] e Coelho et al. [17], e os resultados de impacto da pressão antrópica também em Coelho et al.[17] e Lima et al.[33]. O objetivo VII recebeu nota três por considerar que a área atende apenas características geológicas.

Aos objetivos IV e XIII, ambos com nota zero, justifica-se por não haver atividades a partir dos recursos naturais para desenvolvimento econômico e não há utilização de recursos naturais necessários à subsistência, com ausência de populações tradicionais.

### Avaliação para proposta de categorias

Segue notas atribuídas à Mata do Baú, Mata do Padeiro e Cachoeira da Lajinha; todas definidas a partir de características observadas de acordo com os objetivos e especificidades preconizados no SNUC, para propor a categoria de manejo (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4 – Matriz de decisão de categoria (MDC) construída a partir de características observadas de acordo com os objetivos e especificidades preconizados no SNUC, para propor a categoria de manejo em Mata do Baú.

Legenda: ESEC = estação ecológica; REBIO = reserva biológica; PARQUE = parque municipal ou estadual; MONA = monumento natural; RVS = refúgio da vida silvestre; RPPN = reserva particular do patrimônio natural; APA = área de proteção ambiental; ARIE = área de relevante interesse ecológico; FLONA = floresta nacional; RESEX = reserva extrativista; RDS = reserva de desenvolvimento sustentável.

Mata do Baú	ESEC	REBIO	PARQUE	MONA	RVS	RPPN	APA	ARIE
Características	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9
1 - Necessita de proteção da biodiversidade e/ou ecossistemas.	9	1	1	0	1	9	1	4
2 - Ecossistemas naturais de grande relevância ecológica.	3	1	1	0	1	3	1	6
3 - Apresenta condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.	1	1	1	0	9	1	1	1
4 - Área com pequena extensão territorial.	3	3	0	1	3	3	0	9
5 - Apresenta cobertura florestal de espécies predominantemente nativas.	6	6	1	0	6	6	0	6
6 - É uma propriedade privada.	0	0	0	1	1	9	1	1
7 - Área importante para a pesquisa sobre a biodiversidade.	9	3	1	0	3	3	1	3
8 - Apresenta espécies animais e/ou plantas exóticas ou domésticas.	0	0	0	1	3	3	1	0
9 - Há ocupação humana moderada.	0	0	0	1	0	4	1	8
10 - Uso do solo e de recursos.	0	0	0	1	0	0	1	1

11 - Tem potencial para atividades de educação, recreação e interpretação ambiental.	3	1	1	1	1	4	1	1
12 - Potencial ecoturístico.	0	0	1	1	0	4	1	0
13 - Possui características naturais relevantes e abriga exemplares raros da biota regional.	4	6	1	0	3	4	1	9
14 - Há espécies raras e/ou endêmicas.	6	9	1	0	2	4	1	6
15 - É uma amostra ecossistêmica e/ou possui fitofisionomias bem preservada de Mata Atlântica e/ou do Cerrado.	4	4	1	0	4	4	1	4
16 - Apresenta ecossistemas naturais de importância regional e/ou local.	3	3	1	0	3	3	1	9
17 - Potencial biótico e/ou abiótico.	3	2	1	1	1	3	1	1
18 - Sítios naturais relevantes e beleza cênica.	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (%):</b>	<b>33,33</b>	<b>24,69</b>	<b>7,4</b>	<b>4,93</b>	<b>25,3</b>	<b>41,35</b>	<b>9,25</b>	<b>43,82</b>

Tabela 5 – Matriz de decisão de categoria (MDC) construída a partir de características observadas de acordo com os objetivos e especificidades preconizados no SNUC, para propor a categoria de manejo em Mata do Padeiro.

Legenda: ESEC = estação ecológica; REBIO = reserva biológica; PARQUE = parque municipal ou estadual; MONA = monumento natural; RVS = refúgio da vida silvestre; RPPN = reserva particular do patrimônio natural; APA = área de proteção ambiental; ARIE = área de relevante interesse ecológico; FLONA = floresta nacional; RESEX = reserva extrativista; RDS = reserva de desenvolvimento sustentável.

Mata do Padeiro	E. ECO	REBIO	PARQUE	MONA	RVS	RPPN	APA	ARIE	FLONA
Características	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9
1 - Necessita de proteção da biodiversidade e/ou ecossistemas.	9	1	1	0	1	9	1	1	0
2 - Ecossistemas naturais de grande relevância ecológica.	3	1	1	0	1	3	1	4	0
3 - Apresenta condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.	1	1	1	0	7	1	1	1	0
4 - Área com pequena extensão territorial.	3	3	0	1	3	3	0	9	0
5 - Apresenta cobertura florestal de espécies predominantemente nativas.	6	6	1	0	6	6	0	6	1
6 - É uma propriedade privada.	0	0	0	1	1	9	1	1	0
7 - Área importante para a pesquisa sobre a biodiversidade.	6	3	1	0	3	3	1	3	1
8 - Apresenta espécies animais e/ou plantas exóticas ou domésticas.	0	0	0	3	3	3	1	0	0
9 - Há ocupação humana moderada.	0	0	0	4	0	4	1	8	0
10 - Uso do solo e de recursos.	0	0	0	4	0	0	1	2	0
11 - Tem potencial para atividades de educação, recreação e interpretação ambiental.	3	1	1	7	1	4	1	1	1
12 - Potencial ecoturístico.	0	0	1	7	0	4	1	0	0
13 - Possui características naturais relevantes e abriga exemplares raros da biota regional.	4	6	1	0	3	4	1	9	0
14 - Há espécies raras e/ou endêmicas.	6	9	1	0	2	4	1	6	0

15 - É uma amostra ecossistêmica e/ou possui fitofisionomias bem preservada de Mata Atlântica e/ou do Cerrado.	4	4	1	0	4	4	1	4	0
16 - Apresenta ecossistemas naturais de importância regional e/ou local.	3	3	1	0	3	3	1	9	0
17 - Potencial biótico e/ou abiótico.	3	2	1	7	1	3	1	1	0
18 - Sítios naturais relevantes e beleza cênica.	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<b>Total (%):</b>	<b>31,48</b>	<b>24,69</b>	<b>7,4</b>	<b>25,3</b>	<b>24,07</b>	<b>41,35</b>	<b>9,25</b>	<b>41,97</b>	<b>1,85</b>

Tabela 6 – Matriz de decisão de categoria (MDC) construída a partir de características observadas de acordo com os objetivos e especificidades preconizados no SNUC, para propor a categoria de manejo na Cachoeira da Lajinha.

Legenda: ESEC = estação ecológica; REBIO = reserva biológica; PARQUE = parque municipal ou estadual; MONA = monumento natural; RVS = refúgio da vida silvestre; RPPN = reserva particular do patrimônio natural; APA = área de proteção ambiental; ARIE = área de relevante interesse ecológico; FLONA = floresta nacional; RESEX = reserva extrativista; RDS = reserva de desenvolvimento sustentável.

LAJINHA	ESEC	REBIO	PARQUE	MONA	RVS	RPPN	APA	ARIE	FLONA
Características	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9	0-9
1 - Necessita de proteção da biodiversidade e/ou ecossistemas.	9	1	1	0	1	9	1	1	0
2 - Ecossistemas naturais de grande relevância ecológica.	3	1	1	0	1	3	1	4	0
3 - Apresenta condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.	1	1	1	0	7	1	1	1	0
4 - Área com pequena extensão territorial.	3	3	0	1	3	3	0	9	0
5 - Apresenta cobertura florestal de espécies predominantemente nativas.	6	6	1	0	6	6	0	6	1
6 - É uma propriedade privada.	0	0	0	1	1	9	1	1	0
7 - Área importante para a pesquisa sobre a biodiversidade.	6	3	1	0	3	3	1	3	1
8 - Apresenta espécies animais e/ou plantas exóticas ou domésticas.	0	0	0	3	3	3	1	0	0
9 - Há ocupação humana moderada.	0	0	0	4	0	4	1	8	0
10 - Uso do solo e de recursos.	0	0	0	4	0	0	1	2	0
11 - Tem potencial para atividades de educação, recreação e interpretação ambiental.	3	1	1	9	1	4	1	1	1
12 - Potencial ecoturístico.	0	0	1	9	0	4	1	0	0
13 - Possui características naturais relevantes e abriga exemplares raros da biota regional.	4	6	1	0	3	4	1	9	0
14 - Há espécies raras e/ou endêmicas.	6	9	1	0	2	4	1	6	0
15 - É uma amostra ecossistêmica e/ou possui fitofisionomias bem preservada de Mata Atlântica e/ou do Cerrado.	4	4	1	0	4	4	1	4	0
16 - Apresenta ecossistemas naturais de importância regional e/ou local.	3	3	1	0	3	3	1	9	0
17 - Potencial biótico e/ou abiótico.	3	2	1	9	1	3	1	1	0
18 - Sítios naturais relevantes e beleza cênica.	0	0	0	9	0	0	0	0	0
<b>Total (%):</b>	<b>31,48</b>	<b>24,69</b>	<b>7,4</b>	<b>30,24</b>	<b>25,30</b>	<b>41,35</b>	<b>9,25</b>	<b>41,97</b>	<b>1,85</b>

A categoria ARIE se destacou com maior pontuação para Mata do Baú, Mata do Padeiro e Cachoeira da Lajinha, devido às notas altas para características acerca do tamanho das áreas e dos atributos relacionados ao valor ecológico. As demais categorias que atingiram os valores de relevância estabelecidos (mínimo de 25%) foram: RPPN, ESEC e RVS para Mata do Baú; ARIE, RPPN, ESEC e MONA para Mata do Padeiro e ARIE, RPPN, ESEC, MONA e RVS para Cachoeira da Lajinha. A categoria ARIE é de uso sustentável, pode ser privada e as atividades podem ser regulamentadas conforme mostra o [20] e o próprio SNUC[40]. É, portanto, menos restritiva e seria ideal para proteger tais fragmentos, sendo que a Mata do Baú já é considerada uma das áreas prioritárias para conservação da natureza no estado[29] e tem importância local tornando recomendável priorizá-la diante dos desafios em criação simultânea de UC na região.

Na consulta pública, se possível, em função da demanda local e dos interesses de uso, caso for escolhida outra das categorias eleitas, é recomendável que dê preferência para as de uso sustentável por serem menos restritivas, o que diminuiria potenciais conflitos e favorece maior probabilidade de aceitação da criação das unidades. Além disso, mantém o uso para visitação e ecoturismo, como acontece na Lajinha e Cachoeira do Padeiro, bem como novos usos que poderão ser propostos e que só categorias desse grupo permitem. Mesmo assim, o sucesso das unidades de conservação nesse grupo também depende do tipo de governança praticada e do estabelecimento dos instrumentos de gestão ambiental[41].

Como foi discutido, a ordem hierárquica não vem a indicar a categoria que obteve maior pontuação sem deixar levar em consideração as outras categorias com valores relevantes a partir de 25%, conforme estabelecido na metodologia. Tal ordem expõe a possibilidade de aplicar determinada categoria conforme suas restrições, seu contexto das áreas e os interesses envolvidos, principalmente por se tratar de propriedades privadas, o que poderá ser definido na consulta pública do ato de criação, tendo como base os resultados aqui apresentados.

Apesar da avaliação das áreas ter sido feita separadamente e de ser válida a criação independente das UCs com prioridade para a Mata do Baú, é recomendável avaliar, em sequência desse estudo, a possibilidade de proteção simultânea das áreas

estudadas dentro de uma APA, com impedimentos e limitações, principalmente quanto a questões latifundiárias, como apresentado por[24]. Uma APA se configura em uma área extensa com o objetivo de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais podendo conter outra(s) UC(s) em sua área de abrangência, incluindo, por exemplo, as categorias que tiveram relevância nos resultados aqui apresentados.

A diferença básica entre a ARIE, que teve maior destaque, e a APA, é referente à ocupação humana e às dimensões, considerando que na ARIE deve existir pouca ou nenhuma ocupação humana e, geralmente, são de tamanhos reduzidos, ao contrário da APA[20]. É importante considerar que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) avaliou diferentes parâmetros para identificar as principais ameaças à biodiversidade e aos serviços ambientais das UCs em nível nacional[42], e entre as categorias de UCs federais mais sensíveis estão as APA e ARIE.

Essas categorias apresentaram fatores de vulnerabilidade como o acesso fácil às áreas, facilitando atividades ilegais do uso da terra e dos recursos naturais; os impactos ocasionados por obras de infraestrutura; as mudanças do uso do solo e a disposição de resíduos sólidos que afetam diretamente as unidades de uso sustentável. Essas áreas possuem populações humanas residentes e, em geral, encontram-se inseridas ou próximas a aglomerados urbanos, contribuindo para que essas pressões tendam a aumentar[42].

A criação de uma APA na região da Cachoeira da Lajinha e da Mata do Padeiro, com cachoeiras e beleza cênica, tem potencial ecoturístico, incluindo a região do mirante da Torre de TV que fica entre as duas áreas (Figura 2). Isso gera um circuito interessante para possível gestão de turismo em UC na região, algo que traria benefícios socioeconômicos e bem-estar local como opção de lazer, além de atividades educacionais e científicas que teriam mais incentivos e uma melhor logística de acesso para pesquisadores, turistas e escolas.

Na região da Mata do Baú seria importante que a APA incluísse toda a área da Mata da Boa Vista e a microbacia do Córrego do Cangalheiro, mostrada na Figura 2, o que contribuiria para os objetivos do programa Pró-mananciais e a revitalização de uma represa localizada nessa microbacia, com a criação

do Centro de Educação Ambiental de Barroso (CEA Barroso) – segundo apresentado no pré-diagnóstico do plano de ação da Colmeia Barroso[37].

## Considerações Finais

A metodologia AHP adaptada e proposta neste trabalho se mostrou eficiente como forma de encontrar as categorias mais indicadas no contexto das áreas estudadas, com base na experiência e aptidão do tomador de decisão. Porém, é importante que a matriz seja aplicada com tomadores de decisão de diversas áreas de atuação, como biólogos, geólogos, sociólogos, engenheiros florestais e ambientais, dentre outros consultores que possam contribuir na atribuição das notas. O levantamento de mais informações na pesquisa de campo, para equalizar características, objetivos e especificidades das categorias de manejo, tornaria também a matriz mais rica em atributos. É importante que estudos de efeitos negativos de UC, por estarem em categorias inadequadas para seu contexto socioambiental, gerando impacto na comunidade do entorno, ajudem a reconhecer a eficiência desta metodologia de categorização para criar e gerir UCs com menos conflitos e mais eficiência.

A região do município de Barroso abriga três áreas de elevado valor para a conservação da biodiversidade e atrativos naturais, por isso todas obtiveram avaliações que as enquadram com maior pontuação na categoria ARIE. Apesar de ter sido feita avaliação separada das áreas e ser válida a criação independente das UCs, é necessário considerar a possibilidade de proteção simultânea dentro de uma APA, o que deve ser debatido pela sociedade local. Portanto, esse documento oferece um norte para a tomada de decisões em conjunto entre poder público, iniciativa privada e sociedade civil.

## Agradecimentos

À empresa MLJ Reciclagem, por disponibilizar veículo para as visitas de campo. Ao biólogo Samuel Bernardes, pelo suporte na criação do mapa das áreas. Ao vereador Leone Nascimento, ex-presidente da Câmara Municipal de Barroso, pelo apoio, atenção e incentivo desde o início. À coordenadora da Secretaria de Infraestrutura, Agricultura e Meio Ambiente da prefeitura de Barroso/MG, Olívia Lamounier, pelo apoio com as informações cedidas e também junto à Colmeia Barroso.

## Referências

1. Salvio GMM. Áreas naturais protegidas e indicadores socioeconômicos: o desafio da conservação da natureza. Jundiaí: Paco. Editorial; 2017.
2. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000; 403(6772): 853-858.
3. Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel JC (Eds.). *Biodiversity Hotspots*. Springer, Berlin, Heidelberg; 2011. P. 3-22
4. Souza MM, Teófilo-Guedes GS, Bueno ET, Milani LR, de Souza ASB. Social wasps (Hymenoptera, Polistinae) from the Brazilian savanna. *Sociobiology*. 2020; 67: 129-138.
5. Aquino FG, Oliveira MC. Reserva legal no bioma cerrado: uso e preservação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; 2006.
6. ICMBio. 2023. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. [acesso em 10 agosto 2023]. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>
7. MMA. 2023. Painel Unidades de Conservação Brasileiras – Departamento de áreas protegidas. 2023. [acesso em 01 agosto 2023]. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>
8. Silva CMD. Entre Fênix e Ceres: A grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. *Varia história*. 2018; 34: 409-444.
9. Leal CG, Gusmão IC de. The atlantic forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: Island; 2003.
10. Ribeiro MC, Martensen AC, Metzger JP, Tabarelli M, Scarano F, Fortin M-J. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel JC (eds.). *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Heidelberg [Germany]. New York: Springer; 2011 P. 405-434.
11. WWF – WWF Brasil. 2023. Mata Atlântica. [acesso em 19 agosto 2023]. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/dia\\_do\\_meio\\_ambiente/mata\\_atlantica\\_dia\\_do\\_meio\\_ambiente/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/dia_do_meio_ambiente/mata_atlantica_dia_do_meio_ambiente/)
12. Fahrig L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2003; 3(1): 487-515.
13. Bennett AF, Saunders DA. Habitat fragmentation and landscape change. In: Sodhi NS, Ehrlich PR (eds.). *Conservation biology for all*. New York: Oxford University Press; 2010. P. 88-106.

14. Carvalho FA, Nascimento MT. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim/RJ, Brasil). *Revista Árvore*. 2009; 33(2): 327-337. doi:10.1590/s0100-67622009000200014
15. Hagen M, Kissling WD, Rasmussen C, Aguiar MAM, Brown LE, Carstensen DW, Olesen, JM. Biodiversidade, interações entre espécies e redes ecológicas em um mundo fragmentado. *Mudança global em sistemas multiespécies*. 2012; 1: 89-210.
16. Morato EF, Campos LAO. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2000; 17(2): 429-444.
17. Coelho MLS, Gouvêa TP, Clemente MA, Souza MM. Effect of forest fragment size on Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) in a transitional area of Cerrado and Atlantic Forest in south central Minas Gerais state, Brazil. *EntomoBrasilis*. 2022; 15: 1-8. doi:https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15.e994
18. Gouvea TP, Stefani GS, Vilela DS, Avila Junior WF, Souza MM. Odonata community in transition areas between Cerrado and Atlantic Forest biomes in south-central Minas Gerais, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2023; 45: 1-10.
19. Trochet A, Dechartre J, Chevalier HL, Baillat B, Calvez O, Blanchet S, Ribéron A. Effects of habitat and fragmented-landscape parameters on amphibian distribution at a large spatial scale. *The Herpetological Journal*. 2016; 2: 01-73.
20. MMA. 2019. Roteiro para criação de Unidades de Conservação Municipais [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Áreas protegidas – Brasília/DF [acesso em 19 agosto 2023]. Disponível em: <https://cncu.mma.gov.br/powerbi>
21. Pressey RL. Ad hoc reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems? *Conservation Biology*, Arlington. 1994; 8(3): 662-668.
22. Souza MM. Barroso, uma história de desmatamentos e de esforços atuais para conservação. *Vertentes*. 2006; 27: 16-26.
23. Silveira-Junior WJ, Souza CR, Mariano RF, Moura CCS, Rodrigues CC, Fontes MAL. Conservation conflicts and their drivers in different protected area management groups: a case study in Brazil. *Biodiversity and Conservation*. 2021;30: 4297-4315.
24. Neri FA, Silveira Junior WJ, Souza CR, Pereira AR, Dias NO. Conflitos socioambientais em áreas protegidas: O estudo de caso de quatro Parques Nacionais em Minas Gerais-Brasil. In: Ladwig NI, Menegasso JD. *Áreas protegidas e turismo*. 1ed.: Editora Atena; 2022 P. 20-34.
25. Reis LP, Ladeira MB, Fernandes JM. Contribuição do método analytic hierarchy process (AHP) para auxílio ao processo decisório de terceirizar ou internalizar atividades no contexto de uma empresa de base tecnológica. *Revista Produção Online*. 2013; 13(4): 1325-1354. doi: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v13i4.1326>
26. Kou G, Ergu D, Peng Y, Shi Y. 2013. Data Processing for the AHP/ANP. Library of Congress Control Number: 2012944253. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Loureiro JF, Freitas RR, Gonçalves W. 2015. Proposta de um método de localização para expansão de um terminal portuário por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP). *Espacios*. 36(10): 1-7
27. Menini-Neto L, Assis LCS, Forzza RC. A família Orchidaceae em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Barroso, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*. 2004; 5(1): 9-27
28. Souza MM, Silva MS, Silva M. Relatório técnico de levantamento florístico da mata ciliar do Rio das Mortes, Barroso/MG. Empresa Holcim, Barroso; 2007.
29. Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA, Antonini Y. Biodiversidade em Minas Gerais. Um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; 2005.
30. Souza MM, Prezoto F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. *Sociobiology*. 2006; 47: 135-147.
31. Souza MM, Souza B, Pereira MCSA, Machado ABM. List of Odonates from Mata do Baú, Barroso, Minas Gerais Brazil. *Check List*. 2013; 9(6): 1367-1370.
32. Machado ABM, Souza MM. A remarkable new species of *Heteragrion* from Brazil (Odonata: Megapodagrionidae). *International Journal of Odonatology*. 2014; 17: 95-99.
33. Lima DR, Rubim LGT, Pádua THR, Souza MM. Efeito do tamanho do fragmento florestal sobre as comunidades de Opiliones (Arachnida) em diferentes fitofisionomias no centro sul do estado de Minas Gerais. *Acta Biológica Catarinense*. 2022; 9(3): 54-65.
34. Carvalho MM, Evangelista AR, Curi N. Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes, MG. Coronel Pacheco, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Escola Superior de Agricultura de Lavras; 1994
35. Gouvea TP, Clemente MA, Teofilo-Guedes G, Souza MM. Ocorrência de *Chloronia corripiciens* (Walker, 1858) (Megaloptera) em mata de galeria, Cerrado, Centro-Sul de Minas Gerais. *Revista Científica MG.Biota*. 2021; 14(1): 69-76.

36. Vilela DS, Souza MM. A new species of *Progomphus Selys*, 1854 (Odonata: Anisoptera: Gomphidae) from Minas Gerais state, Southeastern Brazil. *Zootaxa*. 2022; 5124.
37. Colmeia Barroso – Pró Mananciais – Pré-diagnóstico com Plano de Ação para adequação ambiental da microbacia do Córrego do Cangalheiro e revitalização da represa com criação do Centro de Educação Ambiental (CEA). Elaborado e disponibilizado pelos integrantes da Comitativa Local de Meio Ambiente de Barroso; 2021.
38. Almeida-Maués PC, Bueno A, Palmeirim A, Peres C, Mendes-Oliveira A. Assessing assemblage-wide mammal responses to different types of habitat modification in Amazonian forests. *Scientific Reports*. 2022; 12: 1797.
39. Amazonas NT, Forrester DI, Oliveira RS, Brancalion PHS. Combining Eucalyptus wood production with the recovery of native tree diversity in mixed plantings: Implications for water use and availability. *Forest Ecology and Management*. 2018; 418: 34-40.
40. Brasil.Snuc. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. 6. Ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2000.
41. Soares LM de O, Miranda GEC de, Mourão J da S. An empirical analysis of the management model practiced in Protected Areas of the Sustainable use. *Sociedade & Natureza*. 2020; 32: 451-461. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-46299>
42. De Marques AAB. As unidades de conservação e os parques: desafios para a conservação da natureza no Distrito Federal. Brasília: Assessoria Legislativa/ Câmara Legislativa do DF, 2015.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora – 10 anos  
n.3, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

