



Entomofauna da Reserva Biológica do Tapirapé, Pará: fauna de solo e borboletas frugívoras

Raiany Oliveira Silva¹

 <https://orcid.org/0009-0006-4520-6311>

Maúna da Silva Godinho¹

 <https://orcid.org/0009-0006-7632-6439>

Monayra Batista²

 <https://orcid.org/0009-0006-8766-752X>

Tatiana Oliveira Menezes¹

 <https://orcid.org/0000-0002-7986-9926>

Marcela Karina Lima Matos¹

 <https://orcid.org/0009-0009-6625-8446>

Aline de Oliveira Tedesco¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8165-1651>

Bárbara Stherfany Caetano Furtado Barbosa¹

 <https://orcid.org/0009-0005-6930-9844>

Gabrielle Maria da Silva Barros¹

 <https://orcid.org/0009-0006-8222-0833>

Cairo Silva Santiago¹

 <https://orcid.org/0009-0008-2429-9672>

Brenda Beatriz Vieira Azevedo¹

 <https://orcid.org/0009-0006-3957-6252>

João Emanuel Moura Mata³

 <https://orcid.org/0009-0005-2783-0594>

Vinícius Jose Gonzaga dos Reis de Almeida⁴

 <https://orcid.org/0009-0003-3728-3235>

Danilo Elias Oliveira^{1, *}

 <https://orcid.org/0000-0003-1428-6444>

*contato principal: <deoliveira@unifesspa.edu.br>

¹ Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/Unifesspa, Museu de Biodiversidade Tauari, Marabá/PA, Brasil. <raianyoliveira@unifesspa.edu.br, mauna.sg@unifesspa.edu.br, tatymnz@hotmail.com, marcelakarina.mk@gmail.com, alinne.tedesco@gmail.com, barbarastherfany.caetano@gmail.com, gabyysillva155@gmail.com, cairodasilvasantiago@gmail.com, brenda.azevedo0807@gmail.com, deoliveira@unifesspa.edu.br>.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMbio, NGI Carajás, Parauapebas/PA, Brasil. <monayrabatista@gmail.com>.

³ Universidade Federal Rural da Amazônia/Ufra, Parauapebas/PA, Brasil. <emmanuel.m7@hotmail.com>.

⁴ Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/Unifesspa, Ecologia e Conservação na Amazônia, Marabá/PA, Brasil. <vinireis1711@gmail.com>.

Recebido em 26/09/2024 - Aceito em 02/01/2025

Como citar:

Silva RO, Godinho MS, Batista M, Menezes TO, Matos MKL, Tedesco AO, Barbosa BSCF, Barros GMS, Santiago CS, Azevedo BBV, Mata JEM, Almeida VJGR, Oliveira DE. Entomofauna da Reserva Biológica do Tapirapé, Pará: fauna de solo e borboletas frugívoras. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(1): 174-194. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2721>

Palavras-chave: Fauna de solo; inseto; formiga; cupim; borboleta.

RESUMO – Os insetos representam o componente mais diversificado da biodiversidade, mas frequentemente são subestimados em estudos faunísticos. Isso ocorre na Reserva Biológica do Tapirapé (REBIOTA), que, em mais de 30 anos de existência, nunca teve um estudo focado na entomofauna. Neste trabalho, apresentamos o primeiro levantamento da entomofauna, com foco na fauna do solo, especialmente cupins e formigas, e nas borboletas frugívoras. Para a fauna de solo em geral coletamos em 20 armadilhas de interceptação e queda e 20 amostras de serrapilheira usando o extrator mini-Winkler. Coletamos os cupins em 40 parcelas de 10 m², complementadas com coletas por busca ativa. Para borboletas utilizamos o banco de dados de três campanhas de monitoramento de borboletas frugívoras do Programa Monitora. As identificações foram até nível de ordem para fauna de solo, gênero para formigas e espécie para cupins e borboletas. Coletamos 6.681 invertebrados de 17 ordens de insetos, além dos táxons Gastropoda, Arachnida, Chilopoda, Diplopoda e Crustacea; 401 amostras de cupins pertencentes a 105 espécies de quatro famílias; 2.516 formigas de 33 gêneros; e 800 borboletas de 56 espécies distribuídas em 10 tribos da família Nymphalidae. Os resultados obtidos proporcionam uma visão inicial da entomofauna presente na REBIOTA, que passa a ter conhecidas quase 170 espécies de insetos, incluindo espécies novas, como de *Tiunatermes*, espécies bioindicadoras, como as borboletas *Morpho* e potencialmente uma formiga invasora, *Tetramorium* cf. *bicarinatum*. Por fim, este trabalho destaca a urgência de ampliação das pesquisas entomológicas, especialmente nas áreas protegidas do Mosaico de Carajás.



Entomofauna of the Tapirapé Biological Reserve, Pará: soil fauna and frugivorous butterflies

Keywords: Soil fauna; insect; ant; termite; butterfly.

ABSTRACT – Insects represent the most diverse component of biodiversity, but are often underestimated in faunal studies. This occurs in the Tapirapé Biological Reserve (REBIOTA), which, in over 30 years of existence, has never had a study focused on entomofauna. In this work, we present the first survey of entomofauna, focusing on soil fauna, especially termites and ants, and on frugivorous butterflies. For soil fauna in general, we collected 20 pitfall traps and 20 litter samples using the mini-Winkler extractor. We collected termites in 40 plots of 10 m², complemented by collections by active search. For butterflies, we used the database of three monitoring campaigns of frugivorous butterflies of the Monitora Program. Identifications were made to the order level for soil fauna, genus for ants and species for termites and butterflies. We collected 6,681 invertebrates from 17 insect orders, in addition to the taxa Gastropoda, Arachnida, Chilopoda, Diplopoda and Crustacea. We collected 401 termite samples belonging to 105 species from four families; 2,516 ants from 33 genera; and 800 butterflies from 56 species distributed in 10 tribes of the Nymphalidae family. The results obtained provide an initial overview of the entomofauna present in REBIOTA, which now has almost 170 known insect species, including new species, such as *Tiunatermes*, bioindicator species, such as *Morpho* butterflies and a potentially invasive ant, *Tetramorium* cf. *bicarinatum*. Finally, this work highlights the urgency of expanding entomological research, especially in the protected areas of the Carajás Mosaic.

Entomofauna de la Reserva Biológica de Tapirapé, Pará: fauna del suelo y mariposas frugívoras

Palabras clave: Fauna del suelo; insecto; hormiga; termita; mariposa.

RESUMEN – Los insectos representan el componente más diverso de la biodiversidad, pero a menudo se subestiman en los estudios de fauna. Esto ocurre en la Reserva Biológica Tapirapé (REBIOTA), que, en más de 30 años de existencia, nunca ha tenido un estudio enfocado a la entomofauna. En este trabajo presentamos el primer estudio de la entomofauna, centrándonos en la fauna del suelo, especialmente termitas y hormigas, y mariposas frugívoras. Para la fauna del suelo en general, recolectamos 20 trampas de interceptación y de caída y 20 muestras de hojarasca utilizando el mini extractor Winkler. Recolectamos termitas en 40 parcelas de 10 m², complementadas con recolecciones de búsqueda activa. Para las mariposas se utilizó la base de datos de tres campañas de monitoreo de mariposas frugívoras del Programa Monitora. Las identificaciones estuvieron al nivel de orden para fauna del suelo, género para hormigas y especies para termitas y mariposas. Recolectamos 6.681 invertebrados de 17 órdenes de insectos, además de los taxones Gastropoda, Arachnida, Chilopoda, Diplopoda y Crustacea. Recolectamos 401 muestras de termitas pertenecientes a 105 especies de cuatro familias; 2.516 hormigas de 33 géneros; y 800 mariposas de 56 especies distribuidas en 10 tribus de la familia Nymphalidae. Los resultados obtenidos ofrecen una primera visión de la entomofauna presente en REBIOTA, que cuenta actualmente con casi 170 especies de insectos conocidas, incluidas especies nuevas, como *Tiunatermes*, especies bioindicadoras, como las mariposas *Morpho* y una hormiga potencialmente invasora, *Tetramorium* cf. *bicarinatum*. Finalmente, este trabajo resalta la urgencia de ampliar la investigación entomológica, especialmente en las áreas protegidas del Mosaico de Carajás.

Introdução

A Amazônia é uma das áreas mais importantes no cenário global, por seu papel na regulação do clima, sua contribuição para o estoque de carbono e por abrigar uma significativa parcela da biodiversidade global [1–5], além de prestar inúmeros serviços ecossistêmicos para todo o planeta [6]. Apesar de

sua importância, desde a década de 70 vem sofrendo com desmatamento devido à expansão da fronteira agrícola e minerária. Como resultado, grande parte da Amazônia, principalmente a região Oriental, está reduzida a fragmentos de floresta [7].



Na Amazônia Oriental, a maior parte das áreas preservadas permanece intacta por estar protegida por terras indígenas (TIs) ou por unidades de conservação (UCs) [8]. No sudeste da Amazônia Oriental, o Mosaico de Carajás é um dos maiores fragmentos de floresta, com uma área total quase duas vezes maior que o Distrito Federal. O Mosaico de Carajás é composto por uma TI e seis UCs: Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Floresta Nacional do Itacaiunas, Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Floresta Nacional de Carajás e o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos (PARNACF) e a Reserva Biológica do Tapirapé (daqui em diante denominada REBIOTA). Dentre elas, apenas duas são de proteção integral: a REBIOTA e o PARNACF [9]. A REBIOTA é uma das mais antigas UCs da região, com mais de 35 anos. Apesar disso, poucos estudos sobre sua biodiversidade foram conduzidos, incluindo o registro de um veado albino (*Mazama americana*) [10], novas ocorrências de duas espécies de anuros [11] e o registro do cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*) [12]. Apenas um trabalho trata da entomofauna, em que descrevem um novo gênero e espécie de borboleta da família Nymphalidae [13].

A entomofauna é importante por ser o maior componente da diversidade de espécies e da biomassa em florestas tropicais [14]. Além disso, presta vários serviços ecossistêmicos, como decomposição da matéria orgânica, polinização e aeração do solo [15]. Por exemplo, os besouros coprófagos são muito importantes na dispersão de sementes, bioturbação, aeração e incorporação de nutrientes do solo [1]. Cupins e formigas juntos podem compor até 80% da biomassa animal em ambientes florestais [16]. Estima-se que a biomassa total de cupins seja de 50 mt e a de formigas, de 70 mt [16]. Para efeito de comparação, a biomassa dos seres humanos é de 60 mt. Além de apresentarem grande biomassa, as formigas estão entre os animais de solo mais ricos em espécies e, juntamente com os cupins, estão entre os mais abundantes nas florestas [15]. Apesar de seus evidentes e essenciais serviços ecossistêmicos, os insetos são proporcionalmente o grupo menos conhecido da biodiversidade animal. Isso é especialmente preocupante frente à atual crise da biodiversidade [17] e declínio global de populações de insetos [18].

Algumas iniciativas vêm sendo implantadas para mudar esse cenário de lacuna de conhecimento no Mosaico de Carajás, especialmente na REBIOTA. Uma das iniciativas, com objetivo de monitorar o estado da biodiversidade no interior das áreas protegidas, é o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora, instituído pela Instrução Normativa ICMBio nº 3/2017 e reformulado pela Instrução Normativa nº 2/2022. É uma iniciativa do Instituto Chico Mendes da

Biodiversidade (ICMBio) voltada a avaliar a eficácia da conservação nas UCs ao longo do tempo. Sua criação foi motivada pelo Plano Nacional de Biodiversidade (PNB), que destaca a importância de monitorar, avaliar e mitigar os impactos sobre a biodiversidade [19].

Na REBIOTA, o componente dos invertebrados no Programa Monitora é representado pelo monitoramento de borboletas frugívoras. Esse grupo foi identificado como um dos alvos globais de monitoramento devido à sua sensibilidade às mudanças ambientais e ao potencial de refletir as condições de conservação em diferentes biomas, regiões do país e até em contextos internacionais [20].

Percebe-se que, à exceção das ações do Programa Monitora, a pesquisa sobre a biodiversidade animal na REBIOTA, especialmente sobre a entomofauna, é quase inexistente. Neste trabalho apresentamos o primeiro levantamento da entomofauna da REBIOTA, focado na fauna de solo, especialmente cupins e formigas, e nas borboletas frugívoras registradas no Programa Monitora.

Material e Métodos

Área de estudo

A REBIOTA é uma UC de proteção integral localizada na região sudeste do estado do Pará, quase totalmente no município de Marabá e uma pequena porção a oeste em São Félix do Xingu. Foi criada pelo Decreto nº 97.719 de 5 de maio de 1989, e conta com uma área de 103 mil hectares no bioma amazônico. O rio Tapirapé, um importante afluente da margem esquerda do rio Itacaiunas, deu origem ao nome da Reserva, que está localizada em sua margem direita. A vegetação da REBIOTA apresenta elevado grau de homogeneidade, com predomínio de floresta ombrófila aberta, manchas dispersas de floresta ombrófila densa e trechos de floresta ombrófila densa aluvial. Apresenta um clima tropical, quente e úmido, típico da região amazônica, período chuvoso de outubro a abril, seco de maio a outubro mas a umidade do ar é alta ao longo do ano, contribuindo para a vegetação exuberante e para as condições típicas da floresta tropical [21].

Coletamos na primeira metade de cada uma das três trilhas de monitoramento do Programa Monitora, que tem 5 km de extensão (Figura 1). O mapa foi elaborado no *software* livre Qgis versão 3.34.10 [22], utilizando o sistema de georreferenciamento SIRGAS 2000; os limites e dados da REBIOTA foram obtidos através do Portal de Dados Abertos do Governo Federal.

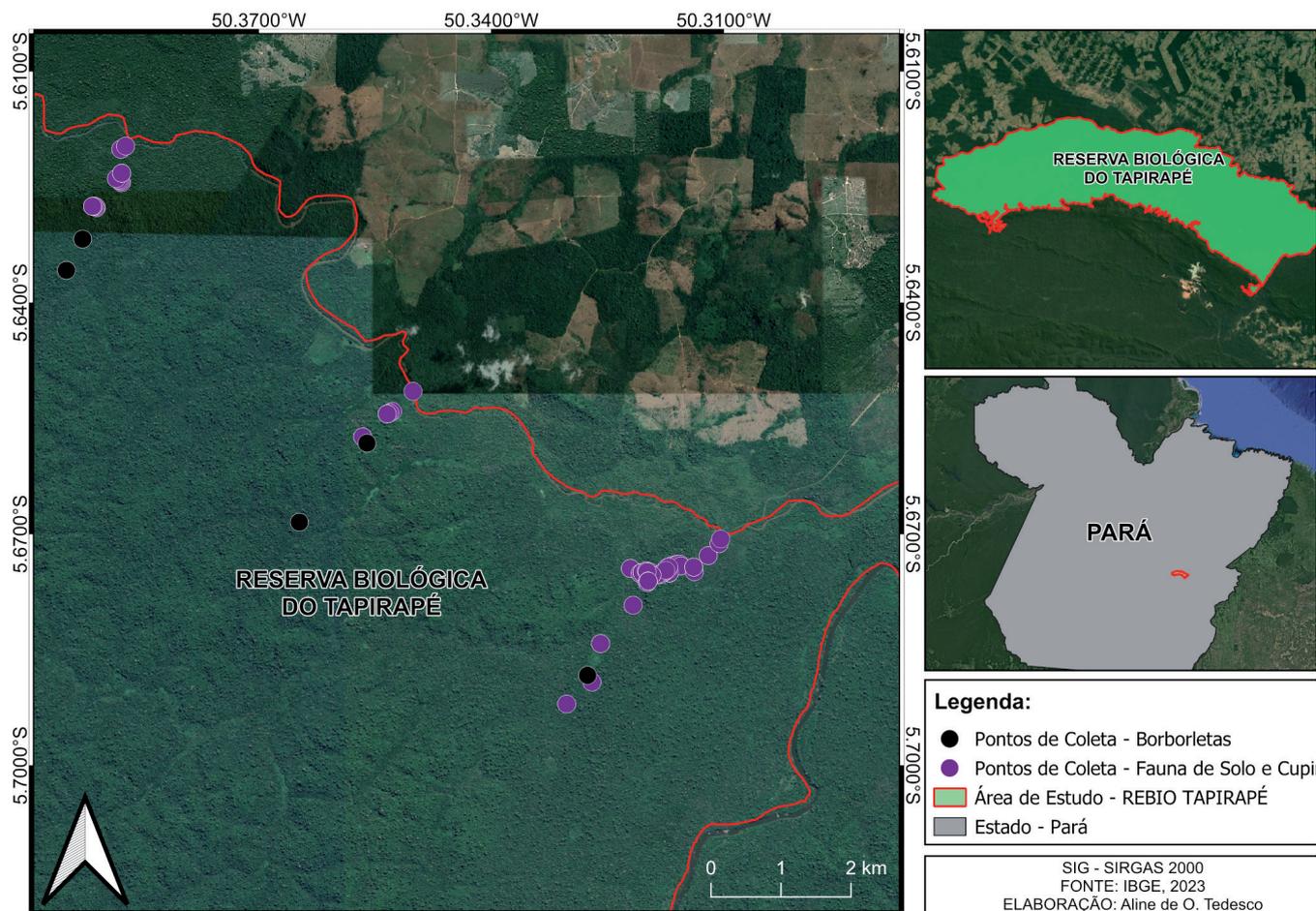


Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de coleta de borboletas frugívoras, fauna de solo e cupins na Reserva Biológica do Tapirapé.

Coleta de fauna de solo

Entre os dias 18 e 29 de julho de 2022 aplicamos o protocolo ALL – Ants of the Leaf Litter [23], voltado para coleta de formigas, (Figura 2). O protocolo consiste em armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*) e extratores mini-*winklers*. A coleta foi realizada em um transecto de 200 m, contendo 20 pontos amostrais com 10 m de intervalo entre si. A uma distância aproximada de um metro em relação a cada ponto, um pote de aproximadamente 500 ml é enterrado com a abertura posicionada ao nível do solo. Isso faz com que os insetos que estão forrageando no solo e na serrapilheira caíam acidentalmente dentro do pote, que contém solução mortífera de solução mortífera de água e detergente neutro. Após 48 horas as armadilhas são recolhidas e o líquido com os insetos é passado em uma peneira de 1 mm de abertura de malha e os espécimes coletados passam para

um frasco com álcool 80% devidamente separados e rotulados com os metadados. No lado oposto ao *pitfall* foi feita a coleta de serrapilheira com extrator mini-*winkler* a uma distância aproximada de 1 m em relação a cada ponto. Delimita-se, nesse método, uma área de 1 m², e toda a serrapilheira presente é peneirada em um redutor de serrapilheira (*sifter*). Esse material peneirado é transferido para os extratores mini-*winkler*, contendo um pote coletor ao fundo com álcool 80%, assim capturando os indivíduos que passam pelas telas contidas no equipamento. As amostras são recolhidas após 48 horas. O procedimento foi repetido em todos os pontos amostrais, totalizando assim 20 armadilhas do tipo *pitfall* e 20 do tipo mini-*winkler*.

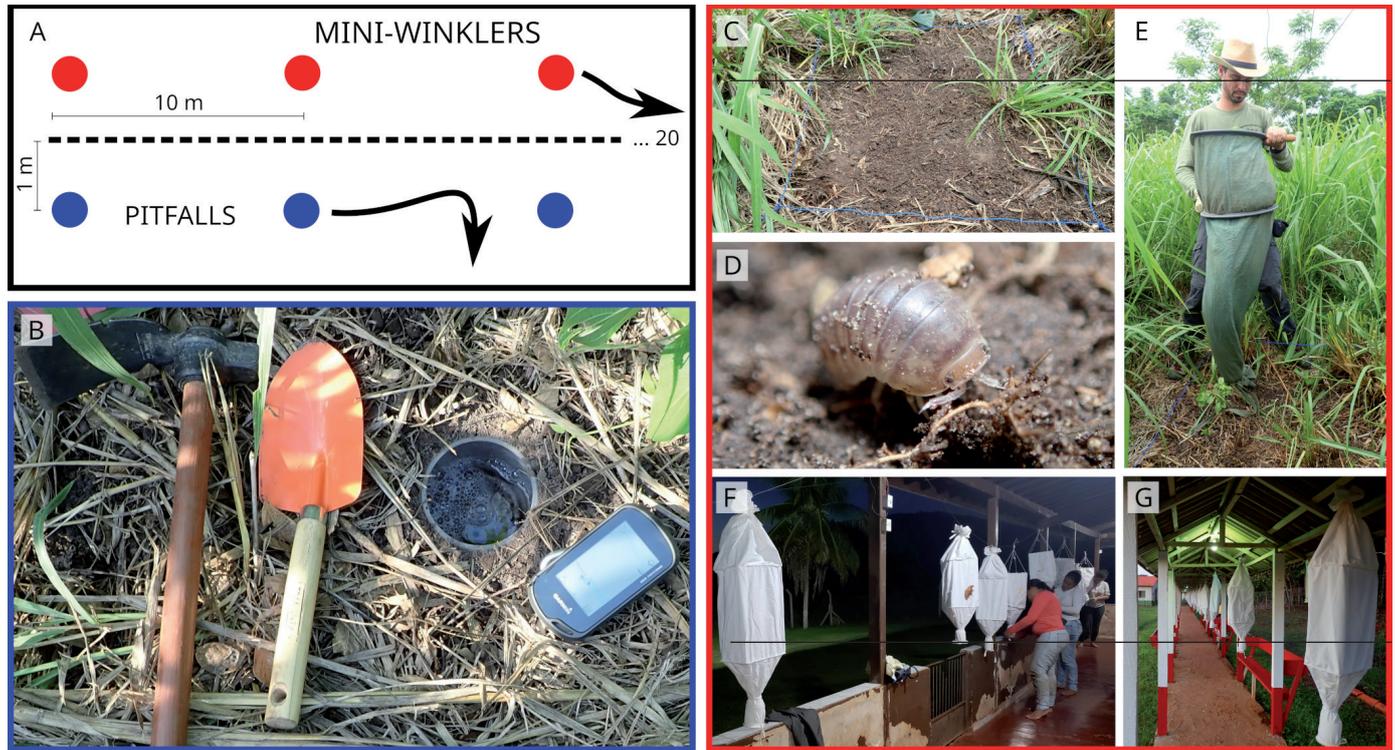


Figura 2 – Esquema de coleta de fauna de solo com protocolo ALL (*Ants of the Leaf Litter*) (23). A: esquema representando algumas das 20 armadilhas de cada um dos dois métodos (*pitfall* em azul e *mini-winkler* em vermelho). B: materiais usados para montagem e georreferenciamento das armadilhas *pitfall*; C - G: etapas de coleta com extratores *mini-winkler*: C: delimitação e remoção da serrapilheira; D: fauna de solo a ser extraída presente na serrapilheira; E: redução da serrapilheira com *sifter*; F: montagem dos extratores *mini-Winkler*; G: extratores montados.

Coleta de cupins – protocolo de parcelas e busca ativa

Para as coletas quantitativas, aplicamos o protocolo sugerido por Jones e Eggleton [24] (Figura3), que propõem a coleta de 20 parcelas de 2 x 5 m, em que uma pessoa por uma hora vasculha cada microhabitat (solo, serrapilheira, madeira, etc.) da parcela à procura de cupins. As parcelas foram distantes 20 m entre si, como sugerido por Cancellato [25]. Em outras 20 parcelas aplicamos as modificações

sugeridas por Dambros et al. [26], subdividindo o transecto em segmentos menores, de cinco parcelas cada, e distanciando cada segmento 500 m dos demais. Os cupins são coletados com auxílio de pinças entomológicas, em flaconetes contendo álcool 96%. Além das coletas quantitativas, também fizemos coletas por busca ativa para aumentar o número de espécies coletadas e se ter maior conhecimento da termitofauna local. Em cada coleta foi aferida a coordenada geográfica e coletada amostra de solo.

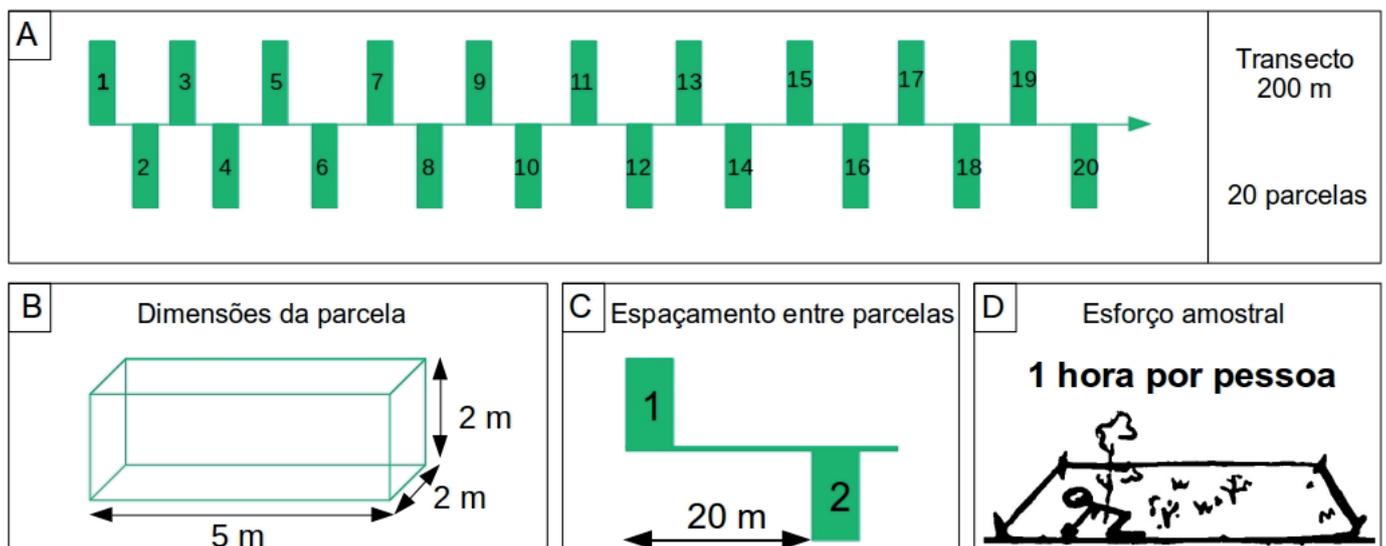


Figura 3 – Esquema de coleta de cupins em parcelas, adaptado de Jones & Eggleton (24).
Fonte: Matheus S. Sousa.

Triagem das amostras de fauna de solo e cupins

As amostras de fauna de solo e cupins foram encaminhadas e mantidas no Museu de Biodiversidade Tauari. Todo material foi tombado e compõe o acervo da Coleção de Isoptera e Coleção de Invertebrados da Unifesspa (CZM). Fizemos duplicatas das amostras de cupins, mantidas em álcool 96% e congeladas para futura extração de material genético. O restante de cada lote foi armazenado em álcool 80%. Separamos cada espécime em nível de ordem utilizando o livro “Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia” [27]. As formigas ainda estão sendo identificadas e aqui apresentaremos apenas resultados preliminares. A identificação até gênero foi feita com auxílio do livro “Guia para os gêneros de formigas do Brasil” [28] e trabalho de Feitosa e Dias [29]. A identificação até espécie será feita com apoio de taxonomistas da Universidade Federal do Paraná. Identificamos os cupins até gênero com auxílio da chave de identificação de Constantino [30] e até espécie utilizando trabalhos taxonômicos, comparação com a Coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari ou identificação por especialista.

Monitoramento de borboletas frugívoras – Programa Monitora

O monitoramento de borboletas frugívoras foi realizado por meio de transectos secundários de 100 m, dispostos ao longo da trilha principal, onde são instaladas armadilhas. O protocolo estabelece que cada transecto (unidade amostral de borboletas) deve conter quatro armadilhas do tipo Van Someren-Rydon (VSR), penduradas em galhos de árvores resistentes ao peso, com a base posicionada a cerca de 1 m do solo. As armadilhas foram equipadas com iscas, compostas de banana fermentada e caldo de cana, projetadas para atrair e capturar borboletas frugívoras. Na REBIOTA, são utilizados cinco transectos, em vez dos quatro recomendados, ampliando o esforço de coleta. O monitoramento ocorre em duas campanhas anuais, cada uma com duração de sete dias e com um intervalo de 15 a 30 dias entre elas, para este estudo com dados dos anos de 2023 (duas campanhas) e 2024 (uma campanha). No primeiro dia, as armadilhas são instaladas, e nos seis dias subsequentes, são revisadas. Os indivíduos capturados são registrados e marcados, assegurando que a mesma borboleta não seja contabilizada duas vezes em amostragens posteriores. Em seguida, os exemplares são soltos, e as iscas são trocadas a cada dois dias [31].

Após esse processo, no protocolo avançado, os monitores realizaram o registro fotográfico de todos os espécimes capturados. As imagens obtidas foram enviadas para posterior sistematização em planilhas e identificação dos indivíduos até o nível de espécie. As identificações seguiram as referências de Garwood et al. [32] e Santos [33], enquanto a classificação taxonômica foi baseada em Lamas [20].

Imagens

As imagens das borboletas frugívoras foram retiradas do banco de dados do Programa Monitora, gentilmente cedido pelo NGI Carajás/ICMBio. As imagens foram feitas em campo pelos monitores da biodiversidade, utilizando aparelhos de celular e o aplicativo ODK (Open Data Kit). As imagens da fauna de solo, incluindo formigas e cupins foram obtidas no Museu de Biodiversidade Tauari/Unifesspa em estereomicroscópio Nikon SMZ745T e câmera digital Moticam 1080p acoplada ao tubo trinocular. As capturas foram feitas no programa Motic Image Plus 3.1. Para a maioria dos casos fizemos fotomontagens com estaqueamento vertical de diferentes planos focais utilizando o programa CombineZP [34]. As pranchas foram montadas no programa GIMP 2.10 [35].

Análise de dados

Utilizamos o programa R Studio para as análises. Para avaliar a suficiência do esforço amostral da coleta de cupins fizemos uma curva de acumulação de espécies no com o pacote “vegan” e a função “specaccum” [36]. Escolhemos os cupins para a curva de acumulação por ser o banco de dados com resolução taxonômica até espécie e por ter sido empregado um grande esforço amostral, comparado com os outros estudos. Para avaliar se há diferença significativa entre as medianas de abundância e riqueza de borboletas entre as três campanhas (2023.1, 2023.2 e 2024.1), realizamos o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, já que os dados não atenderam ao pressuposto de normalidade.

Resultados

Coletamos 6.681 invertebrados com o protocolo ALL (Tabela 1, Figura 4), incluindo 2486 formigas. Também coletamos amostras de 401 colônias de cupins com o protocolo específico para esse grupo e foram registradas 800 borboletas no protocolo específico, totalizando 7.882 animais (ou colônias) registradas.

Fauna de solo

Além de 5.274 insetos, registramos um Mollusca, três Isopoda, sete Chilopoda, sete Diplopoda e 1.389 Arachnida das ordens Acari (1.083 indivíduos), Araneae (121 indiv.), Opiliones (12 indiv.), Pseudoscorpiones (171

indiv.) e Scorpiones (dois indiv.) (Fig. 5). As ordens de insetos mais abundantes foram Hymenoptera, que engloba as formigas (família Formicidae), e Blattaria, que engloba os cupins (infraordem Isoptera). As duas ordens somam mais de 50% da abundância de insetos encontrada.

Tabela 1 – Lista da entomofauna de solo da REBIOTA com suas abundâncias e método de coleta.

Táxon	Método	Abundância
Blattaria	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	1973
Coleoptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	154
Collembola	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	84
Dermaptera	<i>Mini-winkler</i>	1
Diplura	<i>Mini-winkler</i>	6
Diptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	335
Embioptera	<i>Mini-winkler</i>	2
Hemiptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	20
Hymenoptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	2.522
Lepidoptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	2
Neuroptera	<i>Mini-winkler</i>	4
Orthoptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	48
Paupoda	<i>Mini-winkler</i>	1
Protura	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	6
Psocoptera	<i>Mini-winkler</i>	28
Thysanoptera	<i>Pitfall e mini-winkler</i>	86
Tricoptera	<i>Mini-winkler</i>	2
TOTAL		5.274

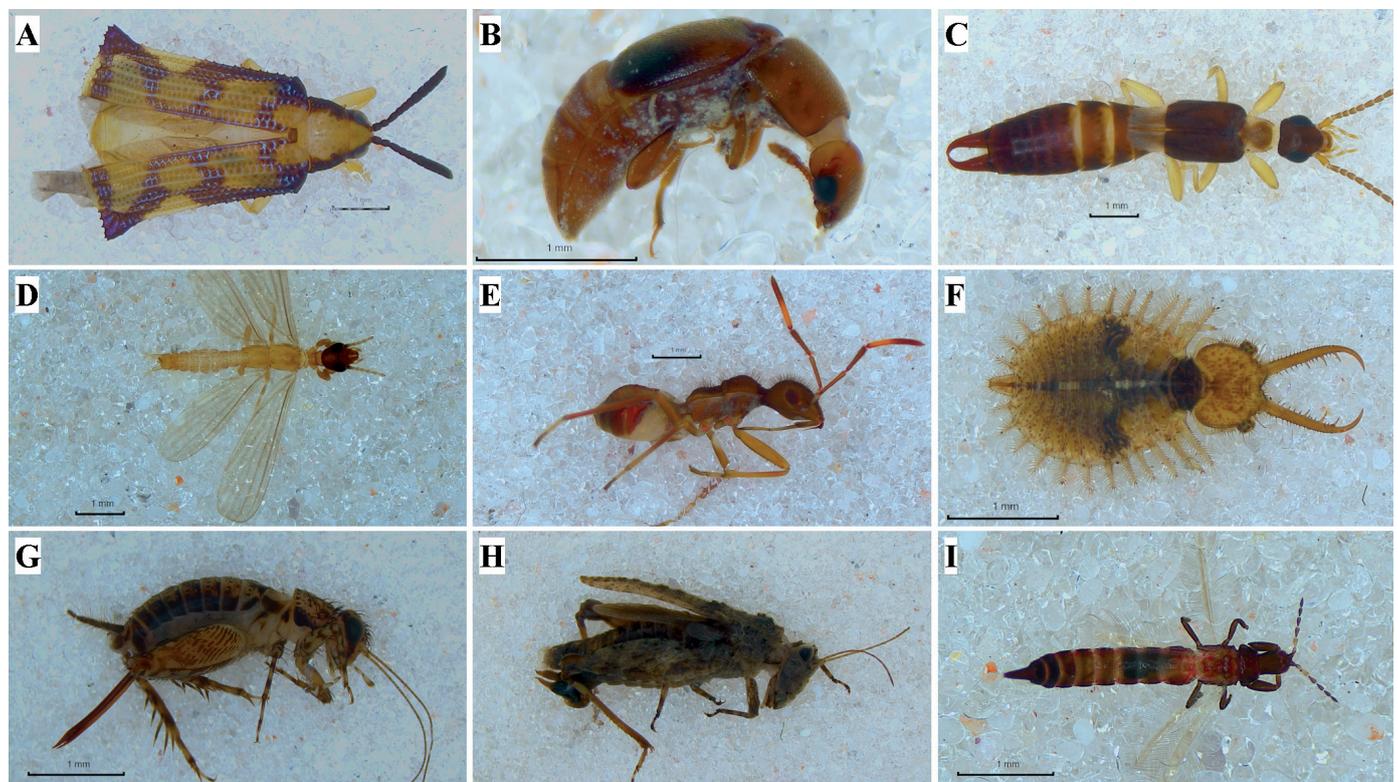


Figura 4 – Entomofauna encontrada na Reserva Biológica do Tapirapé. A-B: Coleoptera; C: Dermaptera; D: Embioptera; E: Hemiptera; F: Neuroptera; G-H: Orthoptera; I: Thysanoptera. Escala = 1 mm.

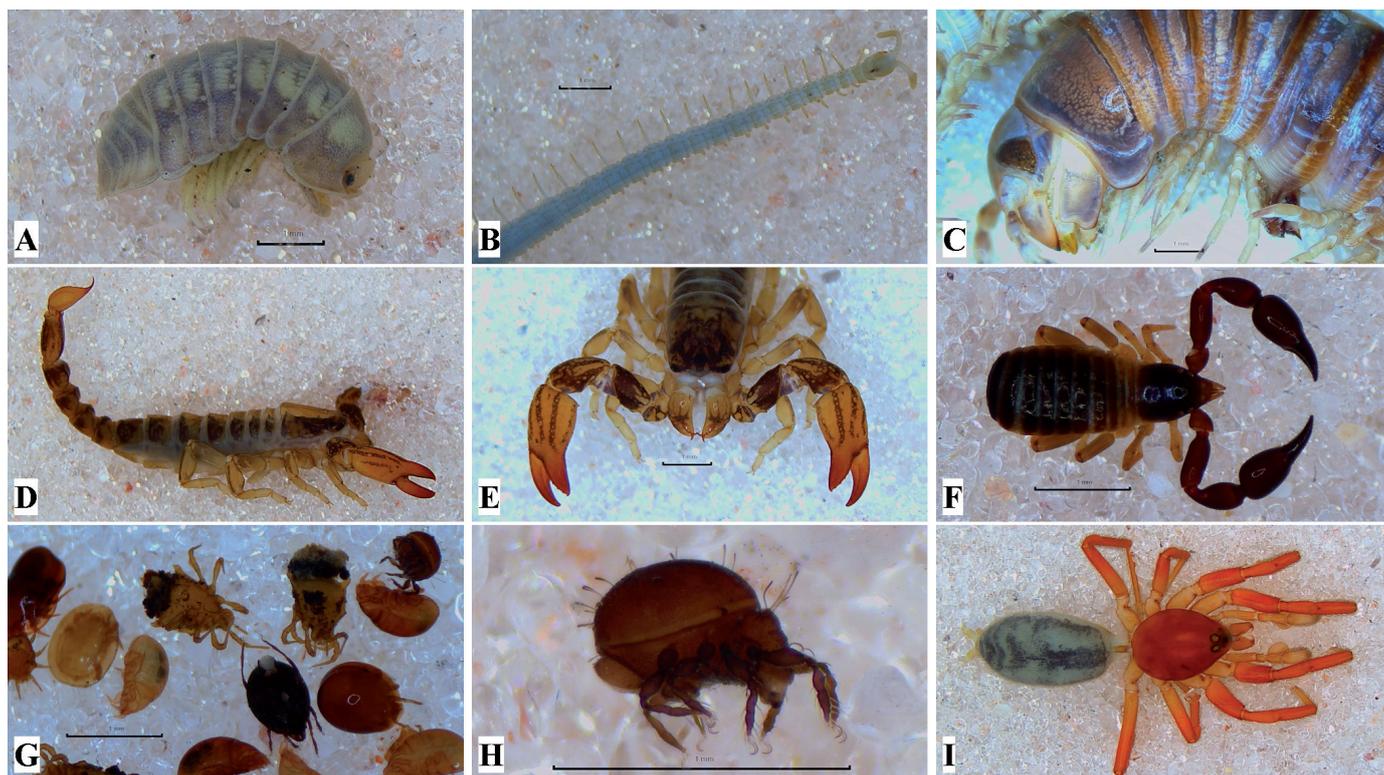


Figura 5 – Invertebrados não-insetos da fauna de solo encontrada na Reserva Biológica do Tapirapé. A: Isopoda; B: Chilopoda; C: Diplopoda; D-E: Scorpiones; F: Pseudoscorpiones; G-H: Acari; I: Araneae.

Formigas (Hymenoptera: Formicidae)

Coletamos 2522 Hymenoptera; destas, 1.864 nos extratores mini-winkler e outras 658 nos pitfalls. Foram seis vespas e 2516 formigas pertencentes a 33 gêneros, principalmente da subfamília Myrmicinae, além de 30 reprodutores não identificados (Tabela 2). Algumas das formigas coletadas podem ser vistas na Figura 6.

As espécies já identificadas são *Alfaria minuta*, *Basiceros militaris*, *Eciton burchelli*, *Mayaponera constricta*, *Nylanderia docilis*, *Pheidole astur* e *Strumigenys tridifera*. Das formigas encontradas, 1.380 são onívoras generalistas, mas a maioria dos grupos taxonômicos (11 gêneros) é predadora generalista terrestre. Apesar de pouco material ter sido identificado até espécie, percebe-se que há uma riqueza considerável e, principalmente, uma grande abundância de formigas na REBIOTA.

Tabela 2 – Lista de gêneros de formigas coletadas na REBIOTA, com suas respectivas abundâncias e guildas tróficas. S = número de gêneros; AC = atíneas criptobióticas; OG = onívoras generalistas; AO = onívoras arbóreas; OT = onívoras terrestres; PET = predadoras especialistas terrestres; e PGT = predadoras generalistas terrestres.

Gênero	Abundância	Abundância
Dorylinae (S = 2)	56	
<i>Eciton</i>	52	PGT
<i>Neivamyrmex</i>	4	PET
Ectatomminae (S = 3)	75	
<i>Alfaria</i>	3	PGT
<i>Ectatomma</i>	23	OG
<i>Gnamptogenys</i>	49	PGT
Fomicinae (S = 3)	358	
<i>Camponotus</i>	173	OG
<i>Brachymyrmex</i>	152	OG
<i>Nylanderia</i>	33	OG

Gênero	Abundância	Abundância
Myrmicinae (S = 19)	1910	
<i>Acromyrmex</i>	20	AC
<i>Apterostigma</i>	1	AC
<i>Basiceros</i>	4	PGT
<i>Carebara</i>	12	OT
<i>Crematogaster</i>	413	OG
<i>Cyphomyrmex</i>	70	AC
<i>Hylomyrma</i>	1	OT
<i>Megalomyrmex</i>	9	OT
<i>Mycetophylax</i>	6	AC
<i>Ochetomyrmex</i>	174	PGT
<i>Octostruma</i>	83	PGT
<i>Paratrachymyrmex</i>	10	OG
<i>Pheidole</i>	437	OG
<i>Rogeria</i>	72	OT
<i>Solenopsis</i>	318	OT
<i>Strumigenys</i>	140	PGT
<i>Tetramorium</i>	1	OG
<i>Trachymyrmex</i>	1	AC
<i>Wasmannia</i>	138	OG
Ponerinae (S = 5)	83	
<i>Hypoponera</i>	29	PGT
<i>Mayaponera</i>	37	PGT
<i>Neoponera</i>	3	PET
<i>Odontomachus</i>	5	PGT
<i>Pachycondyla</i>	9	PGT
Pseudomyrmecinae (S = 1)	4	
<i>Pseudomyrmex</i>	4	OA
TOTAL = 33 gêneros	2486	

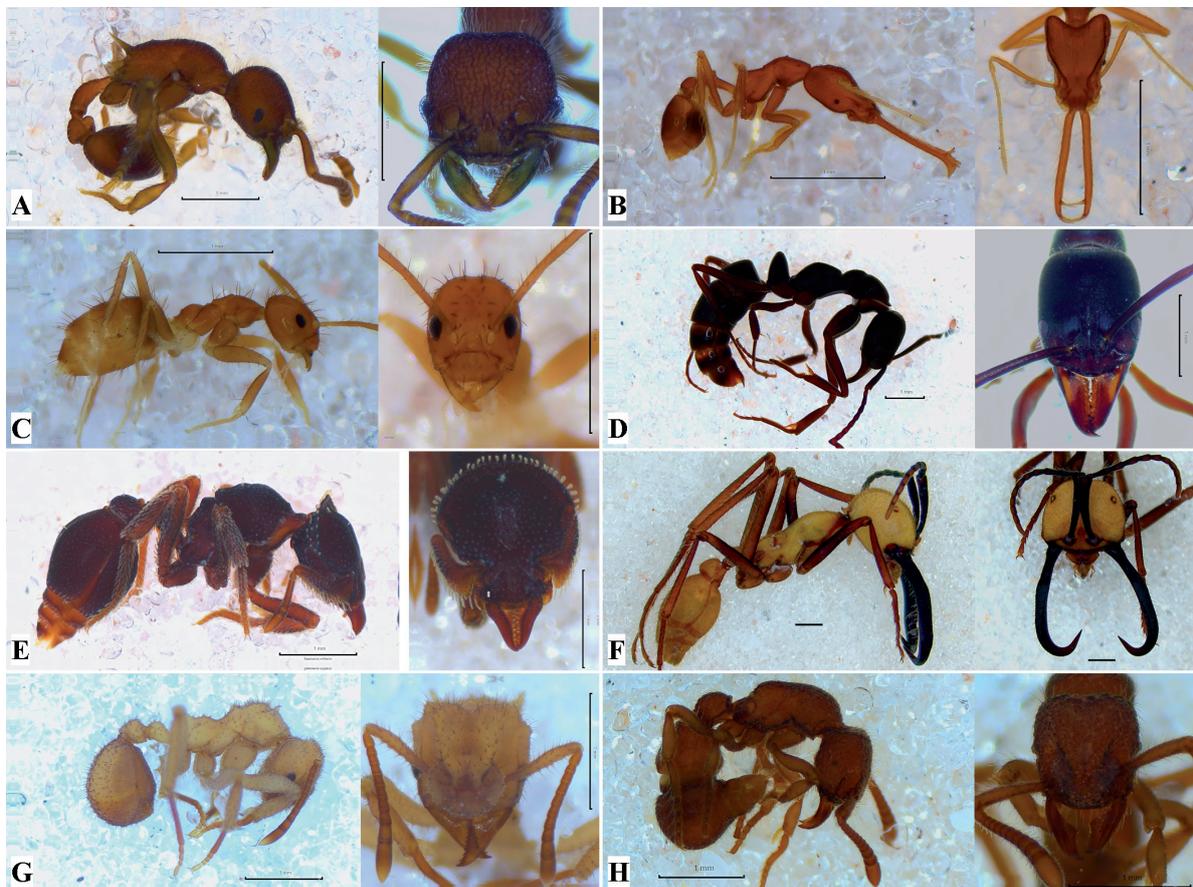


Figura 6 – Formigas coletadas na Reserva Biológica do Tapirapé. Vista em perfil e frontal de A: *Hylomyrma*; B: *Strumigenys trudifera*; C: *Nylanderia docilis*; D: *Mayaponera constricta*; E: *Basiceros militaris*; F: *Eciton burchellii*; G: *Paratrachymyrmex*; H: *Alfaria minuta*. Escala = 1 mm.

Cupins (Blattaria: Isoptera)

Coletamos 401 amostras de cupins pertencentes a 105 espécies de quatro famílias (Tabela 3, Figura 7). As espécies mais comuns (i.e. com mais de 20 encontros) foram *Nasutitermes coxipoensis* (31 colônias), *Heterotermes tenuis* (25 colônias) e *Microcerotermes exiguus* (22 colônias),

todas xilófagas; 38 espécies foram encontradas apenas uma vez. A maior diversidade de espécies foi de húmívoros (49 spp.), seguida por xilófagos (28 spp.), intermediários (20 spp.) e comedores de serrapilheira (sete spp.). Das 105 espécies, 88 foram encontradas em floresta ombrófila densa e/ou aberta, 16 foram encontradas também em várzea e uma, *Agnathotermes crassinus*, foi encontrada exclusivamente na várzea (Tabela 3, asterisco).

Tabela 3 – Lista de espécies de cupins da REBIOTA com suas respectivas abundâncias (N), guildas ecológicas, e habitats de encontro (MD = madeira em decomposição; MS = madeira seca; SO = solo; SE = serrapilheira; TE = termiteiro epígeo; TH = termiteiro hipógeo; TA = termiteiro arborícola; GA = galeria em árvore). S = número de espécies; * = espécies encontradas em várzea.

Espécie	N	Guilda	Habitat
Heterotermitidae (S = 2)	32		
<i>Coptotermes testaceus*</i>	7	Xilófago	MD; MS
<i>Heterotermes tenuis*</i>	25	Xilófago	MD; MS; SO, SE; TE
Kalotermitidae (S = 6)	10		
<i>Calcaritermes temnocephalus</i>	1	Xilófago	MS
<i>Calcaritermes rioensis</i>	3	Xilófago	MD
<i>Cryptotermes</i> sp.	1	Xilófago	MS
<i>Eucryptotermes hageni</i>	1	Xilófago	MS
<i>Glyptotermes</i> sp.	3	Xilófago	MS
<i>Rugitermes</i> sp.	1	Xilófago	MS
Rhinotermitidae (S = 5)	11		
<i>Dolichorhinotermes latilabrum</i>	2	Xilófago	MD
<i>Dolichorhinotermes longilabius</i>	3	Xilófago	MD
<i>Rhinotermes marginalis</i>	1	Xilófago	MD
<i>Rhinotermes</i> sp.1	4	Xilófago	MD; MS
<i>Rhinotermes</i> sp.2	1	Xilófago	MS
Termitidae: Amitermitinae (S = 2)	3		
<i>Dentispicotermes globicephalus</i>	2	Intermediário	SE; SO
<i>Orthognathotermes heberi</i>	1	Humívoro	TE
Termitidae: Apicotermitinae (S = 30)	73		
<i>Anoplotermes</i> sp.1	2	Humívoro	TE
<i>Anoplotermes</i> sp.2	2	Humívoro	SO
<i>Anoplotermes</i> sp.3	1	Humívoro	SO
<i>Aparatermes silvestri</i>	2	Humívoro	MD; TH
<i>Disjunctitermes</i> sp.	1	Humívoro	SO
<i>Dissimulitermes</i> sp.	2	Humívoro	MS; SO
Apicotermitinae G10 sp.25	2	Humívoro	MD; SO
Apicotermitinae G10 sp.35	4	Humívoro	MD; SO
Apicotermitinae G10 sp.84	6	Humívoro	MD; SO
Apicotermitinae G15 sp.111	2	Humívoro	MD; MS; SO
Apicotermitinae G15 sp.115	3	Humívoro	TE; SO

Apicotermitinae GC sp.H	1	Humívoro	SO
Apicotermitinae GE sp.J	2	Humívoro	TE; SO
Gen. Et sp. nov.	1	Humívoro	MD
<i>Grigiotermes</i> sp.127	3	Humívoro	TE
<i>Grigiotermes</i> sp.134	2	Humívoro	TE; GA
<i>Hirsutitermes</i> sp.	2	Humívoro	SO
<i>Humutermes krishnai</i>	1	Humívoro	SO
<i>Humutermes noiroti</i>	3	Humívoro	SO
<i>Krecekitermes daironi</i>	1	Humívoro	SO
<i>Longustitermes</i> sp.	4	Humívoro	SO
<i>Ourissotermes giblinorum</i>	2	Humívoro	SO
<i>Patawatermes nigripunctatus</i>	1	Humívoro	MD
<i>Patawatermes turricola</i>	1	Humívoro	TE
<i>Rubeotermes</i> sp.	5	Humívoro	SO
<i>Ruptitermes bandeirai</i>	1	Humívoro	TE; SO
<i>Ruptitermes reconditus</i>	6	Humívoro	MD; TE
<i>Rustitermes boteroi</i>	6	Humívoro	TE; SO
<i>Tetimatermes oliveirae</i>	2	Humívoro	SO
<i>Tonsuritermes tucky</i>	2	Humívoro	SO
Termitidae: Crepitermitinae (S = 1)	7		
<i>Crepitermes verruculosus</i>	7	Humívoro	MD; TE; SO
Termitidae: Cylindrotermitinae (S = 1)	6		
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	6	Xilófago	MS; SE; SO
Termitidae: Microcerotermitinae (S = 2)	27		
<i>Microcerotermes exiguus</i>	22	Xilófago	MD; GA; TE; SO
<i>Microcerotermes strunckii*</i>	5	Xilófago	MD; GA; TA; SO
Termitidae: Nasutitermitinae (S = 26)	105		
<i>Agnathotermes crassinasus*</i>	1	Humívoro	TE
<i>Agnathotermes glaber</i>	3	Humívoro	TE; SO
<i>Atlantitermes oculatissimus</i>	2	Humívoro	MD; TE
<i>Atlantitermes stercophilus</i>	1	Humívoro	SO
<i>Cyranotermes caete</i>	1	Humívoro	SO
<i>Cyranotermes karipuna</i>	1	Humívoro	TE
<i>Cyranotermes timuassu</i>	1	Humívoro	TE
<i>Nasutitermes corniger*</i>	2	Xilófago	SE
<i>Nasutitermes coxipoensis*</i>	31	Xilófago	MD; MS; TE; SO
<i>Nasutitermes crassus</i>	1	Xilófago	MD; TA
<i>Nasutitermes ephratae</i>	8	Xilófago	MD; MS; TE; SO
<i>Nasutitermes guayanae</i>	5	Xilófago	MD; TA
<i>Nasutitermes similis</i>	8	Xilófago	TA; SE; SO
<i>Nasutitermes</i> sp.1	4	Xilófago	MD; TA; SO
<i>Nasutitermes</i> sp.10	1	Xilófago	SO
<i>Nasutitermes</i> sp.16	1	Xilófago	TE

<i>Nasutitermes</i> sp.3*	2	Xilófago	TA
<i>Nasutitermes</i> sp.4*	1	Xilófago	MD
<i>Nasutitermes</i> sp.6*	4	Xilófago	MS; TA
<i>Nasutitermes</i> sp.7	1	Xilófago	SO
<i>Rotunditermes bragantinus</i>	3	Intermediário	MD; TA; TE
<i>Subulitermes microsoma</i> *	11	Humívoro	MD; TE; SO
<i>Tiunatermes</i> sp.nov.	3	Humívoro	TE; SO
<i>Triangularitermes</i> sp.	1	Intermediário	MD
<i>Triangularitermes triangulariceps</i>	7	Intermediário	MD; MS; TE; SO
<i>Velocitermes velox</i>	1	Comedor de serrapilheira	SE
Termitidae: Neocapritermitinae (S = 5)	7		
<i>Neocapritermes angusticeps</i>	1	Intermediário	SO
<i>Neocapritermes araguaia</i>	3	Intermediário	TE; SO
<i>Neocapritermes opacus</i>	1	Intermediário	TE
<i>Neocapritermes pumilis</i>	1	Intermediário	MS
<i>Neocapritermes</i> sp.	1	Intermediário	TE
Termitidae: Syntermitinae (S = 18)	99		
<i>Cornitermes bequaerti</i> *	3	Comedor de serrapilheira	MD; TE
<i>Cornitermes pugnax</i> *	1	Comedor de serrapilheira	TE
<i>Cornitermes villosus</i>	15	Comedor de serrapilheira	MD; MS; TE; SE; SO
<i>Curvitermes odontognathus</i>	6	Humívoro	TE
<i>Cyrlillitermes angulariceps</i>	8	Humívoro	TE; SO
<i>Embiratermes neotenicus</i>	10	Intermediário	MD; TE; SO
<i>Embiratermes snyderi</i>	6	Intermediário	MD; TE; SO
<i>Genuotermes spinifer</i>	7	Humívoro	TE
<i>Labiotermes leptothrix</i>	1	Humívoro	TE
<i>Labiotermes pelliceus</i>	2	Humívoro	TE
<i>Silvestritermes</i> cf. <i>almirsateri</i>	1	Intermediário	TE
<i>Silvestritermes euamignathus</i> *	4	Intermediário	MD
<i>Silvestritermes lanei</i> *	3	Intermediário	MD; TA
<i>Syntermes calvus</i>	1	Comedor de serrapilheira	SO
<i>Syntermes dirus</i>	1	Comedor de serrapilheira	TE
<i>Syntermes molestus</i>	7	Comedor de serrapilheira	TH; SO
<i>Uncitermes teevani</i>	7	Intermediário	MD; TE
<i>Vaninitermes ignotus</i>	16	Intermediário	TE; TH; SO
Termitidae: Termitinae (S = 7)	21		
<i>Cavitermes parmae</i> *	2	Humívoro	TE
<i>Cavitermes parvicavus</i>	1	Humívoro	TE
<i>Cornicapritermes mucronatus</i>	2	Intermediário	SO
<i>Spinitermes trispinosus</i>	10	Humívoro	TE; SO
<i>Termes ayri</i>	3	Intermediário	TE
<i>Termes medioculatus</i> *	1	Intermediário	TA
<i>Termes nigrinus</i>	2	Intermediário	MD; TA
TOTAL = 105 espécies	401		

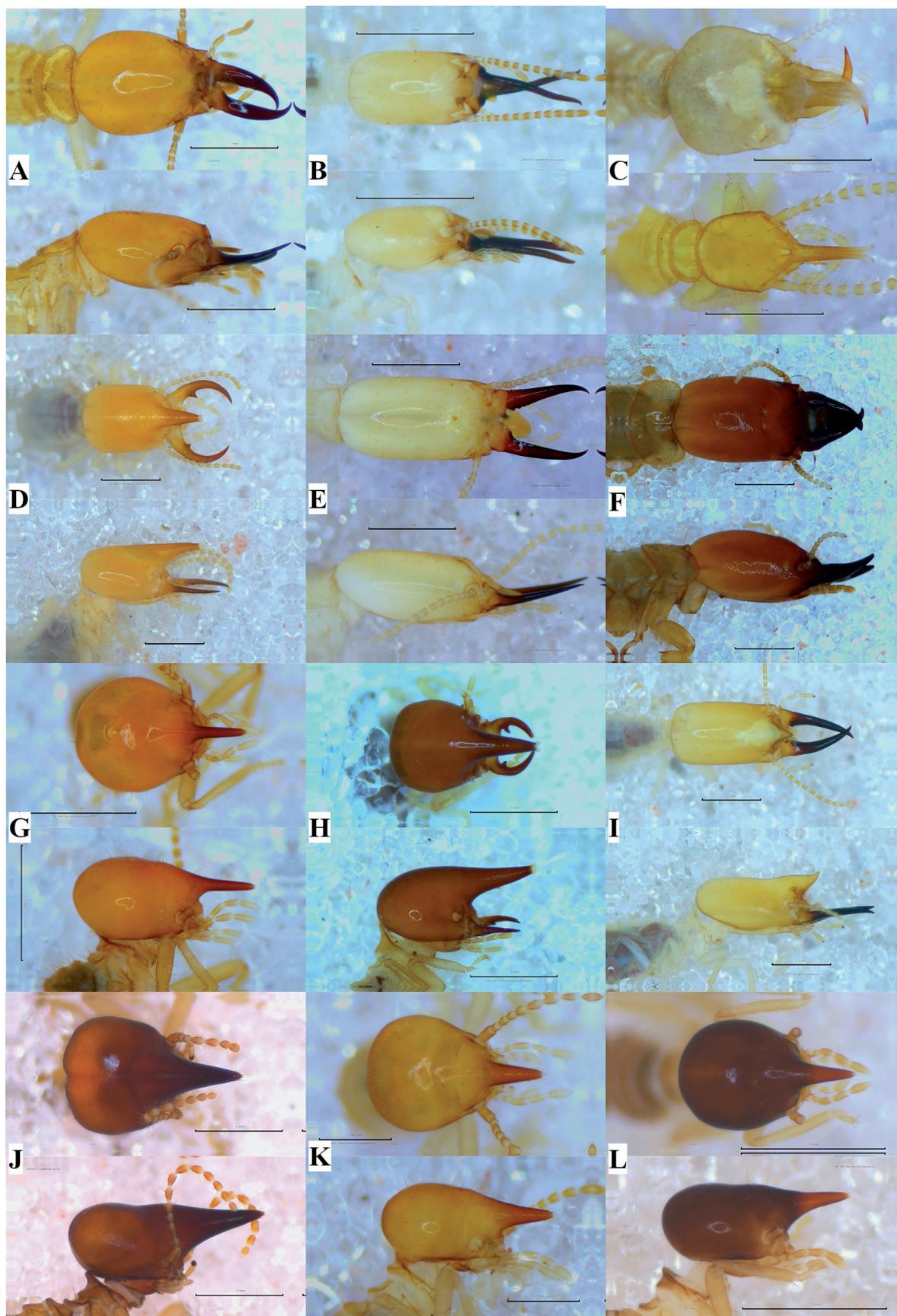


Figura 7 – Cupins coletados na Reserva Biológica do Tapirapé, vista dorsal e perfil da cabeça do soldado. A: *Coptotermes testaceus*; B: *Crepitermes verruculosus*; C: *Dolichorhinotermes longilabius* (vista dorsal do soldado maior, acima, e menor, abaixo); D: *Embiratermes neotenicus*; E: *Heterotermes tenuis*; F: *Rugitermes* sp.; G: *Rotunditermes bragantinus*; H: *Silvestritermes euamignathus*; I: *Spinitermes trispinosus*; J: *Tiunatermes* sp. nov.; K: *Triangularitermes triangulariceps*; L: *Nasutitermes coxipoensis*. Escala = 1 mm.

Pela análise da curva de acumulação (Figura 8) percebe-se que o aumento do esforço amostral (número de parcelas) é sempre acompanhado do incremento no número de espécies de cupins, sem

nenhuma tendência à estabilização. Em outras palavras, mesmo com o expressivo esforço de coleta empregado, ainda existem muitas espécies a serem encontradas na REBIOTA.

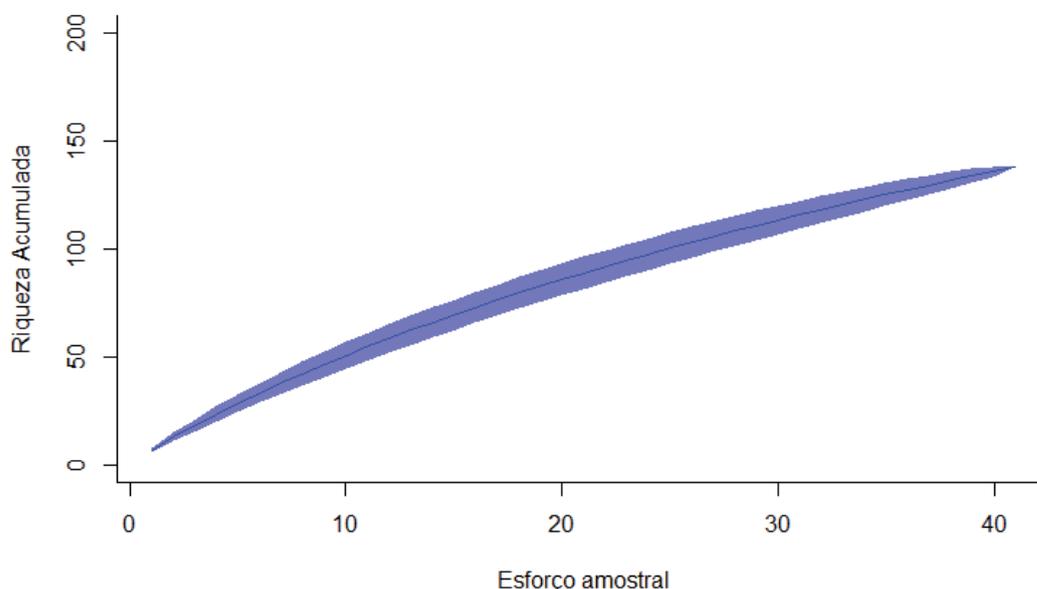


Figura 8 – Curva de acumulação mostrando a riqueza de espécies de cupins que foi observada na Reserva Biológica do Tapirapé em função do esforço amostral (= nº de parcelas de 2 x 5 m).

Borboletas frugívoras

Ao longo de 2023 e 2024, foram registrados 800 indivíduos de borboletas, distribuídos em 56 espécies pertencentes a dez tribos da família Nymphalidae (Tabela 4, Figura 9). A tribo Satyrini foi a mais representativa, com 19 espécies identificadas. No entanto, houve uma redução contínua na riqueza de tribos e na abundância de borboletas ao longo das campanhas, com 2024 registrando menos da metade dos indivíduos observados na primeira campanha de 2023 (Figura 10). As espécies mais abundantes foram *Morpho helenor*, seguidas por *Pseudodebis marpessa* e *P. valentina*.

Os resultados do monitoramento de borboletas frugívoras, representados em *boxplots*, evidenciam um padrão de declínio tanto na riqueza ($X^2 = 19,633$, $GL = 2$, $p < 0,001$) quanto na abundância ($X^2 = 16,586$, $GL = 2$, $p < 0,001$) ao longo das campanhas. A riqueza de espécies foi maior em 2023.1, com redução em 2023.2 e valores similares em 2024.1, conforme mostrado no gráfico da esquerda. De maneira análoga, a abundância foi mais alta em 2023.1, diminuiu em 2023.2 e alcançou o menor registro em 2024.1, como ilustrado no gráfico da direita (Figura 10).

Tabela 4 – Espécies de borboletas frugívoras registradas em três campanhas do Programa Monitora na REBIOTA. S = número de espécies.

Espécie	N			TOTAL
	2023.1	2023.2	2024	
Ageroniini (S=1)				
<i>Hamadryas epinome</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	2	0	0	2
Epicaliini (S=7)				
<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	1	17	1	19
<i>Catonephele numilia</i> Cramer, 1779	1	0	0	1
<i>Catonephele orites</i> Stichel, 1899	1	13	0	14
<i>Nessaea aglaura</i> (E. Doubleday, [1848])	1	0	0	1
<i>Nessaea batesii</i> (C. Felder & R. Felder, 1860)	4	0	0	4

<i>Nessaea hewitsonii</i> (C. Felder & R. Felder, 1859)	2	0	0	2
<i>Nessaea obrinus</i> (Linnaeus, 1758)	33	3	7	43
Eunicini (S=1)				
<i>Eunica cuvierii</i> (Godart, 1819)	6	3	4	13
Epiphilini (S=3)				
<i>Nica flavilla</i> (Godart, 1823)	1	0	0	1
<i>Pyrrhogyra amphiro</i> H. Bates, 1865	1	0	0	1
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	4	0	0	4
Anaeini (S=3)				
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	2	0	0	2
<i>Zaretis isidora</i> (Cramer, 1779)	0	1	0	1
<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	2	0	0	2
Preponini (S=5)				
<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	1	0	0	1
<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	17	14	2	33
<i>Archaeoprepona licomedes</i> (Cramer, 1777)	6	0	0	6
<i>Mesoprepona pheridamas</i> (Cramer, 1777)	7	2	0	9
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, [1811])	2	0	0	2
Coeini (S=3)				
<i>Colobura annulata</i> Willmott, Constantino & J. Hall, 2001	1	0	0	1
<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	20	0	3	23
<i>Tigridia acesta</i> (Linnaeus, 1758)	21	1	4	26
Morphini (S=3)				
<i>Morpho achilles</i> (Linnaeus, 1758)	10	2	11	23
<i>Morpho deidamia</i> (Hübner, [1819])	1	0	0	1
<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	39	47	49	135
Brassolini (S=11)				
<i>Bia actorion</i> (Linnaeus, 1763)	5	2	2	9
<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felder, 1862)	1	0	0	1
<i>Catoblepia berecynthia</i> (Cramer, 1777)	6	3	1	10
<i>Catoblepia xanthicles</i> (Godman & Salvin, 1881)	2	0	0	2
<i>Catoblepia xanthus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	0	2
<i>Eryphanis automedon</i> (Cramer, 1775)	1	1	0	2
<i>Eryphanis lycomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	1	0	0	1
<i>Eryphanis reevesii</i> (Doubleday, [1849])	5	0	0	5
<i>Narope cyllastros</i> E. Doubleday, [1849]	0	1	0	1
<i>Opoptera aorsa</i> (Godart, [1824])	0	2	0	2
<i>Opsiphanes invirae</i> Hübner, 1818	6	0	0	6
Satyrini (S=19)				
<i>Cissia penelope</i> (Fabricius, 1775)	3	0	1	4
<i>Erichthodes antonina</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	9	0	0	9
<i>Lazulina toolumnia</i> (Cramer, 1777)	1	0	0	1
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	5	1	0	6
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittowitz, 1865)	1	0	0	1
<i>Paryphthimoides terrestris</i> (A. Butler, 1867)	1	0	0	1
<i>Pseudeuptychia herseis</i> (Godart, [1824])	1	0	0	1

<i>Pseudodebis marpessa</i> (Hewitson, 1862)	83	12	30	125
<i>Pseudodebis valentina</i> (Cramer, 1779)	65	47	13	125
<i>Taygetis cleopatra</i> C. Felder & R. Felder, 1867	5	3	6	14
<i>Taygetis echo</i> (Cramer, 1775)	5	2	2	9
<i>Taygetis laches</i> Fabricius, 1793	6	3	0	9
<i>Taygetis larua</i> C. Felder & R. Felder, 1867	3	0	0	3
<i>Taygetis leuctra</i> A. Butler, 1870	4	13	1	18
<i>Taygetis mermeria</i> (Cramer, 1776)	16	5	5	26
<i>Taygetis rufomarginata</i> Staudinger, 1888	4	14	0	18
<i>Taygetis thamyra</i> (Cramer, 1779)	4	2	1	7
<i>Taygetis tripunctata</i> Weymer, 1907	2	2	0	4
<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	4	4	0	8
TOTAL = 56 espécies	437	220	143	800



Figura 9 – Borboletas frugívoras capturadas no componente Florestal do Programa Monitora. *Nessaea obrinus* (macho) (A e N), *Morpho helenor* (B e M), *Archaeoprepona demophon* (C e P), *Nessaea obrinus* (fêmea) (D e N), *Tigridia aesta* (E), *Catonephele numilia* (F), *Opsiphanes invirae* (G), *Zaretis itys* (H), *Colobura dirce* (I e O), *Taygetis laches* (J, K e L).

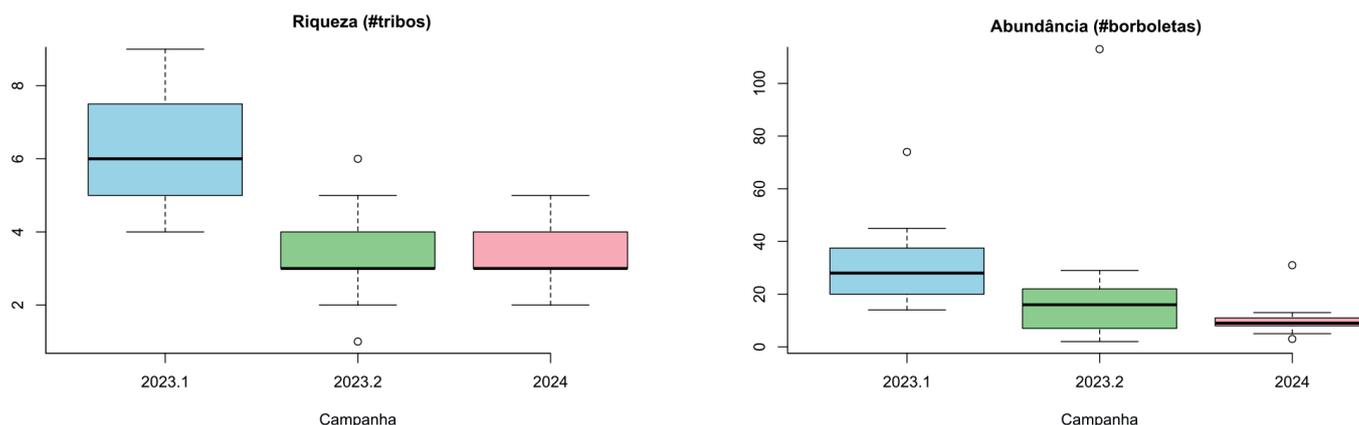


Figura 10 – Riqueza de tribos (esquerda) e abundância (direita) de borboletas na Reserva Biológica do Tapirapé ao longo de três campanhas de amostragem do Programa Monitora.

Discussão

Fauna de solo

Os resultados obtidos no presente estudo proporcionam uma visão inicial da entomofauna presente na REBIOTA. Neste trabalho apresentamos cerca de oito mil indivíduos distribuídos em mais de 200 táxons principalmente de insetos, com detalhamento de 33 gêneros de formigas, 105 espécies de cupins e 56 espécies de borboletas frugívoras. Os grupos mais abundantes foram as formigas (Hymenoptera: Formicidae) e cupins (Blattaria: Isoptera) que, juntamente com minhocas, são ditos engenheiros de ecossistemas [37] e ambos são os maiores detentores de biomassa animal em solos tropicais [15].

A alta abundância desses grupos é comumente observada em áreas bem preservadas. Baretta *et al.* [38] citam as formigas, cupins e minhocas como os grupos mais representativos da macrofauna de solo. Formigas foram as mais abundantes tanto no período chuvoso quanto na seca em floresta nativa em Úrsulo Galván (México) [4] e em área preservada no norte fluminense [39]. Já os cupins podem apresentar biomassa superior a 110 kg/ha [40] e são os principais engenheiros de ecossistemas do solo [37]. Os cupins inclusive mitigam os efeitos da seca em florestas tropicais, aumentando a umidade do solo, decomposição de serrapilheira, diversidade de nutrientes e sobrevivência de plântulas [41].

Mirmecofauna

Embora a mirmecofauna da REBIOTA não tenha sido identificada até espécie em sua maioria, já é possível observarmos registros importantes para a conservação da UC. Formigas de correição, como

Eciton burchellii, são bioindicadoras de qualidade ambiental e espécies-chave em florestas [5]. Apesar da maioria dos gêneros serem predadoras generalistas, também foram encontradas especialistas, como as formigas de correição do gênero *Neivamyrmex*, que são predadoras de cupins e outras formigas. Tais encontros demonstram a diversidade de grupos funcionais de formigas existente na floresta preservada da REBIOTA.

Esse é o primeiro registro de *Nylanderia docilis* para a Amazônia, que mesmo com a grande compilação feita por Albuquerque *et al.* [42] e as atualizações na plataforma AntWiki não havia sido registrada para o Pará. As formigas dos gêneros *Tetramorium* não possuem registro de espécie nativa para toda a América do Sul, portanto a espécie encontrada é uma espécie exótica, provavelmente *T. bicarinatum*, a espécie invasora mais cosmopolita e abundante do gênero. Mais estudos e melhoria da resolução taxonômica são necessários para saber se se trata dessa espécie invasora.

Termitofauna

A REBIOTA detém uma das maiores riquezas de espécies de cupins já registrada para a Amazônia. Neste trabalho apresentamos a terceira maior riqueza local de espécies de cupins já encontrada no mundo, com 105 espécies de cupins. Deblauwe *et al.* [6] encontraram 117 espécies em 100 parcelas nos Camarões (África); Carrijo [43] encontrou 116 espécies em 120 parcelas em Porto Velho (Rondônia); Davies *et al.* [44] encontraram 100 espécies em 260 parcelas na Guiana Francesa. Contudo, importante considerar que como o objetivo deste estudo era maximizar as espécies encontradas, está incluída uma grande quantidade de amostras, e espécies,

oriundas de coletas qualitativas, portanto o esforço amostral não é diretamente comparável. Apesar do grande esforço amostral empregado, percebe-se pela análise da curva de acumulação que a riqueza de espécies de cupins da REBIOTA é muito superior à encontrada. Sugerimos que as pesquisas com cupins sejam continuadas, com especial atenção aos novos táxons e espécies indicadoras.

Aqui também registramos dois novos táxons, inclusive em fase de descrição por um dos autores deste estudo: uma espécie nova de *Tiunatermes* e um gênero e espécie novos de Apicotermitinae (marcados em negrito na Tabela 2). Até o momento, a espécie nova de *Tiunatermes* só foi encontrada em duas localidades, ambas UCs: a REBIOTA e o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Ambas são espécies humívoras, encontradas no solo. A predominância de espécies humívoras e xilófagas destaca a importância dos cupins na ciclagem de nutrientes e na manutenção da estrutura do solo, comprovando a função crucial desses insetos como engenheiros de ecossistemas [40].

Lepidoptera

Esses são os primeiros resultados obtidos para as borboletas frugívoras no âmbito do Programa Monitora. A elevada diversidade da tribo Satyrini registrada neste estudo está em concordância com pesquisas anteriores realizadas na Amazônia [45–48], além de corroborar com a literatura que aponta essa tribo como a mais diversa dentro da família Nymphalidae que indicam que a Amazônia pode abrigar até 100 espécies diferentes dessa tribo [49,50]. A alta abundância de borboletas do gênero *Morpho*, em particular, destaca-se como um indicativo de florestas bem conservadas ou em processo avançado de restauração [14,51]. Ademais, a tribo Morphini, à qual o gênero *Morpho* pertence, é considerada pelo Programa Monitora um importante indicador de áreas florestais preservadas. A presença expressiva dessas borboletas sugere condições ambientais favoráveis à sua sobrevivência, visto que muitas espécies do gênero são amplamente distribuídas na região Neotropical e habitam, predominantemente, os sub-bosques [32].

No entanto, foi observado um declínio na riqueza e abundância de borboletas entre as campanhas de 2023 e 2024, com uma queda expressiva na quantidade de espécies coletadas em 2024, representando uma diminuição de aproximadamente quatro vezes. Embora os dados preliminares indiquem uma redução populacional,

são necessárias mais pesquisas para confirmar essa tendência e identificar as causas subjacentes. A implementação de medidas de conservação eficazes dependerá de um entendimento mais completo do problema. Este declínio significativo levanta importantes questões científicas, propondo hipóteses que demandam investigação em estudos futuros. Três explicações preliminares são sugeridas: (1) a influência das mudanças climáticas sobre a dinâmica populacional das espécies; (2) os impactos de fatores externos, como exposição a agrotóxicos ou outros agentes de origem antrópica; e (3) possíveis inconsistências metodológicas relacionadas à amostragem ou ao manejo e curadoria dos dados. Estudos direcionados para testar essas hipóteses serão essenciais para esclarecer as causas do declínio populacional e embasar ações de conservação.

Conclusão

Embora a entomofauna seja fundamental à vida como a conhecemos [15], trabalhos recentes têm enfatizado o perigo do declínio de populações de insetos na região Neotropical [18] e no Brasil [52]. Como sugerido por Duffus *et al.* [18], frente ao cenário de pobre reconhecimento de habitats ricos em insetos a recomendação é uma avaliação adequada da entomofauna. Este estudo representa o primeiro levantamento da entomofauna da REBIOTA, uma área que, apesar de sua longa história de proteção, localização estratégica e seu caráter de área de proteção integral, possui uma entomofauna ainda virtualmente desconhecida. Aqui apresentamos os resultados de cerca de oito mil insetos distribuídos em mais de 200 táxons, com identificação de gêneros e espécies de formigas, cupins e borboletas frugívoras. A REBIOTA apresenta uma das mais altas diversidades de espécies de cupins do mundo, incluindo espécies novas; abriga formigas até então desconhecidas para a Amazônia e borboletas frugívoras que são bioindicadoras de qualidade ambiental, atestando o alto grau de conservação dessa UC.

Trazemos como sugestões para a gerência dessa UC e futuras pesquisas a investigação do declínio da população de borboletas, em especial as do gênero *Morpho*, pois pode significar impacto antrópico significativo sobre a REBIOTA. Sugerimos ainda que os cupins sejam um grupo complementar no monitoramento da diversidade do Mosaico de Carajás (da qual a REBIOTA faz parte) pelos seguintes critérios: (1) diversidade de espécies moderada; (2)

taxonomia sólida; (3) existência de grupo de pesquisa bem estabelecido na região; (4) fácil amostragem por sólido protocolo padronizado; e (5) triagem e curadoria mais rápida e simples que de muitos outros grupos de invertebrados.

Agradecimentos

Agradecemos ao Núcleo de Gestão Integrada ICMBio Carajás (NGI Carajás) pelo suporte logístico em campo, pelo apoio financeiro e pela disponibilização do banco de dados de borboletas frugívoras. Aos colegas que auxiliaram nas coletas, em especial aos ex-integrantes do Grupo de Pesquisa em Insetos Sociais Amazônicos da Unifesspa (GISA): Bruno, Marina, Matheus, Mylena, Maíra e Paulo. A Amanda Dias pelo apoio na identificação de parte das formigas. Aos monitores do Programa Monitora pelo levantamento dos dados de borboletas frugívoras. Aos três revisores que contribuíram significativamente com a qualidade do manuscrito.

Referências

- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezcua S, Favila ME, et al. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biol Conserv*. 2008;141(6):1461–74.
- Fearnside PM. A floresta amazônica nas mudanças globais. Editora Inpa; 2009.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade I. Monitora - Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade Subprograma Terrestre Componente Florestal: Relatório Triênio 2014-2016. 2018.
- Murillo-Cuevas FD, Adame-García J, Cabrera-Mireles H, Fernández-Viveros JA. Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2019;6(16):23–33.
- Pérez-Espona S. *Eciton* Army Ants—Umbrella Species for Conservation in Neotropical Forests. *Diversity (Basel)* [Internet]. 2021 Mar 22;13(3):136. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-2818/13/3/136>
- Deblauwe I, Dibog L, Missoup AD, Dupain J, Van Elsacker L, Dekoninck W, et al. Spatial scales affecting termite diversity in tropical lowland rainforest: a case study in southeast Cameroon. *Afr J Ecol*. 2008;46:5–18.
- Laurance WF, Vasconcelos HL. Ecological consequences of forest fragmentation in the Amazon. *Oecologia Brasiliensis*. 2009;13(3):434–51.
- Fearnside PM. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazon*. 2006;36:395–400.
- Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade I. Proposta de criação do Parque nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás [Internet]. 2017 [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://www.gov.br/icmbio/ptbr/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidadesdebiomas/amazonia/listadeucs/parnadoscamposferruginosos>
- Ribeiro R, Siqueira-Silva DH de. First report of complete albinism in *Mazama americana* (Erxleben, 1777) in the Biological Reserve of Tapirapé, Oriental Amazon, Brazil. *Acta Sci Biol Sci* [Internet]. 2020 May 19;42:e46734. Available from: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/46734>
- Bernardo PH, Matiazzi W, Guerra-Fuentes RA. Distribution extension and distribution map of *Chiasmocleis jimi* Caramaschi and Cruz, 2001 (Amphibia: Anura: Microhylidae) and *Proceratophrys concavitympanum* Giaretta, Bernarde and Kokubum, 2000 (Amphibia: Anura: Cycloramphidae). *Check List*. 2012;8(1):152–4.
- Zuercher GL, Swarner M, Silveira L, Carrillo O. Bush dog *Speothos venaticus* (Lund, 1842). In: SilleroZubiri C, Hoffmann M, MacDonald DW, editors. *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs Status survey and conservation action plan*. Cambridge/UK: IUCN/SSC Canid Specialist Group; 2004. p. 430.
- Barbosa EP, Siewert RR, Marín MA, Machado PA, Oliveira IF, Filho JAC, et al. Description of a new genus and species of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae) from the Brazilian Amazon rainforest. *Aust Entomol* [Internet]. 2023 Aug 14;62(3):310–22. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aen.12659>
- Fittkau EJ, Klinge H. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*. 1973;5:2–14.
- Eggleton P. The State of the World's Insects. *Ann Rev Environ Resour* [Internet]. 2020 Oct 17;45(1):61–82. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-environ-012420-050035>
- Tuma J, Eggleton P, Fayle TM. Ant-termite interactions: an important but under-explored ecological linkage. *Biological Reviews* [Internet]. 2020 Jun 25;95(3):555–72. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12577>
- Hochkirch A. The insect crisis we can't ignore. *Nature* [Internet]. 2016 Nov 8;539(7628):141–141. Available from: <https://www.nature.com/articles/539141a>



18. Duffus NE, Echeverri A, Dempewolf L, Noriega JA, Furumo PR, Morimoto J. The Present and Future of Insect Biodiversity Conservation in the Neotropics: Policy Gaps and Recommendations. *Neotrop Entomol* [Internet]. 2023 Mar 14;52(3):407–21. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s13744-023-01031-7>
19. Brasil. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. *Diário Oficial da União*: seção 1, 4339 Aug 22, 2002.
20. Lamas G. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In: Heppner JB, editor. *Atlas of Neotropical Lepidoptera* 5A. Gainesville: Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers; 2004. p. 1–439.
21. Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade I. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tapirapé [Internet]. 2015 [cited 2024 Sep 9]. Available from: https://www.gov.br/icmbio/ptbr/assuntos/biodiversidade/unidadeconservacao/unidadesdebiomas/amazonia/listadeucs/rebiototapirape/arquivos/pm_rebio_tapirape_1.pdf
22. QGIS Development Team AE, others. QGIS geographic information system. Open source geospatial foundation project. Open Source Geospatial Foundation; 2019. p. 504–7.
23. Agosti D, Alonso LE. The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: Agosti D, Majer J, Alonso L, Schultz T, editors. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington DC: Smithsonian Institution Press; 2000. p. 204–6.
24. Jones DT, Eggleton P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology* [Internet]. 2000 Feb 25;37(1):191–203. Available from: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2664.2000.00464.x>
25. Canello EM, Silva RR, Vasconcellos A, Reis YT, Oliveira LM. Latitudinal variation in termite species richness and abundance along the Brazilian Atlantic Forest hotspot. *Biotropica*. 2014;46(4):441–50.
26. Dambros CS, Morais JW, Vasconcellos A, Franklin E. Defining a termite sampling protocol for ecological studies: An effective method to increase statistical power. *Eur J Soil Biol*. 2020;96:103–45.
27. Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB de, Casari SA, Constantino R. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB de, editors. Editora INPA; 2024.
28. Baccaro FB, Feitosa RM, Fernández F, Fernandes IO, Izzo TJ, Souza JLP de, et al. *Guia para os gêneros de formigas do Brasil*. Manaus: Editora INPA. Manaus: Editora INPA; 2015. 1–388 p.
29. Feitosa RM, Dias AM. An illustrated guide for the identification of ant subfamilies and genera in Brazil. *Insect Syst Evol* [Internet]. 2024 Jun 7;55(5):1–121. Available from: <https://brill.com/view/journals/ise/aop/article-10.1163-1876312X-bja10062/article-10.1163-1876312X-bja10062.xml>
30. Constantino R. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*. 2002;67:1–40.
31. Figueiredo A, Costa W, Vieira A, Dias R, Guedes R. *Monitora Carajás - Estratégia de Implementação Integrada do Programa de Monitoramento da Biodiversidade nas Unidades de Conservação de Carajás*. Parauapebas: FuntecDF; 2024. 1–47 p.
32. Garwood K, Lehman R, Carter W, Carter G. *Butterflies of Southern Amazonia*. Texas: McAllen Publishing. Search in. RiCalé Publishing; 2009. 1–373 p.
33. Santos JP, Freitas AVL, Constantino PAL, Uehara-Prado M. *Guia de identificação de tribos de borboletas frugívoras. Amazônia. Monitoramento da Biodiversidade. Monitoramento de Biodiversidade. MMA/ICMBio/GIZ. Brasíliia. Brazil. Brasília: MMA/ICMBio/GIZ; 2014.*
34. Hadley A. *CombineZP image stacking software*. Release date. 2010;6(06).
35. Whitt P. *Beginning photo retouching and restoration using GIMP*. Apress; 2014. 1–280 p.
36. Oksanen J, Simpson GL, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, et al. *vegan: Community Ecology Package* [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 26]. Available from: <https://vegandevs.github.io/vegan/>
37. Jouquet P, Dauber J, Lagerlöf J, Lavelle P, Lepage M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology* [Internet]. 2006 Jun;32(2):153–64. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0929139305001265>
38. Baretta D, Santos JCP, Segat JC, Geremia E V, Oliveira Filho LCI de, Alves M V. *Fauna edáfica e qualidade do solo*. *Tópicos Ci Solo*. 2011;8:119–70.
39. Moço MK da S, Gama-Rodrigues EF da, Gama-Rodrigues AC da, Correia MEF. *Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense*. *Rev Bras Cienc Solo* [Internet]. 2005 Jul;29(4):555–64. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000400008&lng=pt&tlng=pt
40. Jouquet P, Traoré S, Choosai C, Hartmann C, Bignell D. Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *Eur J Soil Biol* [Internet]. 2011 Jul;47(4):215–22. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1164556311000422>

41. Ashton LA, Griffiths HM, Parr CL, Evans TA, Didham RK, Hasan F, et al. Termites mitigate the effects of drought in tropical rainforest. *Science* (1979). 2019;363(6423):174–7.
42. Albuquerque EZ, Prado LP, Andrade-Silva J, Siqueira ELS, Sampaio KLS, Alves D, et al. Ants of the State of Pará, Brazil: a historical and comprehensive dataset of a key biodiversity hotspot in the Amazon Basin. *Zootaxa* [Internet]. 2021 Jul 16;5001(1):1–83. Available from: <https://mapress.com/zt/article/view/zootaxa.5001.1.1>
43. Carrijo TF. Estudo da termitofauna (Insecta, Isoptera) da região do alto Rio Madeira, Rondônia [thesis]. Universidade de São Paulo; 2013.
44. Davies RG, Hernández LM, Eggleton P, Didham RK, Fagan LL, Winchester NN. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *J Trop Ecol*. 2003;19(5):509–24.
45. DeVries P. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* [Internet]. 1997 Nov;62(3):343–64. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024406697901553>
46. DeVries P, Alexander LG, Chacon IA, Fordyce JA. Similarity and difference among rainforest fruit feeding butterfly communities in Central and South America. *Journal of Animal Ecology* [Internet]. 2012 Mar 9;81(2):472–82. Available from: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2656.2011.01922.x>
47. DeVries P. Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biological Journal of the Linnean Society* [Internet]. 1999 Nov;68(3):333–53. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002440669990319X>
48. Graça MB, Souza JLP, Franklin E, Morais JW, Pequeno PACL. Sampling effort and common species: Optimizing surveys of understory fruit-feeding butterflies in the Central Amazon. *Ecol Indic* [Internet]. 2017 Feb;73:181–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X16305714>
49. Brown KS. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *J Insect Conserv*. 1997;1:25–42.
50. Lamas G, Robbins RK, Harvey DJ. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. 1991;40:1–19.
51. Gareca Y, Blandin P. *Morpho (Morpho) helenor* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Morphinae) in Bolivia: Geographical distribution and ecological plasticity, with a description of a new subspecies. *Zootaxa* [Internet]. 2011 Dec 14;3130(1):30–56. Available from: <https://mapress.com/zt/article/view/zootaxa.3130.1.2>
52. Lewinsohn TM, Agostini K, Lucci Freitas AV, Melo AS. Insect decline in Brazil: an appraisal of current evidence. *Biol Lett* [Internet]. 2022 Aug 24;18(8):20220219. Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2022.0219>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Gestão do Conhecimento e Sociobiodiversidade das Áreas Protegidas de Carajás
n.1, 2025

<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

