



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA (ECOLOGIA)

**GRADIENTES DE PH E NUTRIENTES DO SOLO CONTROLAM
COMUNIDADES DE ANUROS EM FLORESTAS DE CASTANHAS DA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

MARIA MADALENA SALVIANO SANTANA

MANAUS, AMAZONAS

JUNHO, 2025

MARIA MADALENA SALVIANO SANTANA

**GRADIENTES DE PH E NUTRIENTES DO SOLO CONTROLAM
COMUNIDADES DE ANUROS EM FLORESTAS DE CASTANHAS DA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

**Trabalho de Dissertação
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Biologia (Ecologia) do
Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia (INPA) como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Biologia (Ecologia).**

Orientadora: Clarissa Alves da Rosa
Coorientadores: Albertina Pimentel Lima;
Carlos Eduardo Costa de Campos

MANAUS, AMAZONAS
JUNHO, 2025

Catálogo na Publicação (CIP-Brasil)

S232g Santana, Maria Madalena Salviano

Gradientes de pH e nutrientes do solo controlam comunidades de anuros em florestas de castanhas da Amazônia Oriental./ Maria Madalena Salviano Santana; orientadora Clarissa Alves da Rosa; coorientadores Albertina Pimentel Lima, Carlos Eduardo Costa de Campos. - Manaus : [s.l.], 2025.

15,18 MB

125 p. : il. color.

DOI: <https://doi.org/10.61818/ted25035>

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ecologia) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2025.

1. Fatores Edáficos. 2. Castanhais - Conservação. 3. pH do Solo, Biodiversidade. I. Rosa, Clarissa Alves da. II. Lima, Albertina Pimentel. III. Campos, Carlos Eduardo Costa de. IV. Título.

CDD 597.8



PG·ECO·INPA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



FIROoR6M6 KE fIÓS-oR6KU6Ç6O EM ECOLOoI6

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA.

Aos 27 dias do mês de junho do ano de 2025, às 09:h00min, via videoconferência, reuniu-se a Comissão Examinadora de Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: a Dr^a. **Jussara Santos Dayrell**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, a Dr^a. **Thais Helena Condez**, do Instituto Nacional da Mata Atlântica - INMA, e o Dr. **Domingos de Jesus Rodrigues**, da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, sendo os suplentes o Dr. Igor Luis Kaefer e o Dr. Sérgio Santorelli Júnior, ambos da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, sob a presidência da orientadora, a fim de proceder a arguição pública da **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** de **MARIA MADALENA SALVIANO SANTANA**, intitulada: “**GRADIENTES DE PH E NUTRIENTES DO SOLO CONTROLAM COMUNIDADES DE ANUROS EM FLORESTAS DE CASTANHAS DA AMAZÔNIA ORIENTAL**”, orientada pela Dr^a. Clarissa Alves da Rosa, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e coorientada pela Dr^a. Albertina Pimentel Lima (INPA) e pelo Dr. Carlos Eduardo Costa de Campos, da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP.

Após a exposição, o(a) discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

APROVADO (A) REPROVADO (A)
 POR UNANIMIDADE POR MAIORIA

Nada mais havendo, a presente ata foi lida, lavrada e assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

DR^a. JUSSARA SANTOS DAYRELL

Documento assinado digitalmente
gov.br JUSSARA SANTOS DAYRELL
Data: 27/06/2025 17:30:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DR^a. THAIS HELENA CONDEZ

Documento assinado digitalmente
gov.br THAIS HELENA CONDEZ
Data: 30/06/2025 09:38:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DR. DOMINGOS DE JESUS RODRIGUES

Documento assinado digitalmente
gov.br DOMINGOS DE JESUS RODRIGUES
Data: 30/06/2025 10:48:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br BEATRIZ RONCHI TELES
Data: 04/07/2025 00:15:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Coordenação PPG-ECO/INPA)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por cada gesto de cuidado,
cada renúncia silenciosa e por acreditarem
em mim antes mesmo que eu acreditasse.

À Madalena criança, por nunca desistir
do sonho de ser bióloga.

AGRADECIMENTOS

É sempre difícil resumir em palavras o quanto sou grata a todas as pessoas que fizeram parte desta trajetória. Cada uma, à sua maneira, contribuiu para que eu chegasse até aqui e espero que sintam, mesmo nas entrelinhas, minha imensa gratidão. Agradeço com carinho aos amigos de laboratório, especialmente aos mais antigos. O apoio de vocês, ainda na graduação, foi essencial para que o sonho de cursar o mestrado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) se tornasse realidade. Ao INPA, minha gratidão pela oportunidade de fazer parte de seu corpo docente, pelos ensinamentos e por me permitir conviver com pesquisadores incríveis, que antes eu conhecia apenas pelos livros, foi, sem dúvida, uma experiência única. Aos amigos que fiz em Manaus nesses dois anos — Clarice, Ricardo, Ivana, Paula, Rayssa, Carla, Marcelo e Alessandra — obrigada por serem minha família longe de casa, pelas risadas, pelos momentos de desespero compartilhado e pelas histórias inesquecíveis de campo. À minha orientadora, Dra. Clarissa Alves da Rosa, sou profundamente grata por confiar em mim este projeto, pelos ensinamentos e pelas conversas que tantas vezes me ajudaram a seguir em frente. À Dra. Albertina P. Lima, que me ensinou o verdadeiro olhar de uma pesquisadora em campo, despertando ainda mais o meu encantamento pelos anfíbios, obrigada por cada conversa e ensinamento. Ao Dr. Eduardo Costa de Campos, que me acompanha desde a graduação, sempre disposto a ajudar e esclarecer dúvidas, obrigada pela constante presença. Aos colegas do herpetolab, obrigada por toda a ajuda dentro de campo e fora dele, vocês tornaram essa caminhada muito mais leve. Agradeço também a dona Nazaré, Manoel, Dedé e Edmilson, com certeza sem vocês esse trabalho não seria possível. À Universidade Federal do Amapá, que através do suporte logístico para transporte e combustível, foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também a quem esteve ao meu lado com paciência, carinho e atenção durante toda essa jornada, em especial, Carina, Ana Luiza e Fernanda, pela companhia constante e apoio incondicional. Por fim, à minha família, minha mãe Rosa Maria, meu pai Marcos Valério e meu irmão Marcos Saulo, que sempre acreditaram no meu potencial e mesmo de longe nunca deixaram de me apoiar e oferecer suporte em todos os momentos, este trabalho e todo o mérito dele também é de vocês.

RESUMO

A amazônia, reconhecida por abrigar uma das maiores biodiversidades do planeta, desempenha um papel crucial na regulação do clima global. E entre os grupos mais sensíveis às variações ambientais, os anuros (sapos, rãs e pererecas) destacam-se por sua alta sensibilidade. Considerando esses fatores, a presente dissertação foi desenvolvida na Reserva Extrativista do Rio Cajari, no estado do Amapá, e está estruturada em dois capítulos. O primeiro capítulo analisa a influência das variáveis ambientais — Distância do igarapé, estrutura da vegetação pH e nutrientes do solo — sobre a composição e a abundância de anuros em florestas ombrófilas dominadas por castanheiras (*Bertholletia excelsa*). Para isso, os dados foram coletados entre janeiro a março de 2024, em 24 parcelas distribuídas em quatro transectos de 2,5 km, utilizando o protocolo RAPELD. A amostragem de anuros foi realizada por busca visual e auditiva nos períodos crepuscular e noturno, para a coleta das variáveis ambientais utilizamos auxílio do LiDAR portátil terrestre (LTP) para mensurar a estrutura da vegetação, enquanto as amostras de solo foram coletadas para a análise de pH e nutrientes, e a distância do igarapé foi obtida por meio de dados geoespaciais. A análise foi conduzida por meio de modelos manyGLM (pacote *mvabund*) e regressões múltiplas. Foram registradas 26 espécies, com destaque para *Allobates femoralis*, *Adenomera andreae* e *Osteocephalus oophagus*. Os resultados apontam que o pH e os nutrientes do solo atuam como os principais fatores estruturadores das comunidades, enquanto a estrutura da vegetação e a distância ao igarapé exerceram influência mais limitada. Já o segundo capítulo apresenta um guia ilustrado de identificação das espécies registradas, elaborado com linguagem acessível e voltado às comunidades locais da Resex Cajari, o material tem enfoque em educação ambiental, com o objetivo de apoiar ações de conservação e promover o ecoturismo sustentável na região, dessa forma, a dissertação destaca a relevância dos fatores edáficos na organização das comunidades de anuros amazônicos e ressalta a integração entre ciência, educação ambiental e conservação da biodiversidade.

Palavras-Chave: Fatores Edáficos, Castanhais, Conservação, pH do Solo, Biodiversidade.

ABSTRACT

The Amazon, recognised for harbouring one of the greatest biodiversities on the planet, plays a crucial role in regulating the global climate. Among the groups most sensitive to environmental variations, anurans (frogs, toads and tree frogs) stand out for their high sensitivity. Considering these factors, this dissertation was developed in the Rio Cajari Extractive Reserve, in the state of Amapá, and is structured in two chapters. The first chapter analyses the influence of environmental variables — distance from the stream, vegetation structure, pH and soil nutrients — on the composition and abundance of anurans in rainforests dominated by Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*). To this end, data collected between January and March 2024 in 24 plots distributed across four 2.5 km transects, using the RAPELD protocol. Anurans were sampled by visual and auditory search at dusk and at night. To collect environmental variables, we used portable terrestrial LiDAR (LTP) to measure vegetation structure, while soil samples were collected for pH and nutrient analysis, and distance from the stream was obtained using geospatial data. The analysis was conducted using manyGLM models (mvabund package) and multiple regressions. Twenty-six species were recorded, notably *Allobates femoralis*, *Adenomera andreae*, and *Osteocephalus oophagus*. The results point to soil pH and nutrients as the main factors structuring the communities, while vegetation structure and distance to the stream had a more limited influence. The second chapter presents an illustrated guide to identifying the recorded species, written in accessible language and aimed at the local communities of the Cajari Extractive Reserve. The material focuses on environmental education, with the aim of supporting conservation actions and promoting sustainable ecotourism in the region. Thus, the dissertation highlights the relevance of edaphic factors in the organisation of Amazonian anuran communities and emphasises the integration between science, environmental education and biodiversity conservation.

Keywords: Edaphic Factors, Chestnut Trees, Conservation, Soil pH, Biodiversity.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
OBJETIVO GERAL.....	13
REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO 1.....	15
INTRODUÇÃO.....	15
MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	32
CONCLUSÃO.....	32
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	39
CAPÍTULO 2.....	50
INTRODUÇÃO.....	50
GUIA INFORMATIVO DAS ESPÉCIES DE ANUROS DA RESERVA.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do ManyGLM mostrando o efeito de cada variável ambiental sobre a abundância das espécies. A Deviance (Dev) indica a contribuição da variável para o modelo. Valores de p significativos ($p < 0,05$) estão em negrito e marcados com um asterisco (*)25

Tabela 2 - Resultados do ManyGLM mostrando o efeito de cada variável ambiental sobre a presença/ausência das espécies. A Deviance (Dev) indica a contribuição da variável para o modelo. Valores de p significativos ($p < 0,05$) estão em negrito e marcados com um asterisco (*)..... 25

Tabela 3 - Resultados dos modelos de regressão múltipla para a abundância de *Osteocephalus oophagus*, *Adenomera andreae* e *Allobates femoralis* na Reserva Extrativista do Rio Cajari. Os coeficientes de regressão estão entre parênteses, seguidos dos respectivos valores de p. Valores significativos ($p < 0,05$) estão destacados em negrito.28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disposição dos transectos de amostragem RAPELD na Reserva Extrativista do Rio Cajari. As cores representam diferentes tipos de vegetação e a linha pontilhada a BR-15619

Figura 2 - Composição das espécies de anuros em relação ao pH do solo. As barras no gráfico ilustram a abundância relativa de cada espécie nas parcelas amostradas, indicando sua predominância ou ausência em diferentes classes de pH do solo. As barras no topo do gráfico representam o aumento do pH do solo26

Figura 3 - Composição das espécies de anuros em relação aos nutrientes do solo. As barras no gráfico ilustram a abundância relativa de cada espécie nas parcelas amostradas, indicando sua predominância ou ausência em diferentes níveis de nutrientes do solo. As barras no topo do gráfico representam o aumento nos níveis de nutrientes. . 26

Figura 4 - Representação gráfica das parciais dos resultados dos modelos de regressão múltipla para a abundância das espécies com maior incidência na Reserva Extrativista do Rio Cajari. **(A), (B), (C), (D)** parciais para *Adenomera andreae*: influência da distância do igarapé ($p= 0.033$), estrutura da vegetação ($p= 0.015$), do pH do solo ($p= 0.001$) e nutrientes do solo ($p=0.023$). **(E), (F), (G)** parciais para *Allobates femoralis*: estrutura da vegetação ($p= 0.050$), pH do solo ($p= 0.003$), nutrientes do solo ($p=0.014$). **(I), (H)** parciais para *Osteocephalus oophagus*: influência da distância do igarapé ($p= 0.043$) e estrutura da vegetação ($p= 0.009$). As linhas representam os ajustes dos modelos de regressão.....29

INTRODUÇÃO GERAL

A compreensão dos fatores que moldam a distribuição e abundância das espécies é um dos pilares da ecologia moderna, especialmente em regiões de alta biodiversidade como a amazônia (Fava et al. 2023). Essa floresta, que abriga cerca de 10% das espécies conhecidas do planeta, exerce um papel central na regulação climática global e na manutenção de processos ecológicos vitais (Andrews et al. 2022). O Brasil, abriga aproximadamente 60% da Amazônia, e possui a maior diversidade de anfíbios do mundo, com mais de 1.100 espécies da ordem Anura (sapos, rãs e pererecas) (Frost et al. 2024). Essa grande quantidade de anuros na região amazônica está diretamente associada à heterogeneidade ambiental e à variedade de habitats encontrados nesse ambiente, tornando esse grupo especialmente útil para estudos ecológicos com foco em conservação (Moreno et al. 2024).

A fisiologia dos anuros, caracterizada pela pele altamente permeável e pela dependência de ambientes úmidos, torna esses organismos particularmente sensíveis às alterações nas condições ambientais (Torralvo et al. 2021). Por isso, são amplamente reconhecidos como importantes bioindicadores da qualidade ambiental (Prestes et al. 2019). Na Amazônia, mudanças climáticas e pressões antrópicas — como desmatamento, degradação de habitats e contaminação de corpos d'água — afetam diretamente as populações de anuros, com impactos negativos sobre a biodiversidade em múltiplas escalas (Luedtke et al. 2023).

Compreender como esses impactos influenciam a estrutura das comunidades de anuros exige uma abordagem fundamentada nos processos ecológicos que regulam a distribuição das espécies e a composição dessas comunidades, sendo geralmente moldadas por mecanismos como a filtragem ambiental, que favorece espécies mais adaptadas às condições locais (Zobel et al. 2018; Torralvo et al. 2021). Diante da grande heterogeneidade ambiental da região, a diversidade de habitats promove uma ampla gama de nichos ecológicos, o que influencia diretamente a ocorrência e a abundância das espécies (Fonte et al. 2021). Assim, compreender esses processos é essencial para identificar os

principais fatores que estruturam a biodiversidade local e orientar estratégias de conservação em ecossistemas particularmente sensíveis às mudanças ambientais globais.

No contexto amazônico, o estado do Amapá destaca-se como uma área estratégica para estudos ecológicos, devido à sua diversidade de formações vegetais, como florestas de terra firme, de várzea e zonas de transição entre diferentes tipos de cobertura, essa heterogeneidade ambiental favorece uma elevada riqueza biológica, especialmente da herpetofauna. (Taucce et al. 2020; Souza et al. 2021; Oliveira-Filho et al. 2024). Inserida nesse cenário, a Reserva Extrativista do Rio Cajari, localizada no sul do estado, representa uma área protegida de grande relevância ecológica e social, essas reservas, têm como princípio a conciliação entre a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais, que desempenham papel fundamental na proteção dos ecossistemas locais e nesse contexto, o fortalecimento do vínculo entre ciência, conservação e comunidades torna-se essencial (Cunha 2001). Iniciativas que promovem o conhecimento e a valorização da fauna local como a produção de materiais educativos e guias ilustrados de identificação de espécies contribuem para a educação ambiental, estimulam o ecoturismo e reforçam o engajamento das populações residentes na gestão e conservação da biodiversidade (Cunha 2001; Torralvo et al. 2021).

Diante disso, este trabalho está estruturado em dois capítulos. No primeiro capítulo, é investigada a composição das comunidades de anuros na Reserva Extrativista do Rio Cajari (Resex Cajari), com foco nos efeitos de variáveis ambientais, pH e nutrientes do solo, estrutura da vegetação e distância ao igarapé, sobre a ocorrência e abundância das espécies, com o objetivo de compreender os mecanismos ecológicos que moldam as comunidades locais e regionais, oferecendo subsídios para estratégias de conservação mais eficazes. No segundo capítulo, descrevemos a elaboração de um guia ilustrado para identificação das espécies de anuros registradas na área de estudo, tendo como público-alvo principal a comunidade local. Desenvolvido com linguagem acessível e recursos visuais informativos, o guia tem como objetivo comunicar os resultados da nossa pesquisa para as comunidades da Resex Cajari, contribuindo com o conhecimento científico das comunidades locais, buscando incentivar práticas de educação ambiental e fomentar o ecoturismo sustentável, o guia, será diagramado e transformado em PDF, para ser

disponibilizado à comunidade, contribuindo, assim, para o fortalecimento da conservação da biodiversidade regional.

OBJETIVO GERAL

Explorar como as características ambientais moldam os padrões de composição e abundância de anuros em áreas com densas populações de castanheiras na Reserva Extrativista do Rio Cajari, no estado do Amapá.

REFERÊNCIAS

Andrews, L., Bachman, R., & Fernandez, S. P. (2022). LIVING ON WATER: Amphibious communities in the Amazon Rainforest. In *The Routledge Handbook of Sustainable Cities and Landscapes in the Pacific Rim* (pp. 350-360). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781003033530-31>.

Cunha, L. H. de O. (2001). *Reservas Extrativistas: Uma Alternativa de Produção e Conservação da Biodiversidade*. São Paulo: NUPAUB/ USP. Retirado de: <http://www.usp.br/nupaub/resex.pdf>.

Fava FG, Alves-Ferreira G, da Paixão IB, Mello M, Nomura F (2023) Spatial scale affects the importance of deterministic and stochastic factors in the structuring of tadpole assemblages in Brazilian Cerrado. *Canadian Journal of Zoology*, 101(10), 848-858. <https://doi.org/10.1139/cjz-2022-0181>.

Frost DR (2024) *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.2 (Date of Access). American Museum of Natural History, New York. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>.

Fonte LFMD, Latombe G, Gordo M, Menin M, de Almeida AP, Hui C, Lötters S (2021) Amphibian diversity in the Amazonian floating meadows: a Hanski core-satellite species system. *Ecography*, 44(9), 1325-1340. <https://doi.org/10.1111/ecog.05610>.

Moreno E, Pequeno P, Santorelli Junior S, Ferrão M, Lima AP, Magnusson WE (2024) How environmental factors affect the abundance and distribution of two congeneric

species of Amazonian frogs. *Biotropica*, 56(1), 28-35. <https://doi.org/10.1111/btp.13272>.

Prestes RM, Vincenci KL (2019) Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental / Bioindicators as environmental impact assessment. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2(4), 1473–1493. Recuperado de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258>.

Luedtke JA, Chanson J, Neam K, Hobin L, Maciel AO, Catenazzi A et al (2023) Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, 622(7982), 308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>.

Oliveira Filho J. (2024) Climate change research in dry environments of South America: evolution, current state, and future directions. *J Soils Sediments* 24, 3013–3027. <https://doi.org/10.1007/s11368-024-03855-1>.

Souza FC, Da Silva ALF, Dos Anjos CS, Estevinho TF, De Oliveira Lisboa M, Menin M (2021) New anomaly records in anurans, with a review for Brazil. *Herpetology Notes*, 14, 31-41.

Taucce PP, Costa-Campos CE, Haddad CF, De Carvalho TR (2020) A new Amazonian species of the diminutive frog genus *Adelophryne* (Anura: Brachycephaloidea: Eleutherodactylidae) from the state of Amapá, northern Brazil. *Copeia*, 108(4):746-757 <https://doi.org/10.1643/CH-19-254>.

Torralvo K, De Fraga R, Lima AP, Dayrell J, Magnusson WE (2022) Environmental filtering and deforestation shape frog assemblages in Amazonia: An empirical approach assessing species abundances and functional traits. *Biotropica*, 54(1), 226-238. <https://doi.org/10.1111/btp.13053>.

Zobel M, Van Wagenveld TP, Madden H, Van den Burg MP (2018). Orange-bellied racer (*Alsophis rufiventris*); diet and arboreality. *The Herpetological Bulletin*, 144, 26-28.

Gradientes de pH e nutrientes do solo controlam comunidades de anuros em florestas de castanhas da amazônia oriental

Maria Madalena Salviano Santana^{1*}, Albertina Pimentel Lima¹, Sergio Santarelli¹, Patrick Ribeiro Sanches², Carlos Eduardo Costa Campos³, Clarissa Alves da Rosa¹.

^{1*} Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, 69067-375, Manaus, Amazonas, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (Rede-BIONORTE), Universidade Federal do Amapá. Campus Marco Zero do Equador, 68903-419, Macapá, Amapá, Brasil.

³ Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Herpetologia, Rodovia Juscelino Kubitschek Km 02, 68903-419, Macapá, Amapá, Brasil.

Resumo. Este estudo investigou como variáveis ambientais — distância dos igarapés, estrutura da vegetação e pH e nutrientes solo — influenciam a composição e a abundância de anuros em florestas de densas populações de castanheiras-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) na Reserva Extrativista do Rio Cajari (Resex Cajari), no estado do Amapá. Os dados foram coletados entre janeiro e março de 2024, utilizando o método RAPELD, com 24 parcelas distribuídas ao longo de quatro trilhas de 2,5 km. Os anuros foram amostrados por meio de busca visual e auditiva ao entardecer e durante a noite. A estrutura da vegetação foi mensurada utilizando LiDAR terrestre portátil (LTP), o solo foi coletado e levado para análise de pH e nutrientes, e a distância até o igarapé foi determinada com base em dados geoespaciais. Nossos resultados confirmam que as variáveis edáficas, especialmente o pH e os nutrientes do solo, são os principais determinantes da estrutura das assembleias de anuros, superando os efeitos da vegetação e da proximidade de corpos d'água. Espécies como *Lithodytes lineatus* e *Leptodactylus mystaceus* representam os “extremos” da tolerância à acidez, *Allobates femoralis* atua como generalista ao longo de todo o gradiente, enquanto *Adenomera andreae* e *Osteocephalus oophagus* foram mais abundantes em áreas próximas ao igarapé e com

vegetação menos densa. Embora variáveis estruturais e hidrológicas também influenciem a abundância das espécies dominantes, o pH e os nutrientes do solo se mostraram determinantes consistentes tanto da composição quanto da abundância de espécies na escala de paisagem amostrada. Os resultados deste estudo destacam o papel central das variáveis edáficas na estruturação das assembleias de anuros em florestas de castanheiras.

Palavras-Chave: Castanheiras, Atributos edáficos, Biodiversidade, Comunidades, Ecologia.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos padrões de distribuição e diversidade biológica é essencial para desvendar os processos ecológicos que estruturam as comunidades e sustentam os ecossistemas (Hamer et al. 2021), especialmente em regiões mega diversas como a amazônia. Em um cenário de mudanças ambientais globais, esse conhecimento torna-se ainda mais crucial para orientar estratégias eficazes de conservação (Luedtke et al. 2023). A ocorrência e abundância das espécies resultam da interação entre fatores estocásticos — como a história evolutiva e biogeográfica — e fatores determinísticos, associados às condições ambientais locais (Martins et al. 2016; Fonte et al. 2021; Fava et al. 2023; Xuelian He et al. 2021). Estes últimos refletem a capacidade adaptativa das espécies frente às variações ambientais e tendem a ser particularmente relevantes para grupos sensíveis às condições do habitat, como os anuros (Arce et al. 2024). Devido à sua dependência de ambientes úmidos, os anuros não apenas respondem fortemente às mudanças ambientais, como também se destacam como bioindicadores eficazes, sendo amplamente utilizados em estudos de ecologia de comunidades com foco em conservação (Ribeiro et al. 2018; Torralvo et al. 2022; Moreno et al. 2024).

A diversidade de anuros na amazônia reflete a complexa interação entre a história evolutiva das espécies e a heterogeneidade ambiental local. Essa diversidade é particularmente sensível a fatores abióticos como disponibilidade hídrica, estrutura da vegetação e características do solo (Menin et al. 2007; Landeiro et al. 2014; Ribeiro et al. 2012; Mathwin et al. 2021). Entre esses fatores, os atributos edáficos, incluindo pH,

concentração de nutrientes e textura, têm emergido como importantes filtros ambientais capazes de modular a composição e abundância das assembleias de anfíbios (Rojas-Ahumada et al. 2012; Hocking et al. 2014; Alvarez-Grzybowska et al. 2020).

Estudos em diferentes regiões amazônicas demonstram que solos ácidos e pobres em nutrientes, especialmente aqueles derivados de formações geológicas antigas, impõem restrições fisiológicas significativas à fauna de anuros, limitando a diversidade e favorecendo espécies com maior tolerância ecológica (Vacher et al. 2020). Por outro lado, ambientes com solos mais férteis ou com maior teor de argila tendem a apresentar maior diversidade taxonômica, indicando que a fertilidade edáfica pode atuar como um dos principais determinantes da estrutura das comunidades (Deichmann et al. 2011; Ferreira et al. 2018). Esses padrões sugerem que, em escalas regionais, a variabilidade do solo pode ser tão ou mais importante que a cobertura vegetal na definição da composição local de espécies.

Ainda assim, fatores relacionados à estrutura do hábitat, como a vegetação e a presença de corpos d'água, também desempenham um papel importante na determinação da diversidade e distribuição de anuros (Menin et al. 2011; Ribeiro-Jr et al. 2012; Torralvo et al. 2022). A estrutura da vegetação exerce forte influência sobre essas comunidades ao regular o microclima e manter níveis de umidade favoráveis à permanência desses animais (Burrow & Maerz 2022). Já a proximidade de corpos d'água, como os igarapés, aumentam a umidade e estabilizam a temperatura, criando condições mais adequadas para a sobrevivência e reprodução de muitas espécies (Menin et al. 2011; Ribeiro-Jr et al. 2012). Nessas áreas, o número de espécies tende a ser maior, já que muitos anuros dependem dessas condições para completar seus ciclos reprodutivos e manter a homeostase (Uzarski et al. 2009; Ribeiro-Jr et al. 2012).

Apesar dos avanços, poucas pesquisas abordaram essas relações em florestas com densas populações *Bertholletia excelsa*, como as encontradas na Reserva Extrativista do Cajari (Resex Cajari), no estado do Amapá. Esses ambientes, manejados por populações tradicionais, combinam alta relevância socioeconômica com características ambientais particulares, sendo, portanto, modelos interessantes para entender como fatores naturais moldam a biodiversidade em sistemas extrativistas (Texeira et al. 2018). Além disso, a

ausência de informações detalhadas sobre como atributos edáficos, vegetacionais e hidrológicos influenciam os anuros nessas florestas representa uma lacuna importante na ecologia da conservação amazônica.

Diante disso, este estudo investigou como a distância de igarapés, a estrutura da vegetação, o pH e a fertilidade do solo influenciam a composição e a abundância de anuros em florestas com densas populações de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) na Resex Cajari. Com base em dados coletados entre janeiro a março de 2024, por meio do protocolo RAPELD, buscamos identificar os principais fatores estruturantes das assembleias locais. Partimos do princípio de que a vegetação densa proporciona maior umidade e abrigo; que solos com pH equilibrado e alta disponibilidade de nutrientes favorecem tanto a produtividade das plantas quanto a diversidade de invertebrados, o que, por sua vez, aumenta a oferta de micro-habitats e recursos alimentares para os anuros; e que a proximidade de corpos d'água permanentes cria condições favoráveis para a reprodução dos anuros. Com base nisso, nossa hipótese é que esses fatores atuam como importantes filtros ambientais para a estruturação das comunidades de anuros tropicais e que eles afetam a composição das espécies e promovem maior abundância em ambientes com maior disponibilidade de recursos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Nosso estudo foi realizado na Resex Cajari, no extremo sul do Amapá, uma unidade de conservação de uso sustentável que permite a exploração da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) pelas comunidades locais. A Resex Cajari é cortada pela BR-156, que liga os municípios de Laranjal do Jari e Macapá. A reserva é influenciada pelo Rio Cajari e drenada pelas bacias dos rios Cajari e Ajuruxí, além de outros pequenos igarapés (MMA 2016; ISA 2016). O clima é sazonal, com estação seca de julho a novembro e chuvosa de dezembro a junho e a temperatura média é de 25°C, com máximas de 31°C e mínimas de 20°C (MMA 2016).

A vegetação predominante é composta por diferentes formações de florestas ombrófilas, incluindo floresta ombrófila densa das terras baixas (até 100 metros de

altitude), floresta ombrófila densa submontana (entre 100 e 300 metros de altitude) e floresta ombrófila aberta submontana, caracterizada por menor densidade do dossel e maior luminosidade no sub-bosque (Ibama 2021), todas essas essas formações vegetais abrigam populações densas de castanheiras (*Bertholletia excelsa*), espécie nativa de grande importância ecológica, cultural e econômica para a região (Ibama 2021). Também ocorrem manchas de savana, nas formas de savana arborizada e savana parque, que variam na densidade de árvores e na luminosidade do sub-bosque. Realizamos nossas amostragens em quatro transectos de 2,5 km, distribuídos ao longo de 30 km da BR-156, em áreas de floresta ombrófila submontana (densas e abertas) com predominância de castanha-do-Brasil (Figura 1).

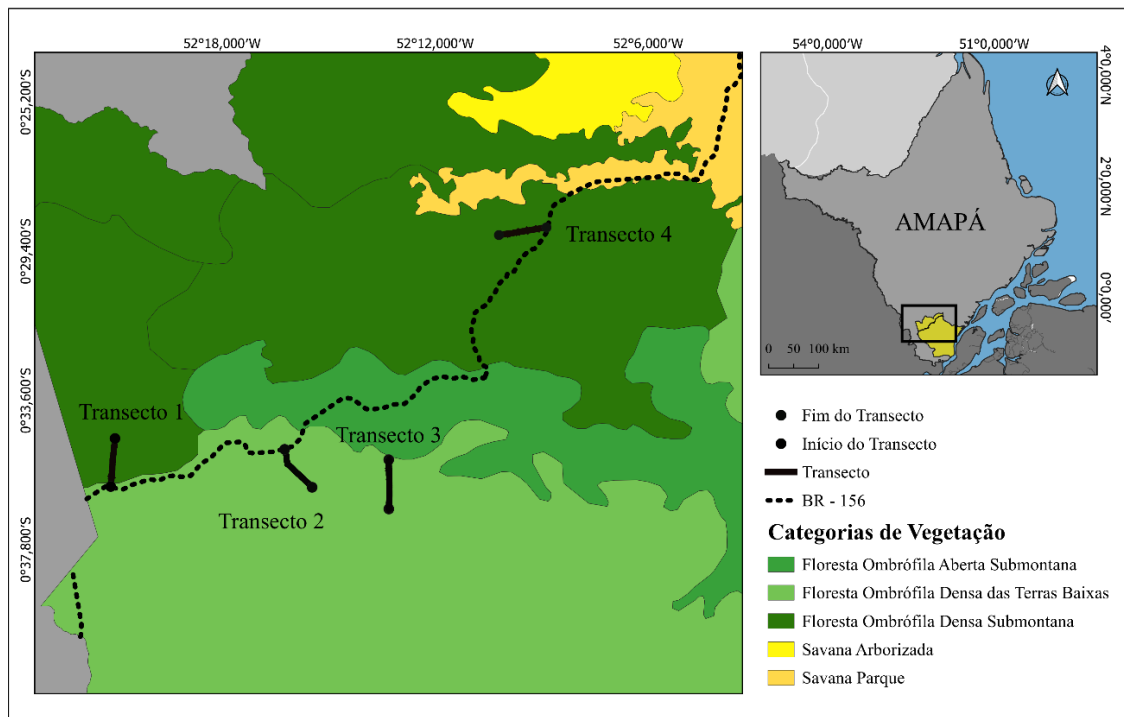


Figura 1 - Disposição dos transectos de amostragem RAPELD na Reserva Extrativista do Rio Cajari. As cores representam diferentes tipos de vegetação e a linha pontilhada a BR-156.

Amostragem de anuros

Nosso estudo foi baseado no método RAPELD (Avaliação Rápida de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração) descrito por Magnusson et al. (2005; 2013), com algumas

adaptações. O protocolo original utiliza parcelas de 250 metros de comprimento dispostas ao longo de curvas de nível, com espaçamento de aproximadamente 1 km entre elas. No entanto, no nosso caso, instalamos seis parcelas de 250 metros em cada transecto, distribuídas uniformemente a 500 metros de distância uma da outra, totalizando 24 parcelas de amostragem. Essa distância ainda é considerada suficiente para garantir a independência das unidades amostrais para anuros (Dayrell et al. 2021).

Amostramos os anuros durante a estação chuvosa (janeiro-março) de 2024, período correspondente ao pico de atividade reprodutiva da maioria das espécies de anuros na região (Pedroso et al. 2020). Realizamos a amostragem de todas as parcelas sempre com dois observadores e em dois períodos do dia. A primeira amostragem foi durante o crepúsculo (16:30h e 18:30h), para que fosse possível detectar espécies com atividades nos períodos diurno e crepuscular; e a segunda amostragem no período noturno (19:30h e 23:00h), para detectar espécies com períodos de atividade noturna.

Realizamos a amostragem por busca visual e auditiva (Heyer *et al.*, 1994), seguindo Dayrell et al. (2021) e Pereira et al. (2021) para amostragem de anuros em parcelas RAPELD. Para a amostragem visual percorremos os 250 m da parcela e, a cada 10 m, observamos na horizontal a serrapilheira, troncos e galhos caídos até cinco metros em ambos os lados da trilha, e na vertical observamos troncos e galhos até cinco metros de altura. Simultaneamente, realizamos a amostragem auditiva que consistiu na gravação das vocalizações com microfone Sennheiser ME67 e gravador digital Marantz PMD670 (44 kHz e 16 bits) em um raio de 50 metros. O tempo de amostragem por parcela variou entre 30 minutos para o período crepuscular e 50 minutos para o período noturno. Para a contagem de abundância utilizamos o registro de um indivíduo por espécie para cada segmento de 10 m, sendo considerado o número máximo de 25 indivíduos por parcela para o comprimento total de 250 m. Essa padronização visou controlar a variação no número de indivíduos entre as espécies, causada principalmente pelas múltiplas vocalizações e pela alta abundância de espécies de pequeno porte, como as *Adenomera* spp. (Dayrell et al. 2021; Pereira et al. 2021).

Coletamos exemplares testemunhos (máximo de três indivíduos por espécie) das espécies registradas, eutanasiados com anestésico a base de lidocaína. Antes da fixação, retiramos uma amostra de tecido que foram preservadas em álcool 99%. Posteriormente fixamos os indivíduos em formol 10% por 24 horas e estocamos em álcool etílico diluído

a 70%. Identificamos todas as espécies com base na literatura (ex., Lima et al. 2006), para *Leptodactylus* do grupo *petersii*, (Carvalho et al. 2021), para os Bufonidae (Pereyra et al. 2021), para as Boanas do grupo *Semilineata* (Caminer & Ron 2020), para os Dendrobatideos (Grant et al. 2017), para as Phyllomedusas (Almeida-Silva et al. 2024) e por comparações com exemplares depositados na coleção herpetológica do laboratório de herpetologia da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Realizamos as coletas sob licença SISBIO número 91132-1 emitida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA-ICMBio).

Coleta das variáveis ambientais

Para representar a heterogeneidade local onde os transectos estão distribuídos medimos as seguintes variáveis ambientais em cada parcela: **(1)** distância do igarapé, **(2)** estrutura da vegetação, **(3)** pH do solo e **(4)** nutrientes do solo.

Calculamos a distância até o igarapé mais próximo utilizando a distância euclidiana entre o centro de cada parcela e a margem do igarapé, com base em mapas topográficos de 30 m de resolução obtidos no USGS Earth Explorer. Para isso, utilizamos o software QGIS 3.16.2, com a ferramenta Qchainage, aplicado a shapefiles de hidrografia provenientes de repositórios públicos (MMA, 2006), conforme descrito por Venticinque et al. (2016) e Torralvo et al. (2022).

Amostramos a estrutura de vegetação em cada parcela utilizando um equipamento LiDAR Terrestre Portátil (LTP) (Beland et al. 2019), onde a distância entre o emissor e os objetos imageados é determinada a partir do tempo entre a emissão e retorno do feixe laser, produzindo uma nuvem de retornos bidimensionais. Para amostragem, fixamos o LTP com visada vertical (ao zénite), em um gimbal portátil e mantido a um metro acima do chão. Esse sistema foi carregado por um operador em deslocamento horizontal e em velocidade constante. Um segundo observador ficou responsável por operar o computador portátil do equipamento, além de auxiliar o primeiro observador com a manutenção da velocidade constante com auxílio de um metrônomo sonoro. Com isso foi possível manter a velocidade de movimento horizontal mantendo o erro inferior a 5%. Após a coleta, processamos os dados brutos para remover ruídos, classificar retornos e normalizar as alturas. Em seguida, extraímos as métricas relacionadas à estrutura da vegetação, incluindo (altura máxima

registrada, altura máxima suavizada, altura média máxima, altura média suavizada, proporção de disparos que atingiram o céu, proporção cumulativa de disparos que atingiram o céu, fração de abertura do dossel a 5m, 10m e 15m de altura, índice de área foliar total, índice de área foliar entre 0 e 15 metros e índice de área foliar acima de 15 metros).

Posteriormente, resumimos os dados e, com base na literatura (Wischmeyer et al. 2024), selecionamos as métricas que melhor representavam a estrutura da vegetação e que são consideradas importantes para a sobrevivência dos anfíbios, como: altura máxima e média, altura máxima suavizada e altura média suavizada, que afetam regulação térmica e umidade, e o índice de área foliar que reflete a densidade da vegetação, importante para a retenção de umidade e temperatura. Avaliamos a colinearidade das cinco variáveis escolhidas, referentes à estrutura da vegetação utilizando o Fator de Inflação de Variância (VIF) para verificar a presença de correlação entre elas (Ver tabelas S1 a S5 - material suplementar). Como não houve correlação significativa entre as métricas de estrutura da vegetação, aplicamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) com o objetivo de sintetizar essa variação em um único índice. Selecionamos o primeiro componente principal (PC1), que explicou a maior parte da variância entre as métricas, como um índice representativo denominada “estrutura da vegetação” (ver tabela S6 – material suplementar). Realizamos todas as análises no software R, versão 4.4.3 (R Core Team, 2025), utilizando os pacotes *lidR*, *raster*, *sf*, *ggplot2* e *dplyr/tidyverse*.

O pH do solo foi determinado a partir de amostras compostas de solo coletados em cada parcela. Com auxílio de um trado holandês, coletamos a cada 50 m, iniciando do ponto zero, seis amostras na profundidade de 0-10 cm por parcela. Em laboratório, as seis amostras foram misturadas para compor a amostra composta de cada parcela, e uma subamostra foi retirada para a medida do pH (Sanches et al. 2022; Pereira et al. 2021). Os valores do pH foram obtidos por uma solução de solo seco moído com água destilada e medido com um pHmetro, seguindo os métodos descritos em Embrapa Solos (1999).

Os nutrientes do solo foram calculado através da soma de bases trocáveis (SB) calculada a partir da quantificação dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} extraídos com solução de acetato de amônio 1 mol/L (pH 7), conforme metodologia descrita pela Embrapa (1999). As concentrações foram expressas em cmolc/kg e somadas de acordo com a fórmula: $(\text{SB}=\text{Ca}^{2+} +\text{Mg}^{2+} +\text{K}^{+})$.

ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar o efeito das variáveis ambientais na composição e abundância de espécies de anuros primeiramente analisamos a multicolinearidade entre todas as variáveis ambientais candidatas à inclusão no modelo com base nos valores de VIF (Variance Inflation Factor) e Tolerância, calculados por meio da função `ols_coll_diag ()` do pacote *olsrr* (Hebbali 2020). Adotamos como referência $VIF > 10$ e Tolerância $< 0,1$ como indicativos de colinearidade. Os resultados não indicaram correlação entre os preditores, permitindo a manutenção de todas as variáveis no modelo (Ver tabelas S7 a S10 - material suplementar).

Para a análise da composição, utilizamos a extensão multivariada dos modelos lineares generalizados (manyGLM) (Wang et al. 2012), implementada no pacote *mvabund* (David et al. 2017). Essa abordagem permite modelar simultaneamente as abundâncias de múltiplas espécies como respostas, por meio do ajuste de um modelo GLM separado para cada espécie, mas dentro de uma estrutura conjunta que considera a dependência entre elas. Para isso nos baseamos na abundância das espécies com base em uma matriz que reuniu o número de indivíduos de cada espécie em cada parcela. Essa abordagem permitiu avaliar se as variáveis ambientais explicam mudanças significativas na comunidade, considerando a resposta conjunta das espécies e as possíveis correlações entre elas. Avaliamos também a distribuição das espécies por meio de uma matriz de presença/ausência que permite detectar padrões relacionados à ocorrência das espécies. Os modelos foram ajustados considerando como variáveis predictoras: distância ao igarapé, estrutura da vegetação, pH e nutrientes do solo. Para reduzir vieses e minimizar o impacto de registros únicos, nas análises com a matriz de abundância, consideramos apenas as espécies registradas em três ou mais parcelas. No entanto, também realizamos análises alternativas, incluindo todas as espécies registradas em todas as parcelas, além de análises que excluam as espécies encontradas em apenas uma ou duas parcelas (Ver tabelas S12 a S16 - material suplementar). Testamos o efeito das variáveis ambientais com a função `anova.manyglm`, que utiliza permutações para preservar a correlação entre as espécies. Os valores de p foram calculados com 999 bootstraps.

Utilizamos regressão múltipla para testar o efeito das variáveis ambientais

(distância do igarapé, estrutura da vegetação, pH e nutrientes do solo) na abundância das três espécies de anuros mais representativas na amostragem — *Allobates femoralis*, *Adenomera andreae* e *Osteocephalus oophagus*. A escolha dessas espécies se deu por sua alta representatividade na amostragem, o que garante maior robustez estatística às análises individuais, permitindo identificar possíveis preferências ecológicas ou tolerâncias diferenciadas entre as espécies. Para facilitar a interpretação dos resultados, utilizamos a função *visreg* para gerar gráficos que mostram o efeito de cada variável ambiental sobre a abundância, removendo o efeito das demais variáveis incluídas no modelo. Foram apresentados apenas os gráficos para as variáveis com significância estatística ($p < 0,05$) enquanto os gráficos das variáveis não significativas estão disponíveis no material suplementar (Ver figura S1 - material suplementar). Conduzimos todas as análises estatísticas no software R, versão 4.4.3 (R Core Team, 2025).

RESULTADOS

Registramos 26 espécies de anuros na Resex Cajari, distribuídas em sete gêneros e sete famílias taxonômicas, sendo Leptodactylidae e Bufonidae as famílias mais representativas, com sete e seis espécies respectivamente (Ver tabela S11 - material suplementar). *Allobates femoralis* (N = 270), *Adenomera andreae* (N = 97) e *Osteocephalus oophagus* (N = 80) foram as espécies mais abundantes na amostragem, ocorrendo de forma consistente ao longo de todos os transectos amostrados. Já outras seis espécies (*Ameerega hahneli*, *Ranitomeya variabilis*, *Leptodactylus mystaceus*, *Leptodactylus pentadactylus* e *Leptodactylus rhodomystax*) foram representadas por apenas um indivíduo.

A composição de espécies, com base na matriz de abundância, indicou que o pH ($p = 0,033$) e os nutrientes do solo ($p = 0,029$) influenciaram significativamente a distribuição no número de indivíduos por espécie (Tabela 1). Enquanto algumas espécies foram exclusivas de solos com pH mais ácido ($pH < 3.0$), como *Lithodytes lineatus* e *Leptodactylus rhodomystax*, outras ocorreram apenas em solos menos ácido ($pH > 4.3$), como *Leptodactylus mystaceus* e *L. pentadactylus* (Figura 2). Já espécies como *Allobates femoralis* ocorreram ao longo de todo o gradiente de pH do solo (Figura 2). Um padrão semelhante foi observado em relação aos nutrientes do solo: espécies como *Leptodactylus*

petersii e *Pristimantis zeuctotylus* estiveram presentes em solos mais ricos em nutrientes, enquanto *Rhinella martyi* e *Ameerega hahneli* foram mais comuns em áreas com solos menos nutritivos (Figura 3). Entretanto, a análise da distribuição de espécies com base na matriz de presença/ausência indicou que apenas os nutrientes do solo, tiveram efeito significativo sobre a composição ($p = 0,002$) (Tabela 2).

Tabela 1 - Resultados do ManyGLM mostrando o efeito de cada variável ambiental sobre a abundância das espécies. A Deviance (Dev) indica a contribuição da variável para o modelo. Valores de p significativos ($p < 0,05$) estão em negrito e marcados com um asterisco (*).

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	20.28	P = 0.080
Estrutura da Vegetação	37.19	P = 0.123
Ph do Solo	29.53	P = 0.033*
Nutrientes do Solo	22.65	P = 0.029*

Tabela 2 - Resultados do ManyGLM mostrando o efeito de cada variável ambiental sobre a presença/ausência das espécies. A Deviance (Dev) indica a contribuição da variável para o modelo. Valores de p significativos ($p < 0,05$) estão em negrito e marcados com um asterisco (*).

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	49.13	P = 0.128
Estrutura da Vegetação	31.29	P = 0.383
Ph do Solo	47.50	P = 0.086
Nutrientes do Solo	71.81	P = 0.002*

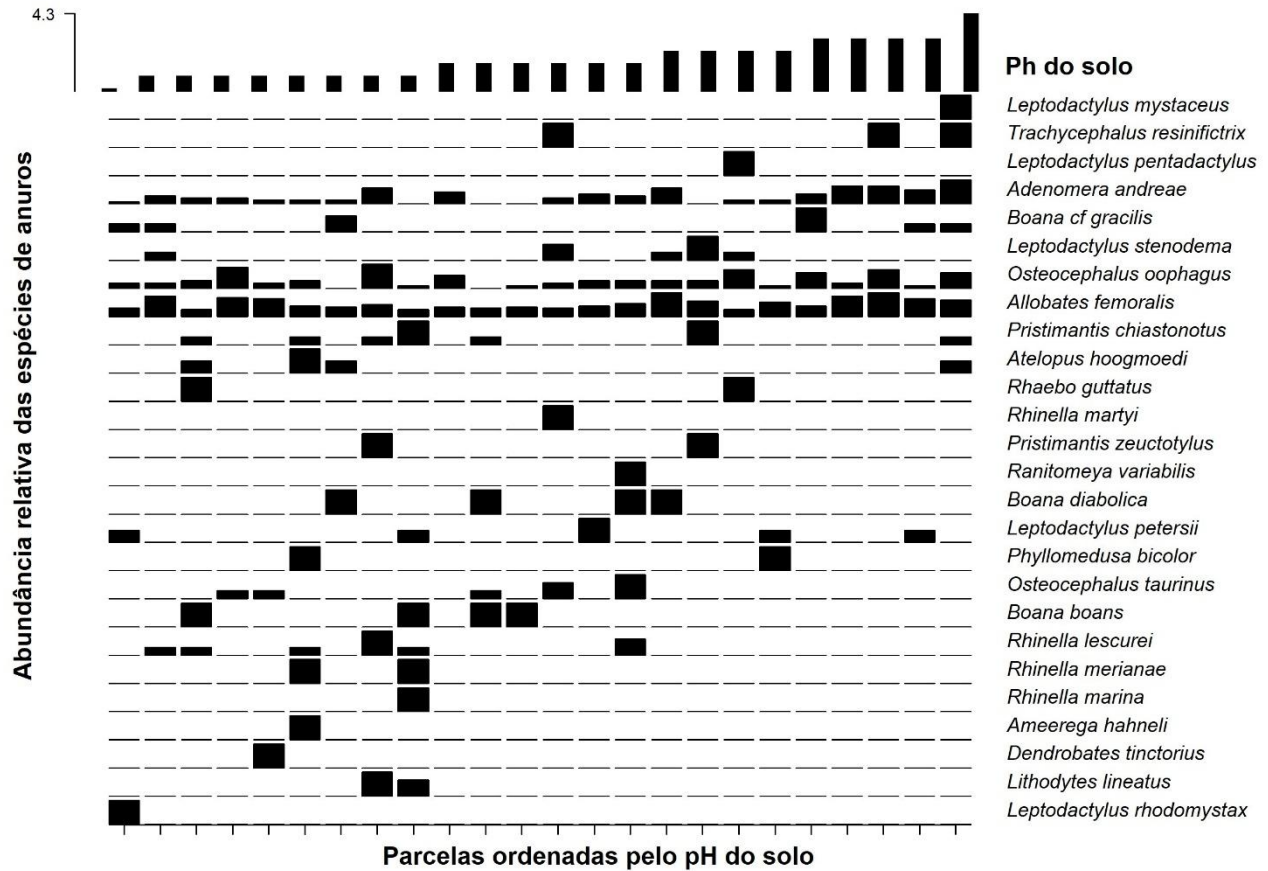


Figura 2 - Composição das espécies de anuros em relação ao pH do solo. As barras no gráfico ilustram a abundância relativa de cada espécie nas parcelas amostradas, indicando sua predominância ou ausência em diferentes classes de pH do solo. As barras no topo do gráfico representam o aumento do pH do solo.

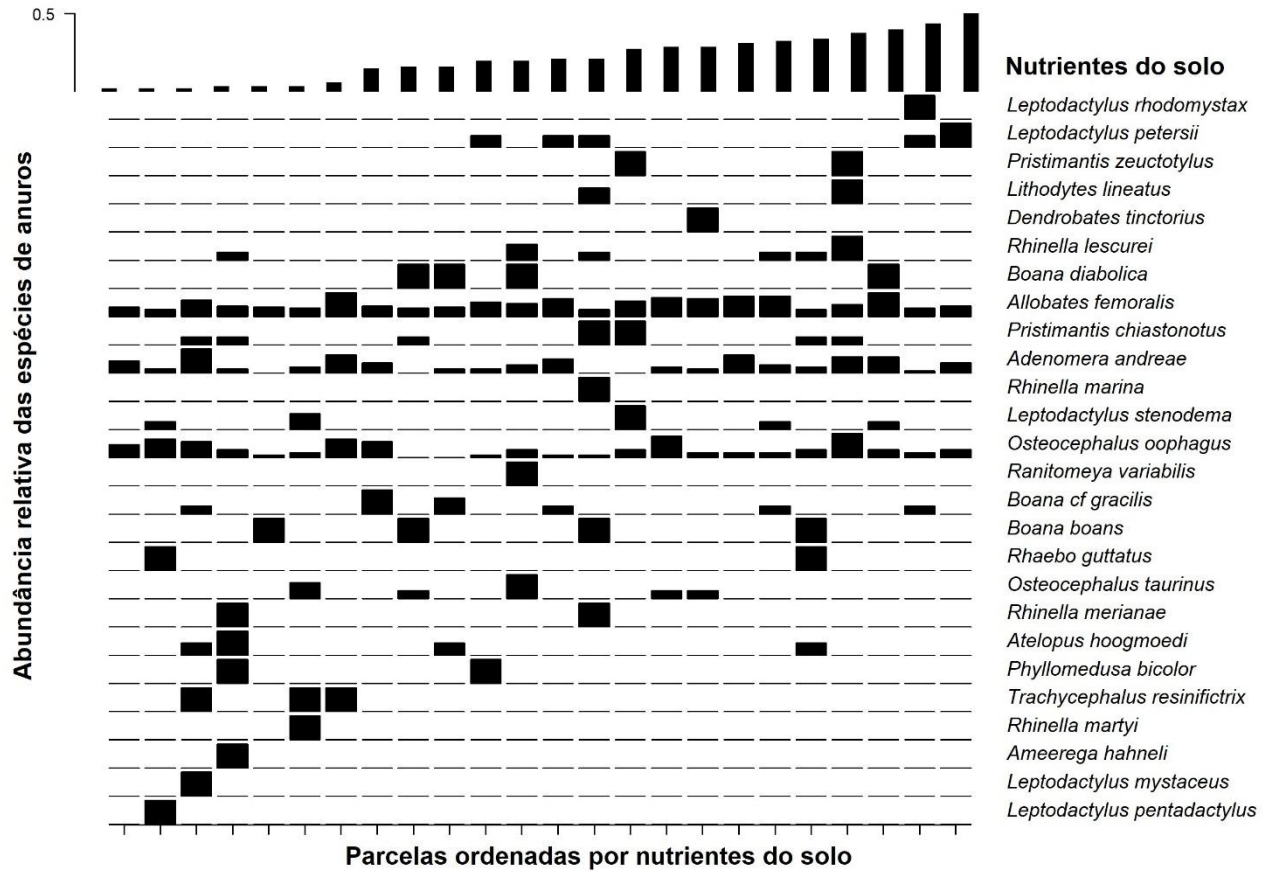


Figura 3 - Composição das espécies de anuros em relação aos nutrientes do solo. As barras no gráfico ilustram a abundância relativa de cada espécie nas parcelas amostradas, indicando sua predominância ou ausência em diferentes níveis de nutrientes do solo. As barras no topo do gráfico representam o aumento nos níveis de nutrientes.

A abundância das três espécies mais registradas variou em relação as variáveis ambientais. O modelo de regressão múltipla explicou 66% da variação na abundância de *Adenomera andreae* ($R^2 = 0,662$; $F_{4,19} = 9,33$; $p = 0,002$) (Tabela 3). A estrutura da vegetação teve um efeito negativo (Coeficiente = -1.01; $p = 0,015$), sugerindo que áreas com cobertura mais densa reduzem a abundância da espécie. A distância ao igarapé também teve efeito significativo (Coeficiente = -0.003; $p = 0,033$), indicando maior abundância em locais próximos a corpos d'água. Por outro lado, a espécie foi mais abundante em solos com pH elevado (Coeficiente = 18.46; $p = 0,001$) e ricos em nutrientes (Coeficiente = 10.68; $p = 0,023$) (Figura 4).

Para *Allobates femoralis*, o modelo explicou 46% variação na abundância ($R^2 = 0,459$; $F_{4,19} = 4,03$; $p = 0,015$) (Tabela 3). A estrutura da vegetação teve um efeito negativo (Coeficiente = -1.34; $p=0,050$), sugerindo que áreas com maior densidade vegetal reduzem a abundância da espécie. A espécie foi mais abundante em solos com pH mais elevado (Coeficiente = 19.34; $p=0,003$) e maior teor de nutrientes (Coeficiente = 19.76; $p=0,014$) (Figura 4).

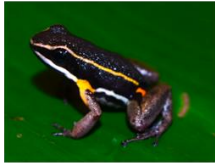
No caso de *Osteocephalus oophagus*, o modelo explicou 39% variação na abundância ($R^2 = 0,390$; $F_{4,19} = 3,14$; $p = 0,038$) (Tabela 3). A abundância esteve negativamente associada tanto à estrutura da vegetação (Coeficiente = -1.11; $p=0,043$) quanto à distância ao igarapé (Coeficiente = -0.003; $p=0,009$), sugerindo preferência por ambientes com vegetação menos densa e próximas a corpos d'água (Figura 4).

Tabela 3 – Resultados dos modelos de regressão múltipla para a abundância de *Osteocephalus oophagus*, *Adenomera andreae* e *Allobates femoralis* na Reserva Extrativista do Rio Cajari. Os coeficientes de regressão estão entre parênteses, seguidos dos respectivos valores de p. Valores significativos ($p < 0,05$) estão destacados em negrito.

Espécies	Intercept	Distância do Igarapé	Estrutura da Vegetação	Ph do Solo	Nutrientes do Solo	R ²	F	P
<i>Adenomera andreae</i>	-69.46	(-0.002) P= 0.033	(-1.006) P= 0.015	18.46 P= 0.001	10.68 P=0.023	0.662	9.33	0.002
<i>Allobates femoralis</i>	-68.41	P= 0.258	P= 0.050	P= 0.003	P=0.014	0.459	4.03	0.015
<i>Osteocephalus oophagus</i>	-15.29	(-0.002) P= 0.043	(-1.111) P= 0.009	5.023 P= 0.166	2.538 P=0.571	0.398	3.14	0.038



Adenomera andreae
(A), (B), (C), (D)



Allobates femoralis
(E), (F), (G)



Osteocephalus oophagus
(H), (I)

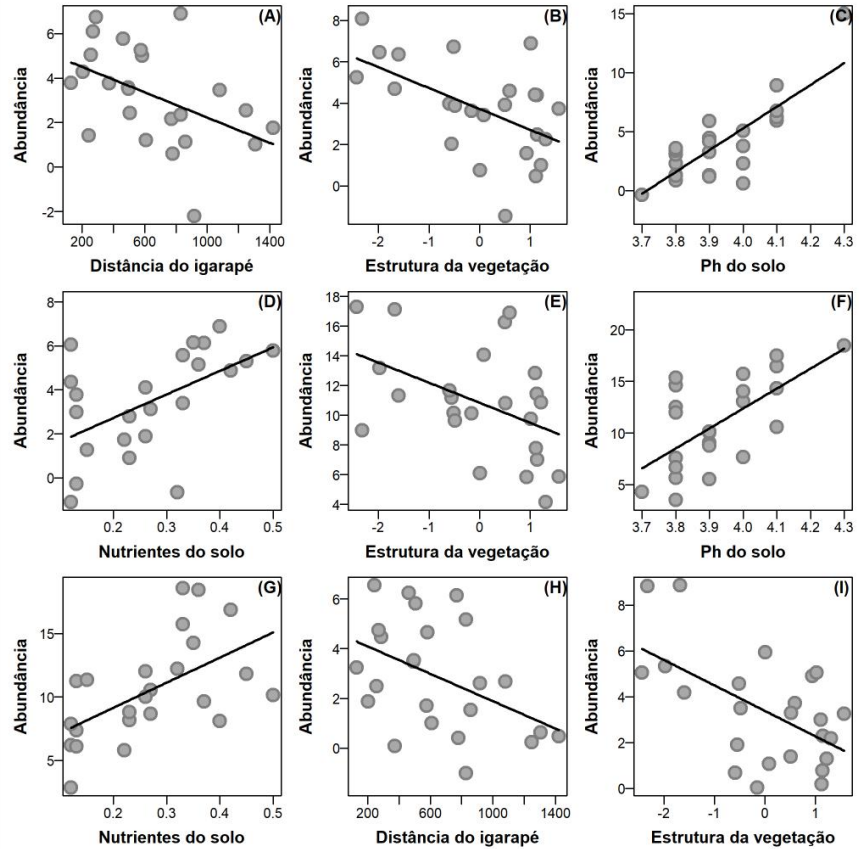


Figura 4 – Representação gráfica das parciais dos resultados dos modelos de regressão múltipla para a abundância das espécies com maior incidência na Reserva Extrativista do Rio Cajari. (A), (B), (C), (D) parciais para *Adenomera andreae*: influência da distância do igarapé ($p=0.033$), estrutura da vegetação ($p=0.015$), do pH do solo ($p=0.001$) e nutrientes do solo ($p=0.023$). (E), (F), (G) parciais para *Allobates femoralis*: estrutura da vegetação ($p=0.050$), pH do solo ($p=0.003$), nutrientes do solo ($p=0.014$). (I), (H) parciais para *Osteocephalus oophagus*: influência da distância do igarapé ($p=0.043$) e estrutura da vegetação ($p=0.009$). As linhas representam os ajustes dos modelos de regressão.

DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que a composição e a abundância de anuros são fortemente influenciadas por variáveis edáficas, especialmente o pH e a fertilidade do solo. Esse padrão é consistente com estudos realizados em outras regiões da Amazônia (ex.:

Menin et al. 2007; Rojas-Ahumada et al. 2012; Dias-Terceiro et al. 2015; Leite et al. 2020), reforçando a hipótese de que as propriedades do solo atuam como importantes filtros ambientais na estruturação das comunidades de anuros tropicais, inclusive em florestas com densas populações de castanheiras.

A distribuição de espécies como *Lithodytes lineatus* e *Leptodactylus mystaceus* nos extremos do gradiente de pH reflete adaptações específicas às condições edáficas, enquanto *Allobates femoralis* demonstra ampla tolerância, reforçando seu papel como espécie generalista. No caso de *Leptodactylus*, por exemplo, a associação com o pH do solo pode estar relacionada à construção de câmaras subterrâneas para oviposição, nas quais o ambiente químico influencia diretamente o desenvolvimento embrionário (Gondim 2021). Já em relação aos nutrientes do solo, em áreas com solos mais férteis, a maior disponibilidade de nutrientes tende a sustentar populações mais abundantes de artrópodes (Sohlström et al. 2022), favorecendo espécies terrestres cujos juvenis dependem desses recursos alimentares nas fases iniciais de vida.

Esses padrões sugerem que processos de nicho relacionados à composição química do solo, como pH e disponibilidade de nutrientes, influenciam significativamente a estrutura das comunidades de anuros, afetando de forma distinta a ocorrência e a abundância das espécies. Esses achados estão alinhados com as propostas de Deichmann et al. (2011), que identificaram a influência da topografia e da produtividade primária sobre a herpetofauna da serapilheira, reforçando a ideia de que as condições locais, em interação com as propriedades do ecossistema, atuam como filtros ambientais na determinação da composição e diversidade de anuros tropicais.

Além dos fatores edáficos, a abundância das espécies mais registradas também variou em função da distância aos igarapés e da estrutura da vegetação. *Adenomera andreae* e *Osteocephalus oophagus* foram mais abundantes em áreas próximas à água e com vegetação menos densa. Esses padrões refletem a história natural das espécies, pois, *A. andreae* é terrestre, associada ao folhiço, onde constrói ninhos de espuma dependentes da umidade do solo, enquanto *O. oophagus* é arborícola, utilizando a vegetação para vocalização, abrigo e reprodução. Assim, a associação dos leptodactilídeos ao ambiente terrestre e dos hilídeos ao arbóreo contribui para explicar suas maiores abundâncias nesses ambientes (Ferrão et al. 2018). Além disso, áreas próximas a corpos d'água oferecem condições microclimáticas mais favoráveis e maior disponibilidade de locais reprodutivos

(Uzarski et al. 2009; Ribeiro-Jr et al. 2012). Esses fatores ambientais locais explicam, em parte, os padrões de abundância e composição observados na Resex Cajari. No entanto, a distribuição espacial das espécies e a distinção entre algumas assembleias também sugerem a influência de processos históricos e biogeográficos, como a formação de barreiras naturais, antigos gradientes altitudinais ou diferenças na história de colonização da região.

Esses resultados, portanto, complementam os achados de Dias-Terceiro et al. (2015) e Torralvo et al. (2022), que demonstraram que a estrutura das assembleias de anuros em outros tipos de fisionomia vegetal (ex.: floresta ombrófila densa dominada por árvores de grande porte; áreas com palmeiras em floresta de terra firme) é moldada por uma combinação entre filtros ambientais locais e processos históricos e espaciais em larga escala. Assim, é possível que os padrões registrados na área de estudo resultem da interação entre as condições ecológicas atuais e a história geológica e evolutiva da região. Mais importante ainda, nossos achados indicam que, embora a amostragem tenha sido conduzida em uma floresta com densas populações de castanheiras, os processos que estruturam as assembleias de anuros parecem ser consistentes entre diferentes fisionomias vegetais.

A ampla distribuição de *Allobates femoralis* ao longo do gradiente edáfico é particularmente notável. Embora a espécie seja frequentemente classificada como generalista (Ferreira et al. 2018), os resultados deste estudo indicam uma resposta positiva, ainda que moderada, à fertilidade do solo e ao pH, esses padrões sugerem que *A. femoralis* apresenta ampla tolerância a essas condições (Simões et al. 2014). Tal tolerância permite sua ocorrência em diferentes ambientes, inclusive naqueles menos favoráveis (Amézquita et al. 2017; Réjaud et al. 2020), o que pode ser interpretado como uma forma de generalismo ecológico baseado na amplitude de nicho. Essa característica provavelmente contribuiu para o sucesso da espécie em diversos contextos ambientais da Amazônia (Amézquita et al. 2017). A heterogeneidade de respostas observadas entre as espécies sugere que mosaicos de habitats micro-edáficos promovem complementaridade ecológica (Van der Sande et al. 2018), sustentando tanto espécies especializadas quanto generalistas.

De modo geral, os padrões observados em nossos resultados reforçam a importância dos atributos edáficos na organização das assembleias de anuros em florestas tropicais. Embora fatores como estrutura da vegetação e proximidade a corpos d'água também exerçam influência sobre a abundância local, o solo, frequentemente negligenciado em estratégias de conservação, emerge como um dos principais determinantes da

biodiversidade em paisagens amazônicas. Considerando a elevada heterogeneidade edáfica da região (Rodrigues et al. 2024), esforços de conservação devem priorizar a manutenção de mosaicos ambientais que preservem a diversidade funcional e taxonômica das comunidades biológicas.

CONCLUSÃO

Nosso estudo evidenciou que as variáveis edáficas, especialmente o pH e a fertilidade do solo, desempenham um papel central na estruturação das comunidades de anuros em florestas amazônicas com densas populações de castanheiras. A composição e a abundância das espécies foram significativamente influenciadas por esses fatores, indicando que atributos do solo atuam como filtros ambientais determinantes, capazes de favorecer ou restringir a ocorrência de determinadas espécies.

A distribuição de espécies ao longo dos gradientes edáficos sugere a coexistência de diferentes estratégias ecológicas, com espécies especialistas associadas a condições mais restritas e espécies generalistas com maior amplitude de tolerância ambiental. Embora a estrutura da vegetação e a proximidade de corpos d'água também tenham exercido influência, seus efeitos foram menos consistentes e mais específicos a determinadas espécies.

Esses resultados reforçam a necessidade de considerar as características do solo em estudos ecológicos e em estratégias de conservação na Amazônia. A inclusão dessas variáveis é fundamental para compreender os padrões ecológicos locais e regionais, e para orientar ações de manejo que visem preservar a diversidade funcional e taxonômica das assembleias de anuros tropicais.

REFERÊNCIAS

Almeida-Silva D, Servino, LM, Pontes-Nogueira M, & Sawaya RJ. (2023) Marine introgressions and Andean uplift have driven diversification in neotropical Monkey tree frogs (Anura, Phyllomedusinae). *PeerJ*, 12, e17232. <https://doi.org/10.7717/peerj.17232>.

Álvarez-Grzybowska E, Urbina-Cardona N, Córdova-Tapia F et al. (2020) Amphibian communities in two contrasting ecosystems: functional diversity and

environmental filters. *Biodivers Conserv* 29, 2457–2485. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01984-w>.

Amézquita A, Ramos O, González MC, Rodríguez C, Medina I, Simões PI, Lima AP (2017) Conspicuousness, color resemblance, and toxicity in geographically diverging mimicry: The pan-Amazonian frog *Allobates femoralis*, *Evolution*, Volume 71, Issue 4, 1, Pages 1039–1050, <https://doi.org/10.1111/evo.13170>.

Beland M, Parker G, Sparrow B, Harding D, Chasmer L, Phinn S et al (2019) On promoting the use of lidar systems in forest ecosystem research. *Forest Ecology and Management*, 450, 117484. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117484>.

Burrow A, Maerz J (2022) How plants affect amphibian populations. *Biological Reviews*, 97(5), 1749-1767. <https://doi.org/10.1111/brv.12861>.

Caminer MA, Ron SR (2020) Systematics of the *Boana semilineata* species group (Anura: Hylidae), with a description of two new species from Amazonian Ecuador. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 190(1), 149-180. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa002>.

Carvalho TR, Moraes LJCL, Lima AP, Fouquet A, Peloso PLV, Pavan D, Drummond LO, Rodrigues MT, Giaretta AA, Gordo M, Neckel-Oliveira S, Haddad CFB (2021) Systematics and historical biogeography of neotropical frogs of the *Adenomera heyeri* clade (Leptodactylidae), with the description of six new Amazonian species. *Zoological Journal of the Linnean Society* 192(2): 395–433. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa051>.

Daniel JH, Kimberly JB (2014) Amphibian Contributions to Ecosystem Services. *Herpetological Conservation and Biology* 9(1):1–17. http://www.herpconbio.org/Volume_9/Issue_1/Hocking_Babbitt_2014.pdf.

David DW, Wang Y, Naumann U (2017) Statistical methods for analysing multivariate abundance data.

Dayrell JS, Magnusson WE, Bobrowiec PED, Lima AP (2021) Impacts of an Amazonian hydroelectric dam on frog assemblages. *PLoS One*, 16(6), e0244580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244580>.

Deichmann JL, Toft CA, Deichmann PM., Lima AP, Williamson GB (2012) Neotropical primary productivity affects biomass of the leaf-litter herpetofaunal assemblage. *Journal of Tropical Ecology*, 28(5), 427-

435. <https://doi.org/10.1017/S0266467412000430>.

Embrapa, Solos. (1999). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa, Brasília. 270 pp.

Fava FG, Alves-Ferreira G, da Paixão IB, Mello M, Nomura F (2023) Spatial scale affects the importance of deterministic and stochastic factors in the structuring of tadpole assemblages in Brazilian Cerrado. *Canadian Journal of Zoology*, 101(10), 848-858. <https://doi.org/10.1139/cjz-2022-0181>.

Ferreira AS (2018) *Allobates Femoralis* como modelo para caracterizar Gradientes geográficos sutis e nítidos na bacia Amazônica. Tese de Doutorado, disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/12267>.

Fonte LFMD, Latombe G, Gordo M, Menin M, de Almeida AP, Hui C, Lötters S (2021) Amphibian diversity in the Amazonian floating meadows: a Hanski core-satellite species system. *Ecography*, 44(9), 1325-1340. <https://doi.org/10.1111/ecog.05610>.

Gondim, P. D. M. (2021). Indicadores de estresse ambiental em populações de *Leptodactylus macrosternum* (Leptodactylidae) e *Scinax x-signatus* (Hylidae) em ambientes agrícolas no semi-árido brasileiro. Teses de mestrado. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64380>

Grant T, Rada M, Anganoy-Criollo M, Batista A, Dias PH, Jeckel AM, et al (2017) Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives revisited (Anura: Dendrobatoidea). *South American Journal of Herpetology*, 12(s1). <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00017.1>.

Hamer AJ, Schmera D, Mahony MJ (2021) Multi-species occupancy modelling provides novel insights into amphibian metacommunity structure and wetland restoration. *Ecological Applications*, 31(4), e2293. <https://doi.org/10.1002/eap.2293>.

HE, Xuelian; BROWN, Calum; LIN, Luxiang. Relative importance of deterministic and stochastic processes for beta diversity of bird assemblages in Yunnan, China. *Ecosphere*, 12(6):03545, 2021. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3545>.

Hebbali A (2020) olsrr: tools for building OLS regression models. Version 0.5.3

Heyer WR (1994) Variation within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* complex of frogs (Amphibia: Leptodactylidae).

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA. (2021). Disponível Em: <Http://Www.Ibama.Gov.Br>.

ISA. Instituto Socioambiental. (2016). RESEX do Rio Cajari. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/627>. Último acesso em 26 março de 2025.

Landeiro VL, Waldez F, Menin M (2014) Spatial and environmental patterns of Amazonian anurans: Differences between assemblages with aquatic and terrestrial reproduction, and implications for conservation management. *Natureza & Conservação*, 12(1), 42-46. <https://doi.org/10.4322/natcon.2014.008>.

Lima AP, Magnusson W, Menin M, Erdtmann L, Rodrigues D, Keller C, Hodl W (2006) Guide to the frogs of Reserva Adolpho Ducke. Central Amazonia. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/36309>.

Leite RN, Menin M, Fraga R, Costa FRC, Rojas-Ahumada DP (2020) Amphibian diversity in relation to soil and vegetation characteristics in the Amazon. *Forest Ecology and Management*, 478, 118511.

Luedtke JA, Chanson J, Neam K, Hobin L, Maciel AO, Catenazzi A et al (2023) Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, 622(7982), 308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>.

Magnusson WE, Lima AP, Luizão R, Luizão F, Costa FRC, de Castilho CV, Kinupp V F (2005) RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, 5, 21–26. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300002>.

Magnusson W, Braga-Neto R, Pezzini F, Baccaro F, Bergallo H, Penha J, Rodrigues D, Verdade L M, Lima A, Albernaz AL, Hero JM, Lawson B, Castilho C, Drucker D, Franklin E, Mendonça, F, Costa F, Galdino G, Castley G, et al (2013) Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado PPBioINPA. https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/36304/1/Biodiversidade_e_monitoramento_ambiental_integrado.pdf.

MMA (2016). Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Ministro. do MeioAmbiente. Obtido de: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>?/[acessado em 24 de março de 2025].

Martins CA, Roque FO, Santos BA, Ferreira VL, Strüssmann C, et al. (2016) Correction: What Shapes the Phylogenetic Structure of Anuran Communities in a Seasonal Environment? The Influence of Determinism at Regional Scale to Stochasticity

or Antagonistic Forces at Local Scale. PLOS ONE 11(3): e0151734. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151734>.

Mathwin R, Wassens S, Young J, Ye Q, Bradshaw CJ (2021) Manipulating water for amphibian conservation. *Conservation Biology*, 35(1), 24-34. <https://doi.org/10.1111/cobi.13501>.

Menin M, Lima AP, Magnusson WE, Waldez F. (2007). Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*. 2007;23(5):539-547. [doi:10.1017/S0266467407004269](https://doi.org/10.1017/S0266467407004269).

Menin, M., Waldez, F., & Lima, A. P. (2011). Effects of environmental and spatial factors on the distribution of anuran species with aquatic reproduction in central Amazonia. *The Herpetological Journal*, 21(4), 255-261.

Moreno E, Pequeno P, Santorelli Junior S, Ferrão M, Lima AP, Magnusson WE (2024) How environmental factors affect the abundance and distribution of two congeneric species of Amazonian frogs. *Biotropica*, 56(1), 28-35. <https://doi.org/10.1111/btp.13272>.

Pereira RCS, Dayrell JS, Melinski RD, Lima AP (2024) Determinants of anuran assemblages in Amazonian White-sand Ecosystems. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 96(4), e20230082. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230082>.

Pereyra MO, Blotto BL, Baldo D, Chaparro JC, Ron SR, Elias-Costa AJ et al (2021) Evolution in the genus *Rhinella*: a total evidence phylogenetic analysis of neotropical true toads (Anura: Bufonidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 447(1), 1-156. <https://doi.org/10.1206/0003-0090.447.1.1>.

Pedroso-Santos F, Sanches PR, Sousa JC, Costa-Campos CE (2020) Anomalies in amphibians from the eastern Amazon region. *Herpetological Bulletin*, 153, 22-25. <https://doi.org/10.33256/hb153.2225>.

Ramirez Arce DG, Ochoa LM, Matorell C (2024) Determinantes ecológicos de la diversidad de anfibios y reptiles. Patrones a través de escalas espaciales. *Revista Latinoamericana De Herpetología*, 7(4), e917(72–125). <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2024.4.909>.

Réjaud, A., et al. 2020. Historical biogeography identifies a possible role of Miocene wetlands in the diversification of the Amazonian rocket frogs (Aromobatidae: Allobates). *Journal of Biogeography* 47: 2472–

2482. <https://doi.org/10.1111/jbi.13937>.

Rojas-Ahumada DP, Landeiro VL, Menin M (2012) Role of environmental and spatial processes in structuring anuran communities across a tropical rain forest. *Austral Ecology*, 37(8), 865-873. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02330.x>.

Rojas-Ahumada DP, Luizão FJ, Menezes AA, (2012) Soil and litter properties determine the composition of frog communities in rainforest fragments and second-growth forests in the Amazon. *Biotropica*, 44, 362–370. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420240709>.

R Core Team (2025) A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing. <https://cran.r-project.org/doc/manuals/rrelease/fullrefman.pdf>.

Ribeiro JJW, Siqueira T, Brejão GL, Zipkin EF (2018) Effects of agriculture and topography on tropical amphibian species and communities. *Ecological Applications*, 28(6), 1554-1564. <https://doi.org/10.1002/eap.1741>.

Rodrigues, FCG, Ribas, CC, Pupim, FN et al (2024) Origem de substratos arenosos controlando a distribuição de ecossistemas de vegetação aberta na Amazônia. *Sci Rep* 14 , 2283. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72725-0>.

Sanches PR (2022) Alguns fatores ambientais relevantes na determinação de áreas adequadas para a conservação de *Atelopus hoogmoedi* Lescure, 1974 (Anura: Bufonidae) no Escudo das Guianas. Tese de Mestrado, Disponível: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38833>.

Sohlström, E. H., Brose, U., van Klink, R., Rall, B. C., Rosenbaum, B., Schädler, M., & Barnes, A. D. (2022). Future climate and land-use intensification modify arthropod community structure. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 327, 107830. DOI: [10.3390/D17040247](https://doi.org/10.3390/D17040247)

Simões PI, Stow A, Hödl W, Amézquita A, Farias IP, Lima AP (2014). The Value of Including Intraspecific Measures of Biodiversity in Environmental impact Surveys is Highlighted by the Amazonian Brilliant-Thighed Frog (*Allobates Femoralis*). *Tropical Conservation Science*.;7(4):811-828. doi:[10.1177/194008291400700416](https://doi.org/10.1177/194008291400700416).

Teixeira TH, Nottingham MC, Ferreira Neto JA, Estrela LMB, Santos BDVS, Figueredo ND (2018) A diversidade produtiva em Reservas Extrativistas na Amazônia: entre a invisibilidade e a multifuncionalidade. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 48(1),

164-183. [DOI: 10.5380/dma.v48i0.58805](https://doi.org/10.5380/dma.v48i0.58805).

Torralvo K, de Fraga R, Lima AP, Dayrell J, Magnusson WE (2022) Environmental filtering and deforestation shape frog assemblages in Amazonia: An empirical approach assessing species abundances and functional traits. *Biotropica*, 54(1), 226-238. <https://doi.org/10.1111/btp.13053>.

Uzarski DG, Burton TM, Kolar RE, Cooper MJ (2009) The ecological impacts of fragmentation and vegetation removal in Lake Huron's coastal wetlands. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 12(1), 45-62. <https://doi.org/10.1080/14634980802690881>.

Van der Sande MT, Arets EJ, Peña-Claros M, Hoosbeek MR, Cáceres-Siani Y, van der Hout P, Poorter L (2018) Soil fertility and species traits, but not diversity, drive productivity and biomass stocks in a Guyanese tropical rainforest. *Functional Ecology*, 32(2), 461-474. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12968>.

Vacher JP, Chave J, Ficetola FG, Sommeria-Klein G, Tao S, Thébaud C, et al (2020) Large-scale DNA-based survey of frogs in Amazonia suggests a vast underestimation of species richness and endemism. *Journal of Biogeography*, 47(8), 1781-1791. <https://doi.org/10.1111/jbi.13847>.

Venticinque E, Forsberg B, Barthem R, Petry P, Hess L, Mercado A, et al (2016) An explicit GIS-based river basin framework for aquatic ecosystem conservation in the Amazon. *Earth System Science Data*, 8(2), 651-661. <https://doi.org/10.5194/essd-8-651-2016>.

Wang YI, Naumann U, Wright ST, Warton DI (2012) mvabund—an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(3), 471-474. [doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00190.x](https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00190.x).

Wischmeyer C, Swanson TE, Mueller KE, Lewis NR, Bastock J, Van Stan JT (2024) A LiDAR-driven pruning algorithm to delineate canopy drainage areas of stemflow and throughfall drip points. *Methods in Ecology and Evolution*, 15(11), 1997-2009. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14378>.

MATERIAL SUPLEMENTAR

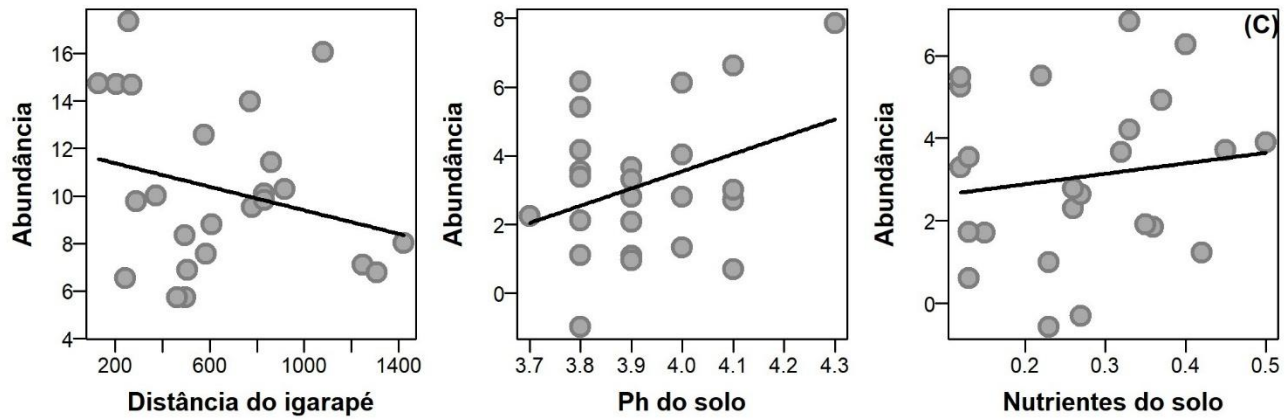


Figura S1 - Relação entre a abundância das espécies de anuros e variáveis ambientais na Reserva Extrativista do Rio Cajari, Brasil. Os gráficos destacam os casos em que não foram observadas associações estatisticamente significativas ($P > 0,05$): (A) *Allobates femoralis* e a distância do igarapé ($P = 0,258$); (B), (C) *Osteocephalus oophagus* e o pH do solo ($P = 0,116$) e os nutrientes do solo ($P = 0,571$). As linhas representam os ajustes dos modelos de regressão.

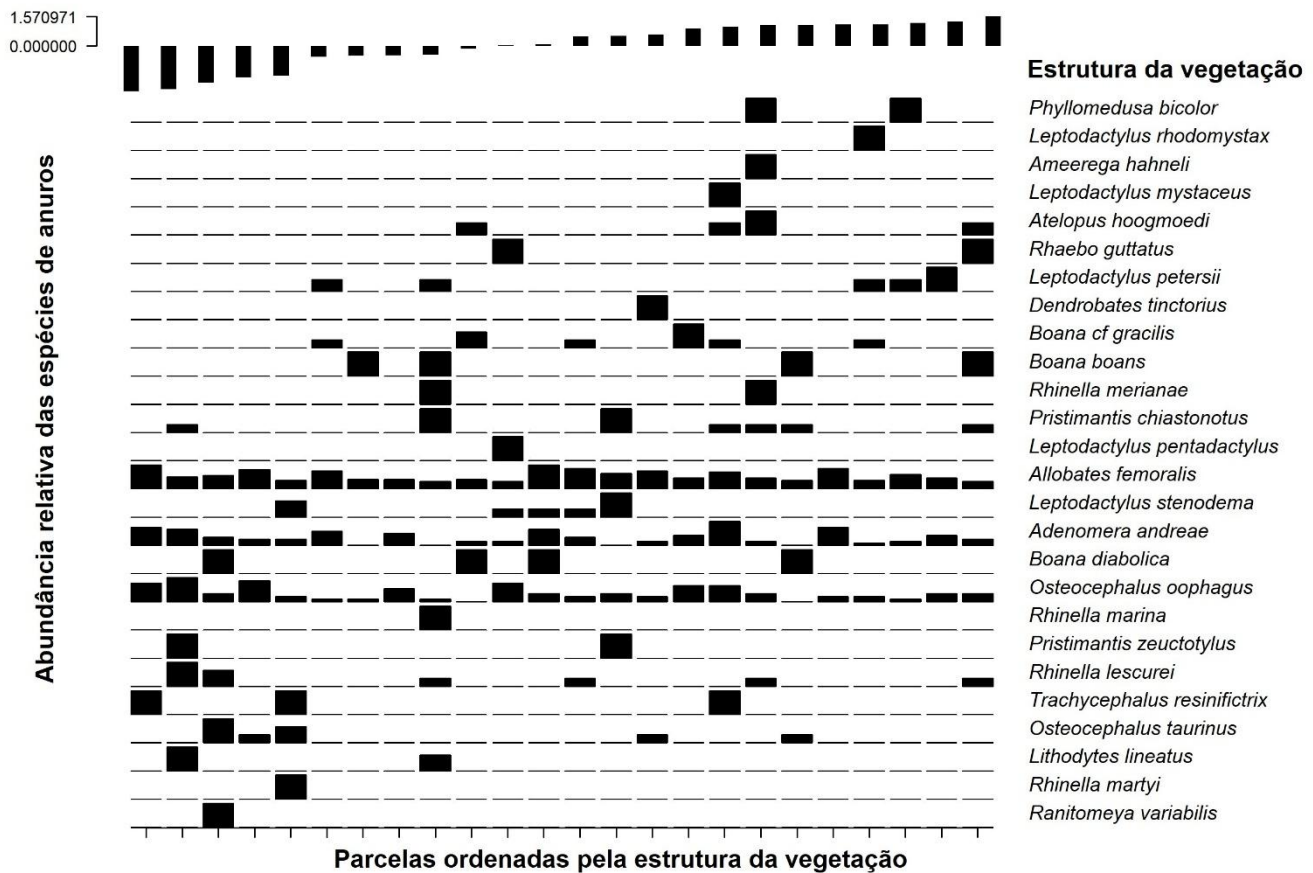


Figura S2 - As barras dos gráficos no gráfico inferior ilustram a abundância relativa de cada espécie em cada parcela, evidenciando tanto sua predominância quanto sua ausência em relação aos níveis de estrutura da vegetação nas parcelas amostradas. As barras no gráfico superior indicam a Estrutura da vegetação aumentando da esquerda para a direita.

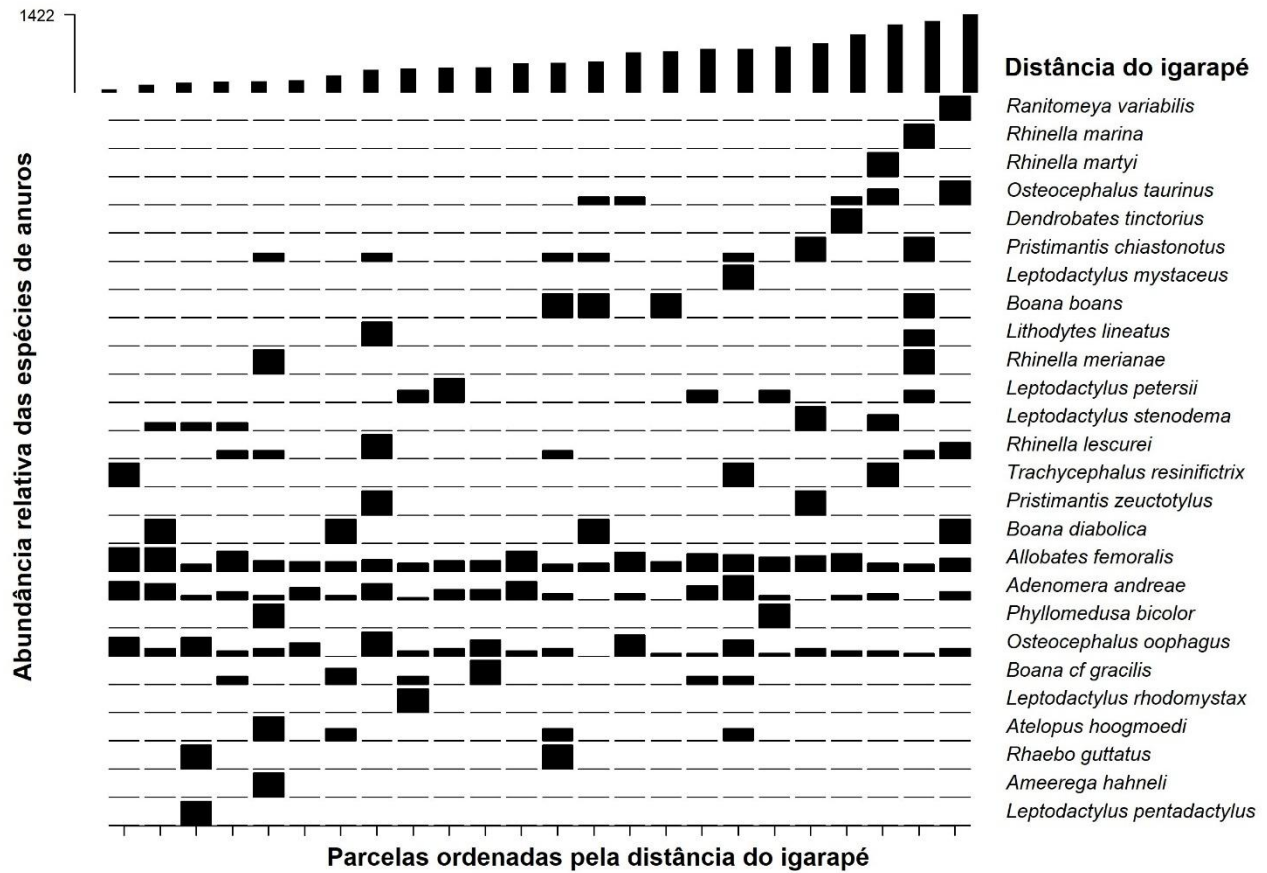


Figura S3 - As barras dos gráficos ilustram a abundância relativa de cada espécie em cada parcela, evidenciando tanto sua predominância quanto sua ausência em relação a distância do Igarapé nas parcelas amostradas. As barras no gráfico superior indicam a distância do igarapé aumentando da esquerda para a direita.

Tabela S1 - Resultados do diagnóstico de colinearidade para as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, com os valores de Tolerância e Fator de Inflação de Variância (VIF), considerando H.MAX.Max (Altura máxima) como a variável resposta. O VIF foi calculado para identificar a presença de multicolinearidade entre as variáveis. Valores de VIF próximos a 1 indicam baixa colinearidade, enquanto valores elevados sugerem maior colinearidade entre as variáveis.

Variables	Tolerance	VIF
H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada)	0.802250819	1.246492963
H. MEAN.Max (Altura média máxima)	0.901962136	1.108693991
H. MEAN.Loess (Altura média suavizada)	0.889670375	1.1240118
LAI (índice de área foliar)	0.947005605	1.055959959

Tabela S2 - Resultados do diagnóstico de colinearidade para as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, com os valores de Tolerância e Fator de Inflação de Variância (VIF), considerando H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada) como a variável resposta. O VIF foi calculado para identificar a presença de multicolinearidade entre as variáveis. Valores de VIF próximos a 1 indicam baixa colinearidade, enquanto valores elevados sugerem maior colinearidade entre as variáveis.

Variables	Tolerance	VIF
H.MAX.Max (Altura Máxima)	0.596187	1.677325
H. MEAN.Max (Altura Média Máxima)	0.993729	1.006311
H. MEAN.Loess (Altura Média Suavizada)	0.767548	1.30285
LAI (índice de área foliar)	0.748944	1.335213

Tabela S3 - Resultados do diagnóstico de colinearidade para as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, com os valores de Tolerância e Fator de Inflação de Variância (VIF), considerando H. MEAN.Max (Altura média máxima) como a variável resposta. O VIF foi calculado para identificar a presença de multicolinearidade entre as variáveis. Valores de VIF próximos a 1 indicam baixa colinearidade, enquanto valores

elevados sugerem maior colinearidade entre as variáveis.

Variables	Tolerance	VIF
H.MAX.Max (Altura Máxima)	0.539697	1.85289
H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada)	0.800124	1.249806
H. MEAN.Loess (Altura Média Suavizada)	0.645339	1.549573
LAI (índice de área foliar)	0.748049	1.336811

Tabela S4 - Resultados do diagnóstico de colinearidade para as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, com os valores de Tolerância e Fator de Inflação de Variância (VIF), considerando H. MEAN.Loess (Altura média suavizada) como a variável. O VIF foi calculado para identificar a presença de multicolinearidade entre as variáveis. Valores de VIF próximos a 1 indicam baixa colinearidade, enquanto valores elevados sugerem maior colinearidade entre as variáveis.

Variables	Tolerance	VIF
H.MAX.Max (Altura Máxima)	0.759597	1.316488
H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada)	0.881835	1.133999
H. MEAN.Max (Altura Média Máxima)	0.920831	1.085976
LAI (índice de área foliar)	0.76311	1.310426

Tabela S5 - Resultados do diagnóstico de colinearidade para as variáveis relacionadas à estrutura da vegetação, com os valores de Tolerância e Fator de Inflação de Variância (VIF), considerando LAI (Índice de área foliar) como a variável resposta. O VIF foi calculado para identificar a presença de multicolinearidade entre as variáveis. Valores de VIF próximos a 1 indicam baixa colinearidade, enquanto valores elevados sugerem maior colinearidade entre as variáveis.

Variables	Tolerance	VIF
H.MAX.Max (Altura Máxima)	0.680617	1.469256
H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada)	0.724314	1.380617

H. MEAN.Max (Altura Média Máxima)	0.8985	1.112967
H. MEAN.Loess (Altura Média Suavizada)	0.642367	1.556742

Tabela S6 - Valores dos loadings da análise de componentes principais (PCA) para a matriz de estrutura da vegetação

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
H.MAX.Max (Altura Máxima)	0.489407	0.380352	0.382687	0.526257	0.438655
H. MEAN.Max (Altura média suavizada)	-0.32394	0.173286	0.834393	-0.09818	-0.39898
H. MEAN.Loess (Altura Média Suavizada)	-0.17482	0.745845	-0.39615	0.269005	-0.42879
LAI (índice de área foliar)	0.395019	0.44952	0.017559	-0.79387	0.106591
H.MAX.Loess (Altura máxima suavizada)	-0.68479	0.258749	-0.00995	-0.10406	0.673187

Tabela S7 - Diagnóstico de multicolinearidade com os valores de Tolerância e Fator de Inflação da Variância (VIF) para os preditores do modelo de regressão com vegetação como variável resposta.

Variables	Tolerance	VIF
Ph do Solo	0.8681811	1.151833
Distância do Igarapé	0.9955055	1.004515
Nutrientes do Solo	0.8671057	1.153262

Tabela S8 - Diagnóstico de multicolinearidade com os valores de Tolerância e Fator de Inflação da Variância (VIF) para os preditores do modelo de regressão com pH do solo como variável resposta

Variables	Tolerance	VIF
Estrutura da Vegetação	0.919641	1.087381
Distância do Igarapé	0.969093	1.031893
Nutrientes do Solo	0.946956	1.056015

Tabela S9 - Diagnóstico de multicolinearidade com os valores de Tolerância e Fator de Inflação da Variância (VIF) para os preditores do modelo de regressão com distância do igarapé como variável resposta

Variables	Tolerance	VIF
Estrutura da Vegetação	0.922293	1.084254
Ph do Solo	0.847584	1.179824
Nutrientes do Solo	0.805916	1.240825

Tabela S10 - Diagnóstico de multicolinearidade com os valores de Tolerância e Fator de Inflação da Variância (VIF) para os preditores do modelo de regressão com nutrientes do solo como variável resposta

Variables	Tolerance	VIF
Estrutura da Vegetação	0.965695	1.035524
Ph do Solo	0.995611	1.004408
Distância do Igarapé	0.968795	1.03221

Tabela S11 - Lista de Espécies da Reserva Extrativista do Rio Cajari, município de Laranjal de Jari, Amapá – AP.

<i>Família/ Espécie</i>	Áreas amostradas				Abundância Total
	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	
Abundância por transecto					
Aromobatidae (Allobatinae)					
<i>Alobates femoralis</i> (Boulenger, 1884)	70	64	68	68	270
Bufonídeos					
<i>Atelopus hoogmoedi</i> Lescure, 1974	1	-	4	-	5
<i>Rhaebo guttatus</i> (Schneider, 1799)	1	1	-	-	2
<i>Rhinella martyi</i>	-	-	2	-	2
<i>Rhinella lescurei</i> Fouquet, Gaucher, Blanc & Vélez-Rodriguez, 2007	2	-	1	6	8
<i>Rhinella merianae</i> (Gallardo, 1965)	-	-	1	1	2
<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	2	2
Craugastoridae					
<i>Pristimantis zeuctotylus</i> (Lynch & Hoogmoed, 1977)	-	1	-	1	2
<i>Pristimantis chiastonotus</i> (Lynch & Hoogmoed, 1977)	1	4	2	4	11
Dendrobatidae					
<i>Ameerega hahneli</i> (Boulenger, 1884)	-	-	1	-	1
<i>Dendrobates tinctorius</i> (Cuvier, 1797)	1	-	2	-	3
<i>Ranitomeya variabilis</i> (Zimmermann & Zimmermann, 1988)	-	-	-	1	1
Hylidae					
<i>Boana boans</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	4
<i>Boana cf. gracilis</i> (Melin, 1941)	2	3	3	1	9
<i>Boana diabolica</i> (Fouquet, Martinez, Zeidler, Courtois, (2016)	1	1	1	1	4
<i>Osteocephalus oophagus</i> Jungfer & Schiesari, 1995	20	24	18	18	80
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	2	1	2	3	8
<i>Trachycephalus resinifictrix</i> (Goeldi, 1907)	-	-	3	-	3
Leptodactylidae					
<i>Adenomera andreae</i> (Müller, 1923)	15	20	40	22	97
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)	-	-	1	-	1
<i>Leptodactylus petersii</i> (Steindachner, 1864)	1	-	-	5	6
<i>Leptodactylus pentadactylus</i> (Laurenti, 1768)	-	-	1	-	1
<i>Leptodactylus rhodomystax</i> Boulenger, 1884	1	-	-	-	1

<i>Leptodactylus stenodema</i> Jiménez de la Espada, 1875	2	4	2		8
<i>Lithodytes lineatus</i> (Schneider, 1799)	-	-	-	5	5
<i>Phyllomedusidae</i>					
<i>Phyllomedusa bicolor</i> (Boddaert, 1772)	-	-	2	-	2

Tabela S12 - Resultados do modelo ManyGLM aplicado à matriz de abundância de todas as espécies.

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	59.97	<i>P = 0.006*</i>
Estrutura da Vegetação	39.18	P = 0.132
Ph do Solo	53.40	<i>P = 0.010*</i>
Nutrientes do Solo	60.12	<i>P = 0.001*</i>

Tabela S13 - Resultados do modelo ManyGLM aplicado à matriz de abundância das espécies, após a exclusão das espécies registradas em apenas um local.

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	34.79	P = 0.083
Estrutura da Vegetação	30.12	P = 0.115
Ph do Solo	39.52	<i>P = 0.019*</i>
Nutrientes do Solo	52.43	<i>P = 0.002*</i>

Tabela S14 - Resultados do modelo ManyGLM aplicado à matriz de abundância das espécies, após a exclusão das espécies registradas dois locais.

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	28.46	P = 0.086
Estrutura da Vegetação	22.14	P = 0.111
Ph do Solo	33.26	<i>P = 0.014*</i>
Nutrientes do Solo	31.16	<i>P = 0.022*</i>

Tabela S15 - Resultados do modelo ManyGLM aplicado à matriz de abundância das espécies, após a exclusão das espécies registradas Três locais.

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	20.28	P = 0.080
Estrutura da Vegetação	37.19	P = 0.123
Ph do Solo	29.53	P = 0.033*
Nutrientes do Solo	22.65	P = 0.029*

Tabela S16 - Resultados do modelo ManyGLM com dados de presença e ausência, com espécies que ocorreram em todos os locais.

Variáveis	(Dev)	(Pr(>Dev))
Distância do Igarapé	49.13	P = 0.128
Estrutura da Vegetação	31.29	P = 0.383
Ph do Solo	47.50	P = 0.086
Nutrientes do Solo	71.81	P = 0.002*

Guia informativo das espécies de anuros da Reserva Extrativista do Rio Cajari.

Maria Madalena Salviano Santana^{1*}, Clarissa Alves da Rosa², Albertina Pimentel Lima², Carlos Eduardo Costa de Campos³.

^{1*}Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, 69067-375, Manaus, Amazonas, Brasil.

² Centro de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica (CENBAM), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, 69067-375, Manaus, Amazonas, Brasil

³ Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Herpetologia, Rodovia Juscelino Kubitschek Km 02, 68903-419, Macapá, Amapá, Brasil.

INTRODUÇÃO

A produção e divulgação de materiais educativos impressos voltados para as comunidades locais desempenham um papel essencial na promoção da educação ambiental, no fortalecimento das conexões culturais e na conservação da biodiversidade (Riesch & Potter 2014; Comandulli et al. 2015). Esse tipo de iniciativa torna-se ainda mais relevante em regiões como a Reserva Extrativista do Cajari (Resex Cajari), onde a interação entre as comunidades locais e o meio ambiente é fundamental para a preservação dos ecossistemas.

Nesse contexto como o da Resex Cajari, os guias educativos constituem ferramentas importantes para a promoção do conhecimento sobre a fauna e flora locais, incluindo espécies-chave, como os anuros, que desempenham papéis ecológicos vitais (ex. Lima et al. 2006; Torralvo et al. 2021). A produção de guias ilustrados sobre a biodiversidade local não apenas oferece uma maneira acessível de disseminar informações científicas para as comunidades, como também fortalece o entendimento e a valorização do ambiente natural. Isso contribui para a promoção de práticas

sustentáveis que respeitem as tradições locais e contribuam para o desenvolvimento econômico.

Esses materiais têm o poder de integrar a ciência ao cotidiano das comunidades locais da Resex, estimulando o interesse pela preservação. Ao disseminar conhecimento sobre a biodiversidade local, esses guias podem, por exemplo, contribuir para a redução de práticas predatórias, ao mesmo tempo em que fomentam a educação ambiental. Além disso, a divulgação de guias pode impulsionar o ecoturismo, gerando novas oportunidades econômicas e promovendo o desenvolvimento sustentável. O ecoturismo, por sua vez, favorece a economia local. Ao reunir aspectos científicos, sociais e econômicos, a produção de guias educativos atua como um elo entre conservação e cidadania, fortalecendo o papel das comunidades tradicionais e tornando-as protagonistas na gestão e preservação de seus territórios. Essa abordagem favorece uma conexão mais profunda entre os habitantes locais e a natureza (Diegues 2000; Silva et al. 2014; Peralta et al. 2020).

Guia informativo das espécies de anuros da Reserva Extrativista do Rio Cajari.

O guia foi elaborado com linguagem simples, em português, para possibilitar o uso principalmente pelas comunidades locais. O guia também possui linguagem acessível para outros públicos-alvo, como, por exemplo, gestores ambientais e visitantes da Resex Cajari. Além das sessões de apresentação e introdução sobre o guia, o local de estudo e informações gerais sobre o grupo dos anuros, o guia conta com pranchas de identificação para cada espécie.

Essas pranchas apresentam de duas a três fotografias, provenientes do acervo dos autores ou cedida por outros pesquisadores e informações morfológicas, biológicas e ecológicas disponíveis na literatura sobre as espécies. No total apresentamos 26 espécies de anuros registradas na Resex Cajari, distribuídas em sete famílias taxonômicas. A estrutura e conteúdo do Guia de Anuros da Reserva Extrativista do Rio Cajari é apresentado abaixo.

Guia informativo das espécies de anuros da Reserva Extrativista do Rio Cajari

Madalena Salviano

Albertina P. Lima

Carlos Eduardo C. Campos

Patrick R. Sanches

Derlon V. Silva

Clarissa Rosa





Sumário

Apresentação	03
Bem-vindos a Resex do Rio Cajari!	04
Qual a diferença entre SAPO, RÃ E PERERECA?	11
Como usar este guia?	12
Como entender os desenhos	13
Desenhos	14

15

Aromobatidae

Allobates femoralis - 16

17

Bufo

Atelopus hoogmoedi - 17

Rhaebo guttatus - 19

Rhinella margaritifera - 21

Rhinella lescurei - 23

Rhinella merianae - 25

Rhinella marina - 27

29

Craugastoridae

Pristimantis chiastonotus - 29

Pristimantis zeucotylus - 31

39

Hylidae

Boana boans - 39

Boana cf. gracilis - 41

Boana diabolica - 43

Osteocephalus oophagus - 45

Osteocephalus taurinus - 47

Trachycephalus resinifictrix - 49

65

Phyllomedusidae

Phyllomedusa bicolor - 65

33

Dendrobatidae

Ameerega hahneli - 33

Dendrobates tinctorius - 35

Ranitomeya amazônica - 37

51

Leptodactylidae

Adenomera andreae - 51

Leptodactylus mystaceus - 53

Leptodactylus petersii - 55

Leptodactylus pentadactylus - 57

Leptodactylus rodhomystax - 59

Leptodactylus stenoderma - 61

Lithodes lineatus - 63

Apresentação

Este guia reúne informações sobre as espécies de anuros encontradas na Reserva Extrativista do Rio Cajari, uma unidade de conservação situada no extremo sul do estado do Amapá, norte do Brasil. O material foi elaborado com base em pesquisas de campo realizadas na Resex entre janeiro e março de 2024. O principal objetivo é fornecer conhecimento a estudantes, biólogos, herpetólogos, gestores e à comunidade em geral, sobre a diversidade de anfíbios anuros presentes no extremo norte da Amazônia Brasileira, especialmente dentro da Reserva. Trata-se de um guia técnico, ilustrado, com uma linguagem acessível, projetado para facilitar a identificação das diferentes espécies de anuros na região.

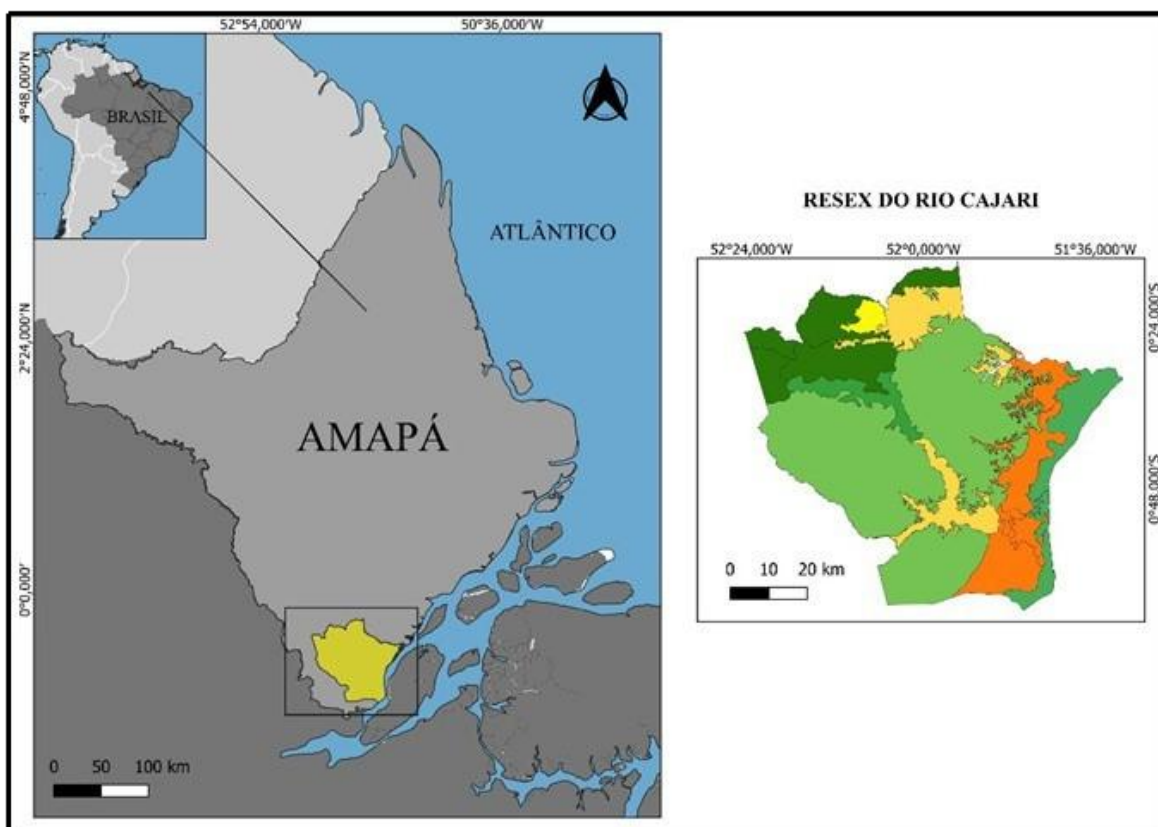


Bem-vindos a Resex do Rio Cajari!

A Reserva Extrativista do Rio Cajari, foi criada por meio do Decreto nº 99.145, e é categorizada como uma unidade de conservação de uso sustentável, ou seja, uma área protegida que permite o uso dos seus recursos naturais pelas comunidades locais, de acordo com o Plano de Utilização da Reserva Extrativista do Rio Cajari-AP, elaborado com a participação dos moradores da reserva e pessoas ligadas às causas das populações tradicionais e das reservas extrativistas, aprovado pela portaria IBAMA Nº 46- N, de 6 de maio de 1994.

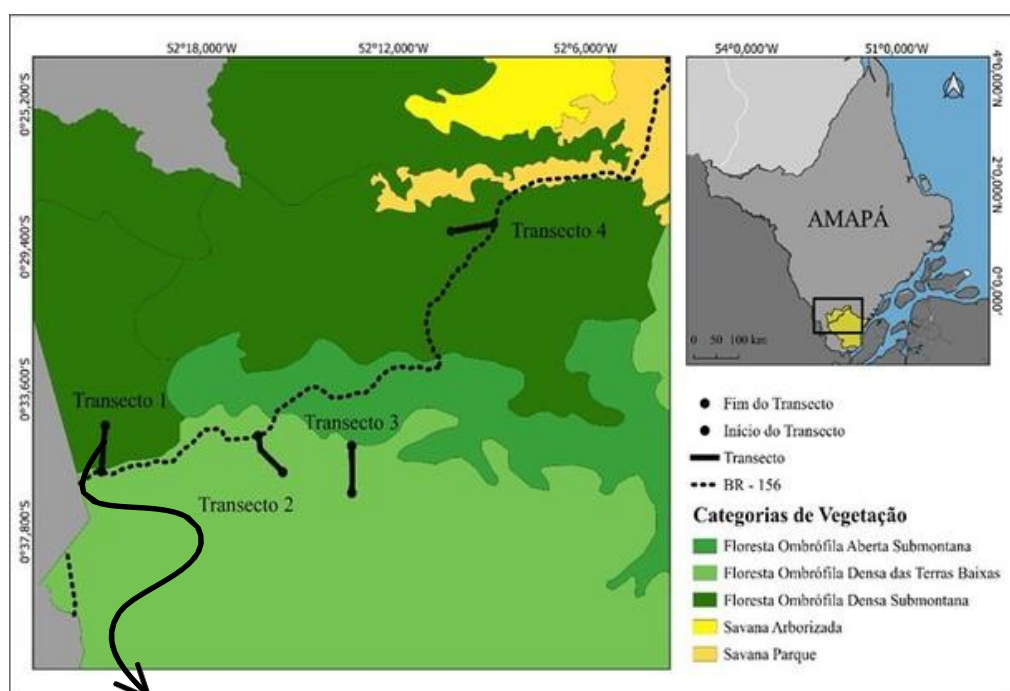


A Reserva está localizada no extremo norte da Amazônia brasileira, e **sul do estado do Amapá**, e possui uma área de 532.397,20 hectares, equivalente a aproximadamente **745.715 campos de futebol**, destacando assim a sua vasta extensão territorial. O Alto Cajari, onde se localiza a BR-156, que dá acesso a Resex, é formado por savanas e floresta de terra firme, e tem como vegetação predominante os castanhais, áreas de florestas com grandes adensamentos de castanha-do-Brasil.

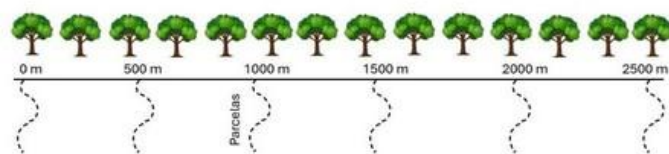


Mapa da Resex Cajari

Iniciamos nossa jornada no estado do Amapá, mais precisamente na cidade de Macapá, onde organizamos tudo que precisávamos para a expedição rumo a **Reserva Extrativista do Rio Cajari**. Amostramos quatro áreas de castanhais com florestas fechadas próximas as comunidades da região. Em cada área nós instalamos uma trilha de 2,5 km, que chamamos de transecto de amostragem. Cada módulo recebeu um nome de identificação: **Transecto #1**, conhecido como trilha do santa rosa, **Transecto #2** conhecido como trilha do girafa, **Transecto #3** como trilha do marinho e **Transecto #4** como trilha do mauro.



Trilha de 2,5 Km e Parcelas de 250 m



Em cada transecto de amostragem instalamos seis parcelas de 250 metros de comprimento seguindo a curva de nível do terreno, nas distâncias de 0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 metros da trilha principal e foram nesses transectos que realizamos as amostragens dos anuros.

Formamos três equipes, onde cada uma passava pelo menos uma vez em cada parcela e ao longo dos 2500m em cada transecto. Cada parcela e a trilha de acesso foi amostrada seis vezes no total (três vezes no fim do dia entre 16:00 e 18:00 e três vezes a noite entre 19:00 e 22:00).



Nossa rotina, assim que chegávamos para realizarmos as amostragens, era conversar com os membros da comunidade local para explicar sobre o nosso trabalho de pesquisa, pedir autorização para entrar nos castanhais e decidir junto com o representante de cada comunidade quem iria nos acompanhar nos trabalhos, como auxiliares de campo.

As áreas da Reserva Extrativista do Rio Cajari, possuem a maioria dos terrenos cheios de **ladeiras íngremes** e **morros**, então instalar as trilhas e as parcelas ao longo desses morros foi um verdadeiro desafio. Aqui contamos com a ajuda do nosso amigo de todas as horas “Dedé”, que nos acompanhou em todas as amostragens.





Nos dias de amostragens, nossa rotina se iniciava às 7h da manhã, ainda na casa onde nos hospedávamos, para tirar fotos, organizar os animais coletados na noite anterior e as fichas de campo. Saíamos para realizar as amostragens às 15h e retornávamos normalmente às 22h. Essa rotina era repetida durante três dias pelas equipes formadas por um de nós e mais um ou dois comunitários.

Durante nossas campanhas, ficamos hospedados na casa de uma família muito acolhedora, a casa da **dona Nazaré** e de seu **Manoel** na **comunidade do Marinho**, no qual somos extremamente gratos e temos um grande carinho.



E enquanto trabalhávamos a casa virou um ponto de encontro sempre muito animado e com várias crianças que se aproximavam e sempre se mostravam muito curiosas e atentas ao que fazíamos.



Os adultos também se aproximavam e sempre ofereciam algumas lembranças, incluindo frutas como: piquiá, manga, ingá, acompanhados sempre uma generosa quantidade de **açaí**. Não esquecendo, é claro, das numerosas quantidades de castanhas, provando assim, o espírito coletivo e generoso das pessoas nas comunidades locais da Amazônia, às quais expressamos a nossa gratidão.



Ao final das nossas amostragens, registramos um **total de 26 espécies**, localizadas nos transectos que utilizamos. Encontramos espécies incríveis e já observamos diferenças notáveis entre elas, como: coloração, tamanhos corporais, padrões de vocalização, preferências de habitats, dentre outras, por exemplo, algumas espécies apresentaram cores vibrantes e chamativas, enquanto outras possuíam tonalidades mais discretas, permitindo assim uma maior camuflagem.



Então, vamos conhecer um pouco mais dessas curiosidades e diferenças a partir de agora?!



• Qual a diferença entre SAPO, RÃ E PERERECA?

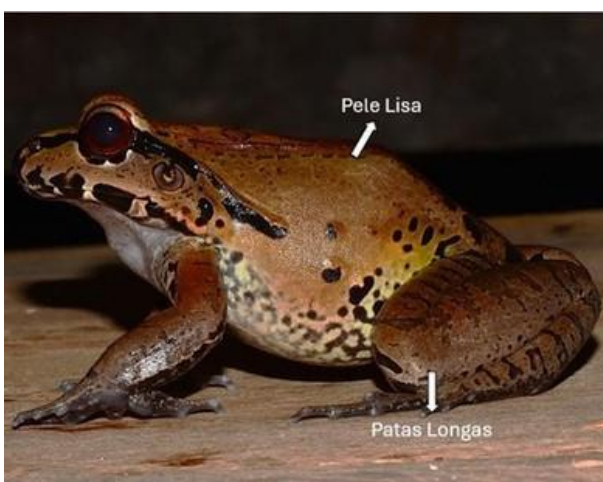
Os anuros são uma ordem de anfíbios que se diferenciam pela ausência de cauda na fase adulta. São popularmente conhecidos como "sapos", e são comumente chamados de sapos, rãs ou pererecas, dependendo de suas características morfológicas e comportamentais.

• SAPO



SAPO é um anuro que possui pele seca e de aspecto áspero/rugoso com pernas menores que o tamanho do seu corpo. Vive no chão da floresta e se locomove através de pequenos saltos. Geralmente possui uma glândula chamada “**Glândula Paratóide**” ou “**Glândula de Veneno**”

• RÃS



AS RÃS são conhecidas por possuírem as patas traseiras mais longas e possuem a pele úmida e lisa. As rãs são terrestres, mas adoram a água, assim podendo ser encontradas nas margens das lagoas e poças d'água. Poucas espécies são aquáticas, na nossa amostragem todas são terrestres.

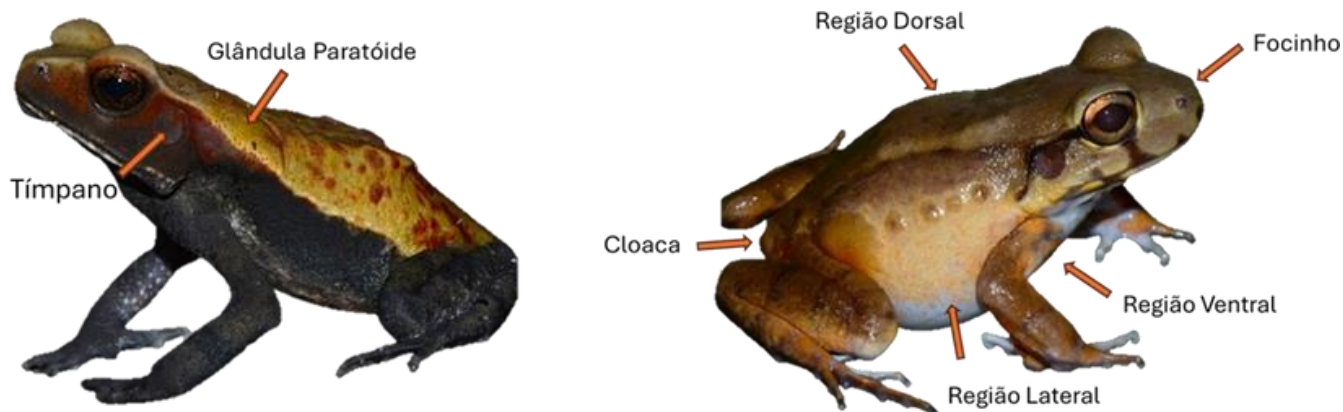
- **PERERECA**



AS PERERECAS são mais conhecidas por conta de sua adaptação a vida nas árvores e por serem grandes saltadoras. Também possuem a pele lisa como as rãs, porém se diferenciam por possuírem discos adesivos em seus dedos, uma adaptação para que consigam escalar árvores e outros substratos.

Como usar este guia?

Para facilitar o seu entendimento quanto aos nomes das estruturas corporais dos sapos que usamos na descrição das espécies apresentadas nesse guia, é só dar uma olhada no esquema abaixo, onde mostramos as partes principais de identificação das espécies.



Como entender os desenhos

Os **símbolos** indicam as características biológicas das espécies nas pranchas, tais como:

1 - “**Onde vivo**”: se na floresta, perto de rios ou próximo às moradias ou áreas com perturbação humana.

2 – “**O horário em que canto**” indica o período de atividade: se durante o dia, a noite ou no entardecer.

3 – “**Onde me encontrar**” indica o local mais provável de encontrar a espécie: se no chão ou nas árvores.

4 – “**Meu tamanho**” indica um tamanho aproximado da espécie: se são pequenos, médios ou grandes.

5 – “**Quantos somos**” indica um número aproximado de indivíduos que vemos nas amostragens na floresta: se são muitos (fácil de encontrar em grandes aglomerações), nem pouco, nem muito (espécies distribuídas em toda a área e são encontradas com certa facilidade), poucos (difícil de encontrar, por viverem em locais de difícil acesso ou enterrados).



Desenhos

Onde vivo



Floresta



Perto de poças/rios



Próximos de casas

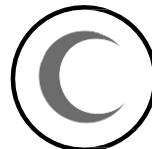
Hórrario que canto



Dia



Entardecer



Noite

Onde me encontrar



Árvore



Chão

Meu tamanho



Pequeno



Médio



Grande

Quantos somos?



Pouco



Nem pouco,
nem muito



Muito

AROBOBOMATIDAE

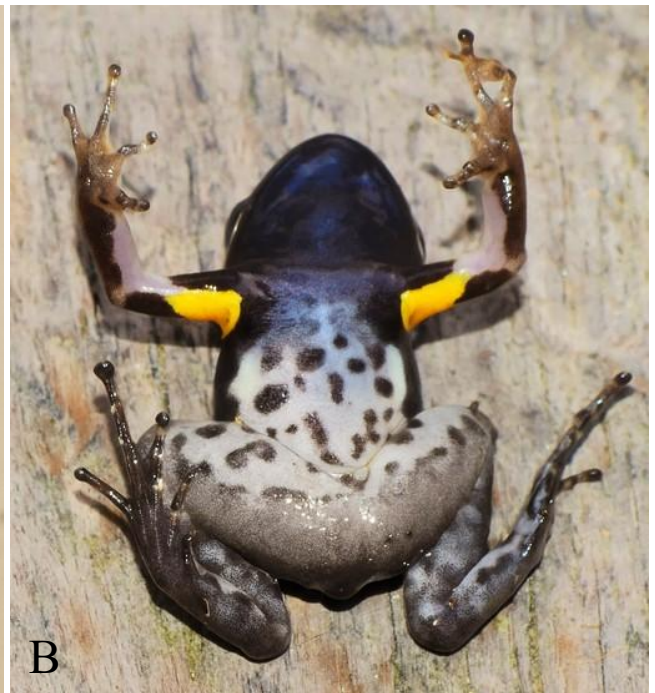
Allobates femoralis



CECC

15





Legenda: A - Vista dorolateral; B - Vista ventral;

Você sabia?



Durante a estação chuvosa, os ovos são colocados sobre folhas, e depois o macho leva os girinos até as poças d'água, onde eles se desenvolvem e viram sapos!



Esses sapos têm uma memória impressionante! Eles lembram onde estão as poças na floresta e levam cada girino para o lugar mais seguro para crescer.

Características gerais



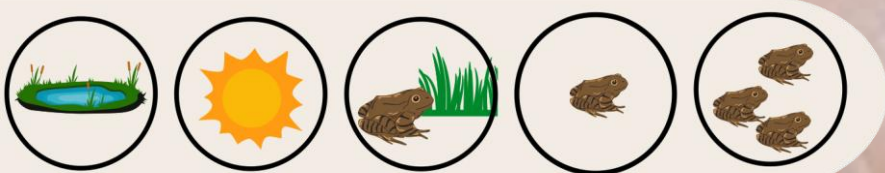
Os machos medem entre 2,8 e 3,3 cm, e as fêmeas entre 3,3 e 3,5 cm. Eles têm as costas pretas ou marrom-escuras com linhas marrons claras. A barriga é branca com manchinhas pretas, e as pernas têm manchas amarelas ou alaranjadas.

BUFONIDAE

Atelopus hoogmoedi



CECC





Legenda: A - Vista dorolateral; B - Vista ventral;

Você sabia?



Ele tem cores vivas que vão do verde e amarelo até laranja e preto. Isso não é só beleza: essas cores avisam os predadores que ele é venenoso!



É encontrada apenas na região amazônica, o que significa que não existe em nenhum outro lugar do mundo!

Características gerais



A costa do sapo é marrom-escuro ou preta, com manchas grandes que podem ser de vários tons. Em alguns, as mãos, os pés e a parte de baixo perto das pernas são vermelhos.

Rhaebo guttatus



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



Esse bicho é um dos maiores sapos da nossa floresta, pode passar dos 20 cm, é um verdadeiro gigante!



É o único sapo no Brasil que consegue soltar uma substância irritante até 1.5 metros pelas glândulas que ficam atrás dos olhos!

Características gerais

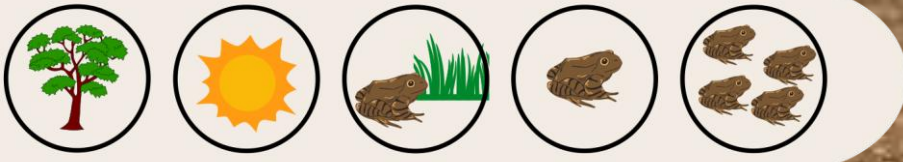


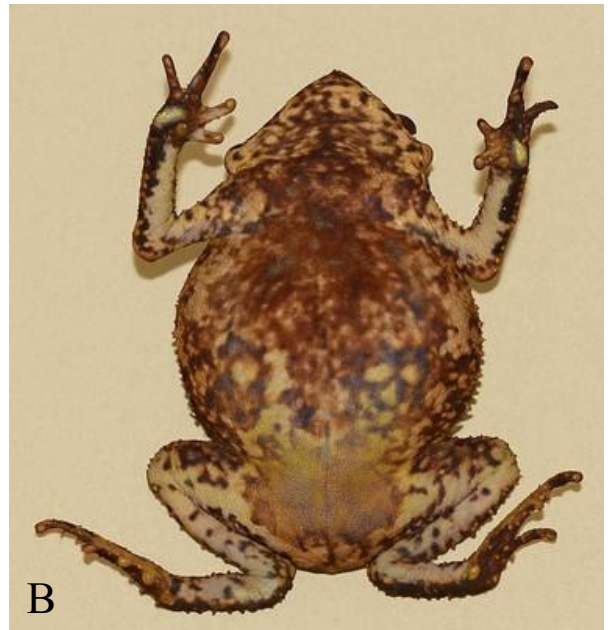
O sapo tem as costas em tons de marrom acinzentado ou amarelado. As pernas são pretas ou cinza-azuladas. A barriga tem manchas brancas redondas e bem marcadas.

Rhinella martyi




CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista ventral.

Você sabia?

Tem cristas duras que parecem uma máscara, ajudando a se camuflar e protegendo a cabeça de mordidas ou brigas!



Quando fica paradinho no chão, a cor e a pele fazem ele parecer muito com uma folha morta ou uma pedrinha, confundindo quem tenta caçá-lo.

Características gerais



Tem tons de marrom e preto na costa, às vezes com uma linha clara do focinho até a cloaca. O focinho é curto e tem cristas grandes.

Rhinella lescurei



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista dorsal.

Você sabia?



Alguns sapos são mais claros ou mais escuros, com manchas ou faixas diferentes, o que ajuda na camuflagem!



Esse sapo só é encontrado em florestas úmidas da Guiana Francesa e do norte do Brasil!

Características gerais



Tem as costas em tons de marrom e preto com manchas irregulares. A íris é dourada e a ponta do focinho se destaca, também não possui cristas o que os diferem da espécie *Rhinella martyi*.

Rhinella meriana



CECC

25





Legenda: A-B adulto em vista frontal.

Você sabia?



Se reproduzem em lagoas temporárias e poças rasas durante a estação chuvosa, as fêmeas podem conter mais de 3.000 ovos!



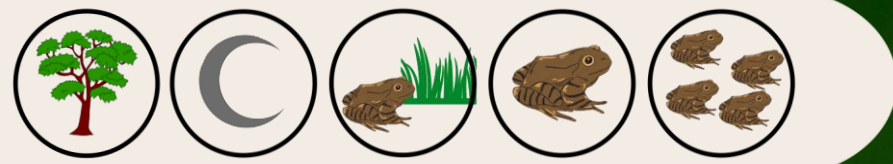
Constrói e dorme em buracos no solo úmido após as chuvas, usando os membros posteriores para escavar.

Características gerais



Espécie de pequeno porte. Sua costa possui diferentes tons de marrom ou cinza e possui uma textura granulosa, a barriga é característica por ter a coloração branca. Nos machos o saco vocal possui cor amarela, na região da garganta.

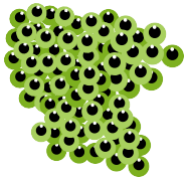
Rhinella marina





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista dorsal; C - adulto em vista dorsolateral;

Você sabia?



Tem reprodução explosiva, podendo colocar até 30 mil ovos de uma vez em cordões gelatinosos na água!



É altamente resistente, sobrevive em ambientes secos e contaminados e tolera altas variações de temperatura!

Características gerais

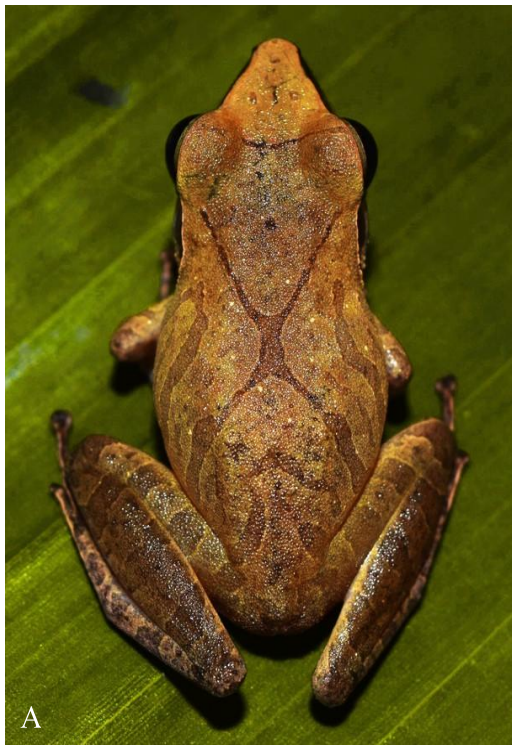


Espécie de grande porte, com machos medindo entre 9 e 14 cm e fêmeas chegando a 30 cm. Possui glândulas paratóides grandes atrás dos olhos. A barriga é clara, com pequenos pontos marrons.

CRAUGASTORIDAE

*Pristimantis
chiastonotus*






Legenda: A- adulto em vista dorsal; B- adulto em vista dorsolateral; C- adulto em vista ventral;

Você sabia?



 O nome *chiastonotus* vem do grego e pode se referir a um padrão em forma de “X” nas costas (“chastos” = cruzado, “notus” = dorso).



Eles vivem geralmente sobre folhas de arbustos ou pequenas árvores.

Características gerais



A costa da espécie possui uma coloração marrom/avermelhada com uma grande marca em forma de “X”, possui também uma faixa preta que vai do focinho ao tímpano, a barriga é caracterizada por possuir um tom branco/amarelado, a íris é cinza.

Pristimantis zeucotylus



CECC



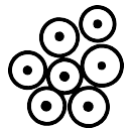


Legenda: Adulto em vista Dorso lateral.

Você sabia?



Ótimo em camuflagem, devido a sua coloração!



Não há girinos, os ovos se transformam diretamente em sapinhos pequenos.

Características gerais



Possui uma faixa escura que vai do focinho até o tímpano, passando pelos olhos. A costa possui tons variados de marrom- avermelhado, marrom- esverdeado, marrom-escuro, com ou sem manchas escuras, já a barriga é característico por possuir um tom arroxeado.

DENDROBATIDAE

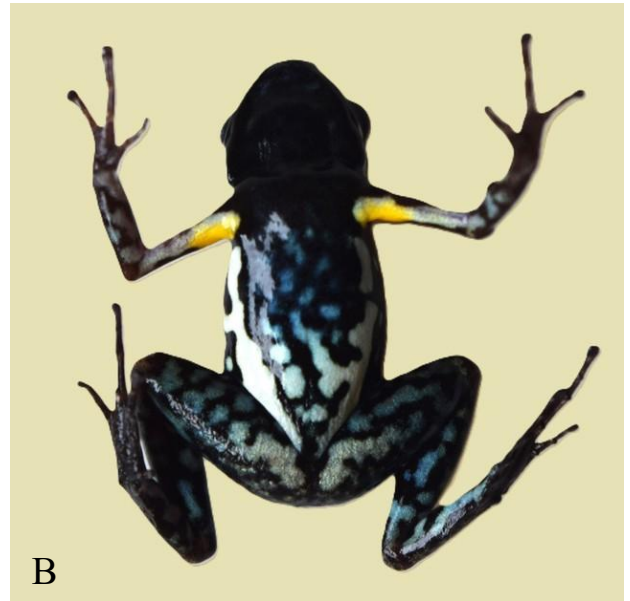
Ameerega hahneli



CECC

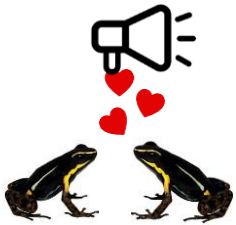
33





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista ventral.

Você sabia?



Emite cantos agudos e repetitivos para marcar território e atrair fêmeas!

Características gerais

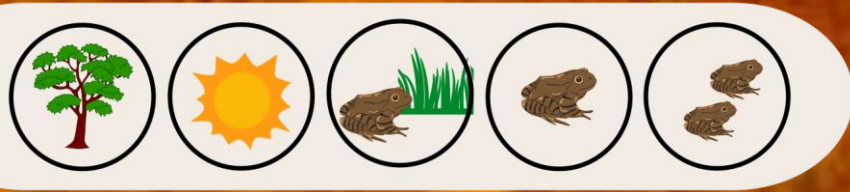


As costas e as pernas são marrons, às vezes com manchas pretas. O dorso é preto, com uma linha fina branca ou creme que vai do focinho até a virilha. A barriga é azul com manchas pretas.

Dendrobates tinctorius

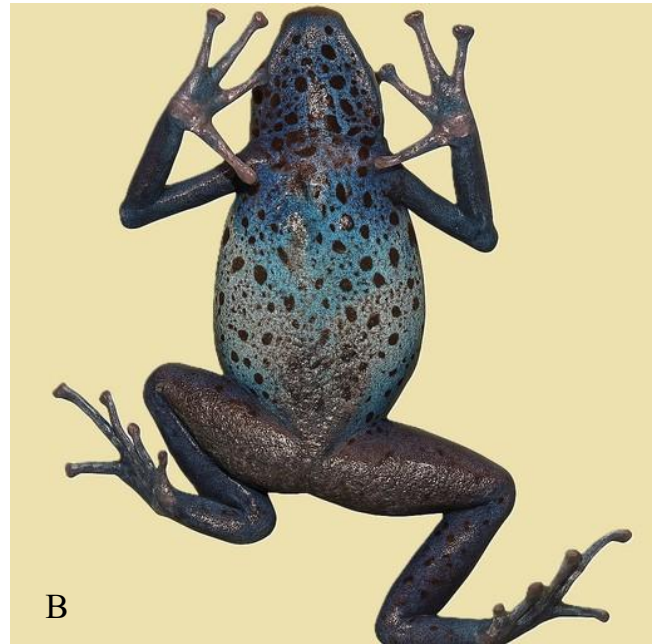


CECC





A



B

Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista ventral.

Você sabia?



Após a queda de árvores, essa espécie explora rapidamente os galhos caídos em busca de locais úmidos, para reprodução. Esse comportamento mostra sua adaptação a mudanças no ambiente.



Se alimentam principalmente de pequenas formigas, cupins e ácaros, que são a fonte das toxinas que acumulam na pele.

Características gerais



A costa pode ser preta com faixas amarelas ou alaranjadas, que às vezes se ligam entre si. Em alguns sapos, a costa é amarelada com manchas pretas ou brancas. A barriga varia entre azul e preto.

Ranitomeya amazonica




CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em vista ventral.

Você sabia?



Os girinos são alimentados pelos pais com ovos não fertilizados. Esse cuidado garante a sobrevivência nas pequenas poças onde se desenvolvem.



Essas cores ajudam a avisar os predadores que ele é venenoso, é um aviso de “não me coma!”

Características gerais



Espécie pequena, sempre tem uma mancha preta redonda no focinho. Sua costa tem listras que vão do amarelo-esverdeado ao laranja, com grandes manchas pretas arredondadas. O ventre é azul-esverdeado com manchas pretas.

HYLIDAE

Boana boans



CECC

39





Legenda: A - adulto em vista dorsal ; B- adulto em vista lateral; C - adulto em vista ventral.

Você sabia?



O coaxar dos machos é tão forte e profundo que ecoa pela floresta, chamando a atenção de fêmeas e alertando outros machos.



Essa é uma das maiores pererecas das Américas, podendo chegar a mais de 12 cm do focinho até a parte de trás do corpo.

Características gerais



A coloração das costas é marrom nos machos e marrom alaranjado nas fêmeas. A barriga é clara em ambos os sexos, e os olhos têm íris marrom-alaranjada.

Boana cf. gracilis



CECC





Legenda: A - adulto em vista dorsal ; B - adulto em vista ventral.

Você sabia?



O nome gracilis vem do latim e significa “esbelta” ou “delicada”, o que descreve bem seu corpo fino e suas pernas longas e ágeis, e barriga transparente.



A fêmea deposita seus ovos em poças nas margens dos igarapés.

Características gerais



Os machos possuem o comprimento de 31 – 35 mm e as fêmeas 33 – 37 mm. A costa é verde transparente, com pequenas manchas amarelas e vermelhas. A barriga é verde- amarelado. Os olhos são laranjas e envolto por uma membrana azul.

Boana diabolica



CECC





Legenda: A- adulto em visto de frente; B- adulto em vista dorsolateral;

Você sabia?



O nome *diabolica* vem do latim e significa “diabólica” e foi dado por causa da coloração vermelho-vivo nas superfícies internas das coxas e pernas.



É arborícola, vivendo nas árvores e arbustos da floresta. Ela se locomove com facilidade entre galhos e folhas!

Características gerais

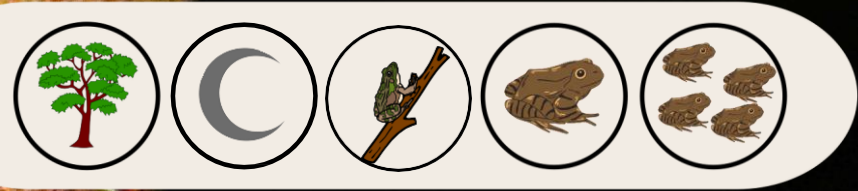


Espécie de porte médio variando de 55m – 75 mm. A costa tem coloração marrom-alaranjada, enquanto a barriga varia entre amarelo-claro a alaranjado. As patas possuem faixas escuras ao longo de toda parte superior da perna. A íris é dourada a alaranjada.

Osteocephalus oophagus



CECC





Legenda: A - adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral.

Você sabia?



A espécie se reproduz em poças de água formadas dentro de ocos das árvores ou bromélias.



O nome oophagus significa literalmente "comedores de ovos", uma referência direta à alimentação dos girinos.



Características gerais



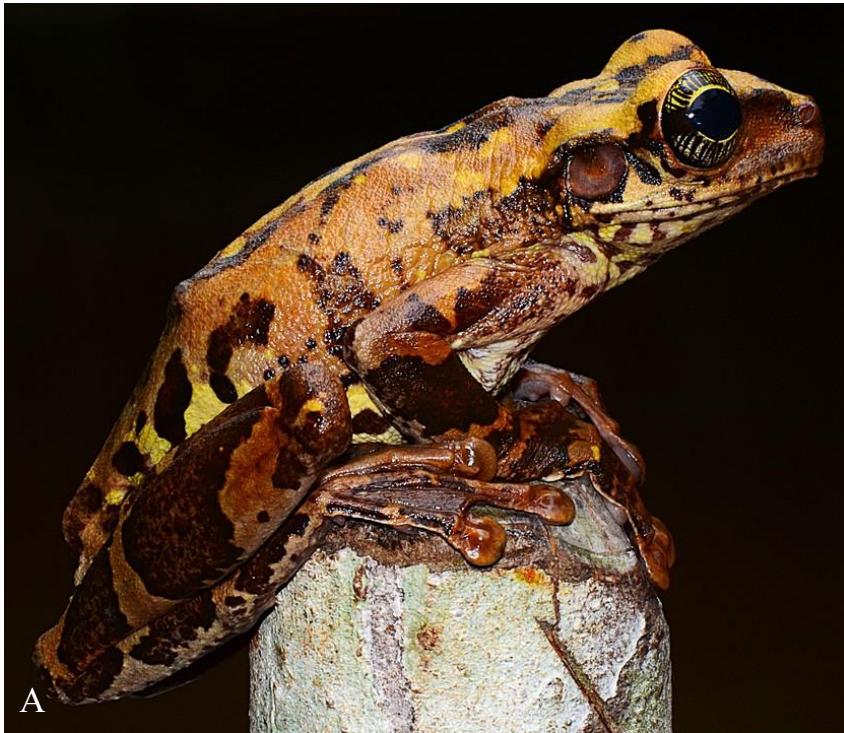
Os machos possuem comprimento de 39 - 53mm, enquanto as fêmeas possuem entre 49 – 57 mm. A costa é marrom com manchas claras ou escuras. A barriga é creme esbranquiçado. A região lateral pode ser repleta de manchas esbranquiçadas. Os machos possuem apenas um saco vocal e a íris é dourada com linhas radiais negras.

Osteocephalus taurinus



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral.

Você sabia?



O nome *taurus* vem do latim e significa “relativo ao touro”, isso por causa do canto forte e grave dos machos, que ecoa na floresta durante a noite, parecendo um touro mugindo!



Ele vive em árvores, descendo ao chão apenas para se reproduzir.

Características gerais



É uma espécie de grande porte, com machos medindo 71 – 92 mm e nas fêmeas 90 – 101 mm. A costa varia do marrom-claro ao escuro, podendo ter uma linha mais clara ao longo da coluna. A barriga é creme e os machos têm dois sacos vocais nas laterais da cabeça. Os olhos são dourados com listras pretas em forma de raios.

Trachycephalus resinifictrix




CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista dorsolateral.

Você sabia?



Uma das características mais marcantes é a pupila em forma de cruz, que ajuda a diferenciar essa espécie de outros sapos.



Essa espécie adora viver em árvores altas, fica em buracos ou cavidades de troncos! onde cria seus girinos. São territorialistas!

Características gerais



Espécie de grande porte medindo cerca de 77 mm em machos e 88 mm em fêmeas. A costa possui uma cor marrom-escuro com manchas que variam nos tons esverdeados a marrom claro. A íris é dourada com uma macha preta bem evidente em forma de cruz.

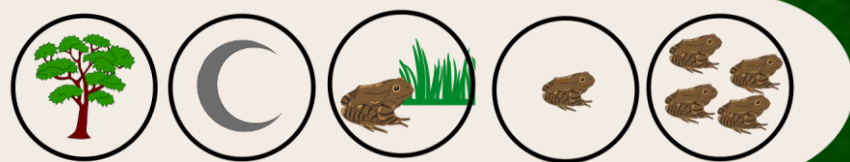
LEPTODACTLYDAE

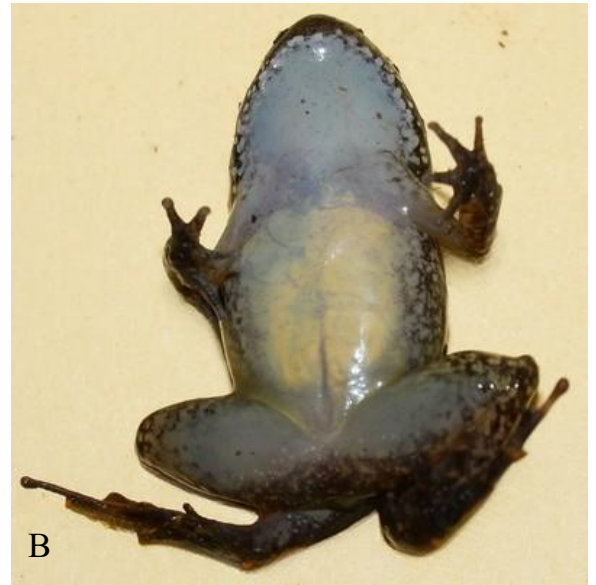
Adenomera andreae



CECC

51





Legenda: A- adulto em vista dorsal; B- adulto em vista ventral.

Você sabia?



Cantam debaixo embaixo ou em cima da serrapilheira!



Constroem tocas para depositar os ovos, onde os girinos se desenvolvem em uma espécie até a metamorfose.

Características gerais

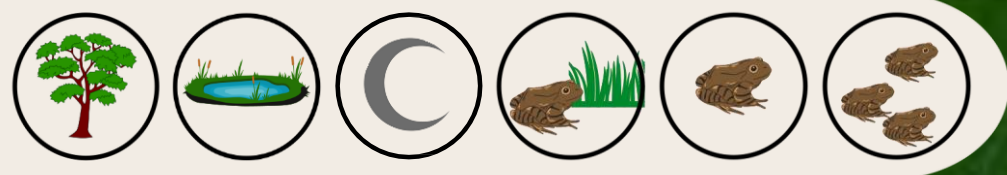


Machos medem 17 a 20 mm e fêmeas 20 a 22 mm. As costas são marrom com manchas escuras. O focinho é arredondado. A barriga vai do branco ao cinza e a garganta e a parte de baixo dos braços e das coxas são rosadas ou acinzentadas.

Leptodactylus mystaceus



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B – adulto em visão dorso lateral.

Você sabia?



Essa rã tem uma faixa escura que vai do focinho até os olhos, parecendo um bigode, por isso o nome “mystaceus”, que quer dizer “bigodudo”.



O casal faz um ninho espumoso no chão úmido, perto de poças ou rios. Essa espuma protege os ovos até que virem girinos!

Características gerais

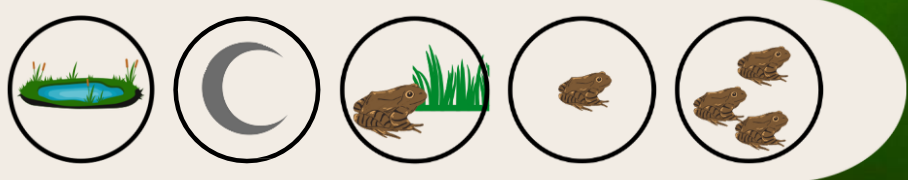


Espécie média, machos de 43–50 mm e fêmeas até 60 mm. Corpo marrom claro com manchas escuras, faixa preta do focinho até atrás do ouvido. Barriga creme, que pode ficar amarela nos machos na reprodução.

Leptodactylus petersii



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



O canto do machos lembram água gotejando, por isso é conhecida como rã-goteira!



Os girinos vivem em grupo com a mãe, que está sempre atenta. Ao menor sinal de perigo, ela entra em ação para defendê-los!

Características gerais

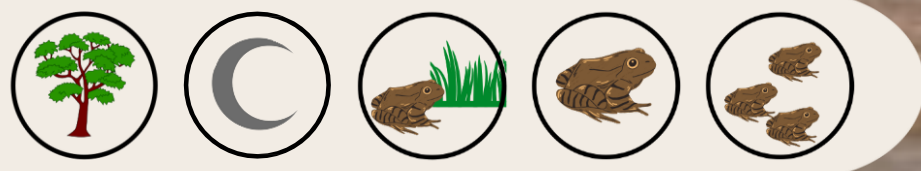


Possui porte pequeno, os machos medem 32 – 40 mm e as fêmeas 35 – 45 mm. Possui diferentes tonalidades de marrom e uma mancha triangular sobre a cabeça. A barriga é esbranquiçada com manchas escuras. A íris é dourada, com manchas brancas na parte inferior.

Leptodactylus pentadactylus



CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



Essa espécie se reproduz em ninhos de espuma longe da água. Os girinos, que ajudam a manter a espuma, permanecem ali até completar a metamorfose.



Difícilmente vive mais do que três anos!

Características gerais

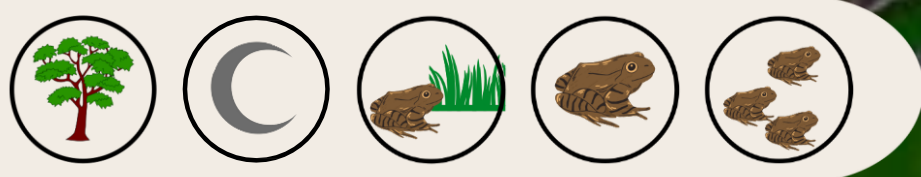


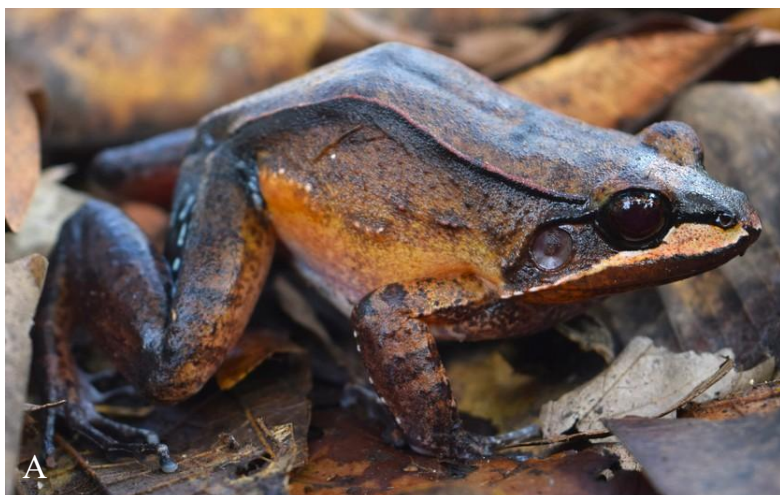
Espécie de grande porte. A costa é castanho avermelhado . Possui duas pregas: uma dorsolateral que se estende de atrás dos olhos até quase o fim do corpo, e a outra que inicia atrás dos olhos indo para a lateral do corpo essa prega é acompanhada por uma faixa negra. A barriga e a parte inferior das pernas tem manchas brancas sob o fundo acinzentado. A íris é bronze e alaranjada.

Leptodactylus rhodomystax



CEECC





Legenda: A- adulto em vista dorso-lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



O nome "rhodomystax" significa "bigode rosado" (rhodo = rosa, mystax = bigode), fazendo referência a uma coloração rosada nas laterais do focinho em alguns indivíduos.



Costuma usar tocas no solo para se abrigar durante o dia, se proteger de predadores e do calor.

Características gerais

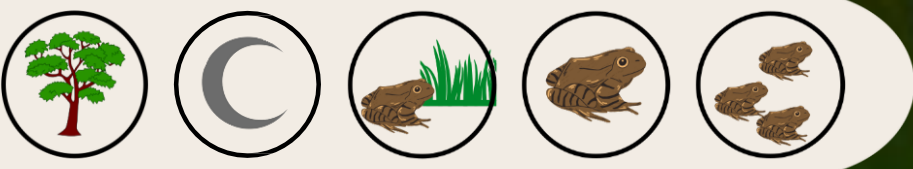


Possui na costa uma coloração marrom-avermelhado com algumas manchas escuras entre duas linhas que vão dos olhos até a virilha. Atrás das coxas, há pequenas manchas arredondadas de cor verde ou amarela. Os olhos têm a parte de cima da íris bronze e a parte de baixo avermelhada, e ele também tem uma faixa clara perto da boca.

Leptodactylus stenoderma



CECC






Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



 Essa espécie cava tocas no solo usando as patas traseiras. Esses buracos servem como abrigo contra o calor e também como locais de reprodução.



Come pequenos invertebrados, como insetos e aranhas, ajudando no controle natural desses bichinhos.

Características gerais

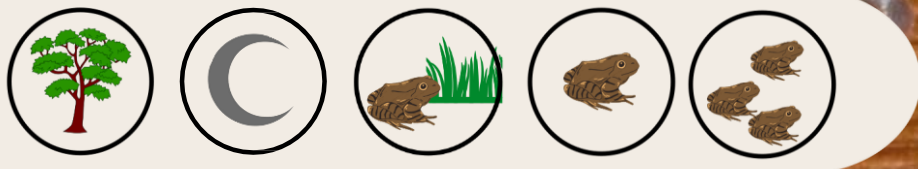


Possui o focinho curto, a costa possui uma coloração castanho esverdeado. A parte superior da íris possui a cor bronze e a inferior alaranjada. Os lábios possuem uma mancha negra. A prega lateral é curta e descontínua.

Lithodytes lineatus



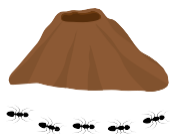
CECC





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista dorsal, com detalhes nos membros inferiores; C- adulto em vista ventral;

Você sabia?



Essa rã vive dentro de formigueiros de formigas saúvas sem ser atacada, graças a substâncias em sua pele que enganam as formigas.

Características gerais



Espécie pequena, onde os machos medem 34 -43 mm e as fêmeas de 48 – 56 mm. Possui uma coloração preta na costa, com duas faixas laterais amarelas. O focinho é arredondado, a barriga é acinzentado e possuem manchas alaranjadas ou vermelhas na parte externa das coxas.

PHYLLOMEDUSIDAE

Phyllomedusa bicolor



MMSS





Legenda: A- adulto em vista lateral; B- adulto em vista ventral;

Você sabia?



É usada em rituais chamados kambô por povos indígenas. Eles aplicam sua secreção na pele para fortalecer o corpo e afastar doenças ou maus espíritos.



Essa espécie pode atingir até 12 cm de comprimento, sendo a segunda maior perereca da América do Sul!

Características gerais



Possui a costa verde – escuro, enquanto a barriga varia entre amarelo e creme. A glândula paratóide é bem visível e robusta logo atrás dos olhos, a íris é cinza- escura.



Lista de Espécies

Família/ Espécie

Aromobatidae (Allobatinae)

Alobates femoralis (Boulenger, 1884) **Bufonídeos**

Atelopus hoogmoedi Lescure, 1974 *Rhaebo guttatus*
(Schneider, 1799)

Rhinella martyi

Rhinella lescurei Fouquet, Gaucher, Blanc & Vélez-Rodriguez, *Rhinella*
merianae (Gallardo, 1965)

Rhinella marina (Linnaeus, 1758)

Craugastoridae

Pristimantis zeuctotylus (Lynch & Hoogmoed, 1977) *Pristimantis*
chiastonotus (Lynch & Hoogmoed, 1977) **Dendrobatidae**

Ameerega hahneli (Boulenger, 1884) *Dendrobates*
tinctorius (Cuvier, 1797)

Ranitomeya amazonica (Zimmermann & Zimmermann, 1988)

Hylidae

Boana boans (Linnaeus, 1758) *Boana* cf.
gracilis (Melin, 1941)

Boana diabolica (Fouquet, Martinez, Zeidler, Courtois, (2016)

Osteocephalus oophagus Jungfer & Schiesari, 1995 *Osteocephalus*
taurinus Steindachner, 1862

Trachycephalus resinifictrix (Goeldi, 1907)

Leptodactylidae

Adenomera andreae (Müller, 1923) *Leptodactylus*
mystaceus (Spix, 1824) *Leptodactylus petersii*

(Steindachner, 1864) *Leptodactylus pentadactylus*
(Laurenti, 1768) *Leptodactylus rhodomystax*

Boulenger, 1884

Leptodactylus stenodema Jiménez de la Espada, 1875

Lithodytes lineatus (Schneider, 1799) **Phyllomedusidae**

Phyllomedusa bicolor (Boddaert, 1772)



Referências

Allobates femoralis

Pašukonis A, Trenkwalder K, Ringler M, Ringler E, Mangione R, Steininger J, Warrington I, Hödl W. The significance of spatial memory for water finding in a tadpole-transporting frog. *Anim Behav.* 2016 Jun;116:89-98. doi: 10.1016/j.anbehav.2016.02.023. PMID: 28239185; PMCID: PMC5321284.; Beck KB, Loretto MC, Ringler M, Hödl W, Pašukonis A. Relying on known or exploring for new? Movement patterns and reproductive resource use in a tadpole-transporting frog. *PeerJ.* 2017 Aug 29;5:e3745. doi: 10.7717/peerj.3745. PMID: 28875083; PMCID: PMC5580388.

Atelopus hoogmoedi

Benício, R. A., & Lima, J. D. (2017). Anurans of Amapá National Forest, Eastern Amazonia, Brazil. *HerpetologyNotes*,10,627633.;<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/Amphibia/Anura/Bufonidae/Atelopus/Atelopus-hoogmoedi>

Rhaebo guttatus

Azevedo-Ramos, C.; La Marca, E.; Hoogmoed, M.; Reichle, S. 2010a. *Rhaebo guttatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T54658A11183165. (<https://www.iucnredlist.org/species/54658/11183165>).

Rhinella martyi

Kwet, A., & Di-Bernardo, M. (1999). Description of *Rhinella martyi* (Anura: Bufonidae) and comments on its distribution and ecology. *Amphibia- Reptilia*, 20(3), 377-385.; Barrio-Amorós, C. L., & Santos-Barrera, G. (2013). Amphibians of the Guiana Shield: Diversity, ecology and conservation. *Herpetological Review*, 44(3), 370-381.

Rhinella lescurei

Frost, D. R. (2023). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. American Museum of Natural History.; Avila-Pires, T. C. S., & Hoogmoed, M. S. (2010). Amphibians of the Guiana Shield. *Check List*, 6(1), 89-102.

Rhinella merianae

Silva, G. R., & Borges, R. P. (2019). "Reproductive behavior and ecology of *Rhinella merianae* in northeastern Brazil." *Journal of Herpetology*, 53(4), 345-352.

Rhinella marina

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. *Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central*. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; AmphibiaWeb. 2010. *Rhinella marina*. University of California, Berkeley, CA, USA. (<https://amphibiaweb.org/species/229>).

Pristimantis chiastonotus

<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/Amphibia/Anura/Brachycephaloidea/Craugastoridae/Pristimantinae/Pristimantis/Pristimantis-chiastonotus>; Rivera-Correa, M., & Daza, J. M. (2020). Out of the blue: A new rain frog species of the genus *Pristimantis* (Anura: Craugastoridae) from the northern Cordillera Central in Colombia. *Zootaxa*, 4838(1), 83-101.

Pristimantis zeucotylus

Valencia JH, Dueñas MR, Székely P, Batallas D, Pulluquitín F, Ron SR. A new species of direct-developing frog of the genus *Pristimantis* (Anura: Terrarana: Craugastoridae) from Cordillera del Cóndor, Ecuador, with comments on threats to the anuran fauna of the region. *Zootaxa.* 2017 Nov 24;4353(3):447-466. doi: 10.11646/zootaxa.4353.3.3. PMID: 29245497.



Referências

Ameerega hahneli

Twomey, E., & Brown, J. L. (2008). A partial revision of the *Ameerega hahneli* complex (Anura: Dendrobatidae) and a new cryptic species from the East-Andean versant of Central Peru. *Zootaxa*, 1757(1), 49-65.

Dendrobates tinctorius

Rojas B, Pašukonis A. From habitat use to social behavior: natural history of a voiceless poison frog, *Dendrobates tinctorius*. *PeerJ*. 2019 Sep 17;7:e7648. doi: 10.7717/peerj.7648. PMID: 31576237; PMCID: PMC6753930.

Ranitomeya amazonica

Rubio, A.O., Stuckert, A.M.M., LaPolice, T.M. et al. Under pressure: evidence for selection on color-related genes in poison frogs of the genus *Ranitomeya*. *Evol Ecol* 38, 639–655 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10682-024-10297-1>

Boana boans

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.

Boana cf. gracilis

ESCALONA, M., & ROJAS-RUNJAIC, F. J. (2025). The advertisement call of *Boana gracilis* (Melin, 1941)(Anura: Hylidae) from southern Venezuela. *Zootaxa*, 5653(2), 297-300.

Boana diabolica

Fouquet, A., Martinez, Q., Zeidler, L., Courtois, E. A., Gaucher, P., Blanc, M., ... & Kok, P. J. (2016). Cryptic diversity in the *Hypsiboas semilineatus* species group (Amphibia, Anura) with the description of a new species from the eastern Guiana Shield. *Zootaxa*, 4084(1), 79-104.

Osteocephalus oophagus

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.

Osteocephalus taurinus

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. Read, M.; Ron, S.R. 2015. *Osteocephalus taurinus*. In: Ron, S. R., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. (Eds). *Anfibios del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.* ([https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Osteocephalus taurinus](https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Osteocephalus%20taurinus)). Acessado em 13/04/2018.



Referências

Trachycephalus resinifictrix

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. Schiesari, L.; Gordo, M.; Hödl, W. 2003. Treeholes as calling, breeding, and developmental sites for the Amazonian canopy frog, *Phrynohyas resinifictrix*. *Copeia* 2003: 263–272.

Adenomera andreae

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. La Marca, E.; Azevedo-Ramos, C.; Coloma, L.A.; Ron, S. 2004. *Adenomera andreae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T56304A11453385. (<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T56304A11453385.en>).

Leptodactylus mystaceus

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. Heyer, R.; Rodrigues, M.T. 2010. *Leptodactylus mystaceus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T57146A11591629. (<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57146A11591629.en>).

Leptodactylus petersii

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. Heyer, R.; Rodrigues, M.T. 2010b. *Leptodactylus petersii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: .T57155A11593480. (<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57155A11593480.en>).

Leptodactylus pentadactylus

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.; 2. AmphibiaWeb. 2008. *Leptodactylus pentadactylus*. University of California, Berkeley, CA, USA. (<https://amphibiaweb.org/species/3353>)

Leptodactylus rhodomystax

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.

Leptodactylus stenoderma

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd ed. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.

Lithodytes lineatus

AmphibiaWeb. 2017. *Lithodytes lineatus*. University of California, Berkeley, CA, USA. (<https://amphibiaweb.org/species/3376>). Acessado em 18/04/2018; 2. de Lima Barros, A.; López-Lozano, J.L.; Lima, A.P. 2016. The frog *Lithodytes lineatus* Anura: Leptodactylidae) uses chemical recognition to live in colonies of leafcutting ants of the genus *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 70: 2195–2201

Phyllomedusa bicolor

Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; et al. 2008. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. 2nd. Attema Design Editorial Ltda, Manaus, 177p.



Agradecimentos

Somos gratos pela ajuda de todos os pesquisadores que ajudaram e deram apoio desde a abertura dos módulos até a realização das amostragens. Agradecemos especialmente ao Programa de Pós Graduação em Ecologia (PPG-Eco/Inpa), ao grupo de alunos do laboratório de herpetologia da universidade federal do Amapá (Herpetolab): Edmilson, Aline Souza, Agatha Soares, Eduarda Barbosa, Fernanda Melo, Pedro Henrique, Bruna Toscano, Thalyta Rhymena, Rodrigo Tavares, Ruan Costa, Matheus Henrique, Patrick Sanches, Diego Cruz, Pedro Vitor, Felipe Cauê, Luiz Rodolfo, Jeanderson Lobato, Maykon Balieiro, pela ajuda e disponibilidade durante as amostragens, agradecemos também ao seu Manoel, Dona Nazaré e Dedé, pela ajuda em tudo e a hospitalidade e agradecemos a equipe de pesquisadores/professores que compartilharam sua experiência e conhecimento para a publicação deste guia, em especial aos professores Albertina P. Lima, Clarissa Rosa e Eduardo Costa Campos.





Financiamento

A. P. Lima recebeu bolsa de produtividade da FAPEAM (013/2022 CT&I), Clarissa Alves da Rosa recebeu bolsa do DPG/CAPES (Edital N. 038/2022), INCT-CENBAM (grant CNPq N° 406474/2022-2), PPBio (grant CNPq 441260/2023-3 and 441228/2023-2) e Carlos E. Costa-Campos recebeu bolsa de Produtividade do CNPq (proc. 307697/2022-3). A publicação e produção deste guia foi feito graças ao apoio da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, em colaboração com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e ao Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade – ICMBio





Autores

Albertina P. Lima

Madalena Salviano

Pesquisadora Titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) que estuda a biodiversidade de Anuros da Amazônia há mais de 30 anos.

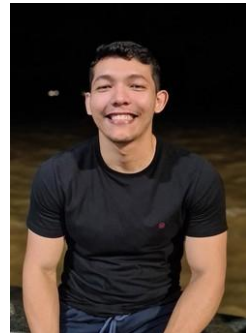


Bióloga, mestre em Ecologia pelo INPA, atua no Amapá com estudos de Ecologia de populações e comunidades de anuros.



Patrick R. Sanches

Biólogo, mestre em Ecologia pelo INPA, docente da Universidade Federal do Amapá e doutorando em Ecologia de populações e comunidades de anuros.



Carlos E. C. Campos

Biólogo, professor associado e Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação da UNIFAP. Doutor em Psicobiologia, com atuação em zoologia, especialmente anfíbios e répteis, ecologia, comportamento e conservação.



Derlon V. Silva

Morador e castanheiro da comunidade do Marinho, na RESEX Cajari, atuou como guia em nossas amostragens.



Clarissa Rosa

Pesquisadora do INPA e membra de redes e programas voltados à biodiversidade amazônica. Atua com ecologia e conservação, integrando ciência e comunidades tradicionais na gestão sustentável de recursos natura

