

Dezembro 2025

Herpetologia Brasileira



SBH
SOCIEDADE BRASILEIRA DE
HERPETOLOGIA

volume 14 número 2
ISSN: 2316-4670

Herpetologia Brasileira

Uma publicação da Sociedade
Brasileira de Herpetologia

Sociedade Brasileira de Herpetologia
www.sbherpetologia.org.br

Presidente: Eliza Maria Xavier Freire

1º Secretária: Ana Carolina Calijorne Lourenço

2º Secretária: Natália Torello

1º Tesoureira: Karina Rodrigues da Silva Banci

2º Tesoureira: Ariadne Fares Sabbag

Conselho: Délio Baêta, Denise de C. Rossa-Feres, Hélio R. da Silva, Luciana B. Nascimento, Luiz Felipe Toledo, Luiz Norberto Weber, Rodrigo Lingnau, Taran Grant e Thais H. Condez.

Membros Eméritos: Augusto S. Abe, Carlos Alberto Gonçalves da Cruz, Ivan Sazima, Luis Dino Vizotto, Magno Vicente Segalla, Maria de Fátima Domingues Furtado, Miguel Trefaut Urbano Rodrigues, Norma Gomes, Teresa Cristina Sauer de Avila-Pires, Ulisses Caramaschi, Sylvia Alma Lemos Romano-Hoge, Radenka Francisca Batistic, Maria Luiza Beçak, Elizabeth Maria Mamede da Costa.

Diagramação: Isadora Puntel de Almeida

Bothrops insularis
Ilha da Queimada Grande, SP
@ Otávio Marques

ISSN: 2316-4670
volume 14 número 2
Dezembro de 2025



Corpo Editorial

Editoras Gerais:

Angele Martins
Manuela Folly
Nathalie Citeli

Etnozoologia e Ciência Cidadã:

Thabata Cavalcante

Inventários e Lista de Espécies:

Rodrigo Castellari Gonzalez
Ariadne Sabbag

Biogeografia e Distribuição:

Iberê F. Machado
Rodrigo Castellari Gonzalez

Sistemática, Taxonomia e Morfologia:

Rodrigo Castellari Gonzalez
Délio Baêta

Métodos em Herpetologia:

Alexandro Tozetti
Daniela Pareja Mejía

Ensaio, Opiniões e Resenhas:

Julio Cesar Moura-Leite
Luciana B. Nascimento
Teresa Cristina Ávila-Pires
Quezia Ramalho

História Natural e Conservação:

Henrique Caldeira Costa
Ariadne Sabbag
Daniela Pareja Mejía
Mariana Pontes

Revisão de Língua Inglesa:

Ross MacCulloch

Sumário

Métodos em Herpetologia

Diretrizes para estudos experimentais com girinos	5
---	---

História Natural e Conservação

Elementary survival strategy: first record of death-feigning behavior in <i>Atractus pantostictus</i> (Colubridae, Dipsadinae)	19
--	----

And the Oscar goes to: Death-feigning behavior in <i>Stenocercus squarrosus</i> Nogueira & Rodrigues, 2006 (Squamata, Tropiduridae)	25
---	----

O tripé do Instituto Butantan para evitar a extinção da jararaca-ilhoa	33
--	----

Errata	45
--------------	----

Defensive behavior of <i>Adelophryne nordestina</i> (Anura: Eleutherodactylidae) in an Atlantic Forest fragment in Northeast Brazil	46
---	----

Predation of <i>Eurolophosaurus</i> aff. <i>divaricatus</i> (Sauria: Tropiduridae) by <i>Philodryas nattereri</i> (Serpentes: Colubridae)	52
---	----

Notes on the Natural History of <i>Helicops leopardinus</i> (SCHLEGEL, 1837) (Serpentes: Hydropsini) in a large urban center	57
--	----

Biogeografia e Distribuição

Primeiro registro de <i>Rhinella pygmaea</i> (Myers & Carvalho, 1952) para o município do Rio de Janeiro, RJ, e ameaças à sua conservação	62
---	----

First record of <i>Dendropsophus anataliasiasi</i> (Bokermann, 1972) (Anura, Hylidae) for the state of Pará, Brazil	70
---	----

Obituário	77
-----------------	----

Diretrizes para estudos experimentais com girinos

Yasmim C. M. de Souza^{1*}, Fausto Nomura², C. Guilherme Becker³, Juliane S. Freitas⁴, Paula C. Eterovick⁵, Renan N. Costa⁶ e Denise de C. Rossa-Feres⁷

1 Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Estadual Paulista, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

2 Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, 74690-900, Goiânia, GO, Brasil.

3 Department of Biology, The Pennsylvania State University, 16802, University Park, PA, United States.

4 Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, 17033-360, Bauru, SP, Brasil.

5 Leibniz Institut, DSMZ, German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH, 38124, Braunschweig, Germany.

6 Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Minas Gerais, 36802-086, Carangola, MG, Brasil.

7 Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

*Autora correspondente. E-mail: mossioli.souza@unesp.br

Editores de área: Julio Cesar Moura-Leite
Luciana B. Nascimento
Teresa Cristina Ávila-Pires

Submetido: 08/05/2025

Aceito 21/07/2025

DOI: [10.5281/zenodo.17367039](https://doi.org/10.5281/zenodo.17367039)

Resumo

Girinos desempenham papéis ecológicos importantes nos ecossistemas aquáticos, atuando como consumidores primários, presas de diversos predadores e bioindicadores da qualidade da água, devido à sua sensibilidade a alterações ambientais. São amplamente utilizados como organismos-modelo em pesquisas experimentais, em razão de sua diversidade, abundância, pequeno tamanho e facilidade de manutenção. Esses organismos têm sido estudados experimentalmente em diversas áreas, como comportamento, dieta, ecotoxicologia, fisiologia e morfologia. No entanto, a ausência de diretrizes padronizadas para experimentos com girinos pode comprometer a reprodutibilidade e dificultar a comparabilidade entre estudos. Diante disso, este trabalho propõe diretrizes experimentais para orientar e padronizar pesquisas com girinos.

Palavras-chave: anfíbio, larva de anuro, protocolo experimental

Abstract

Tadpoles play important ecological roles in aquatic ecosystems, acting as primary consumers, prey for various predators, and bioindicators of water quality due to their sensitivity to environmental changes. They are widely used as model organisms in experimental research because of their diversity, abundance, small size, and ease of maintenance. These organisms have been experimentally studied in several areas, such as behavior, diet, ecotoxicology, physiology, and morphology. However, the absence of standardized guidelines for experiments with tadpoles can compromise reproducibility and hinder comparability between studies. Therefore, this work proposes experimental guidelines to guide and standardize research with tadpoles.

Keywords: amphibian, anuran larva, experimental protocol

Os girinos se alimentam tanto de organismos autotróficos quanto heterotróficos (Vera-Candioti, 2007) e podem apresentar diferentes padrões alimentares, como herbivoria, onivoria, carnivoria ou detritivoria (Altig & McDiarmid, 2007). Dessa forma, os girinos desempenham papéis importantes nos ecossistemas, sendo tanto fonte de alimento para diferentes predadores (e.g., Mamede & Nomura, 2021; Martins et al., 2021; Souza et al., 2022), quanto consumidores primários vorazes, influenciando a dinâmica dos ecossistemas aquáticos (Whiles et al., 2006). Adicionalmente, os girinos são bioindicadores da qualidade da água, pois são altamente sensíveis a poluentes e outras alterações no habitat, como a diminuição do volume de água (Souza-Queiroz et al., 2015), o que pode afetar sua sobrevivência e desenvolvimento (Babini et al., 2016; Costa et al., 2024). Assim, mudanças nas populações de girinos podem indicar problemas ambientais (Cooke, 1981; Cuzziol-Boccioni et al., 2024).

As primeiras pesquisas sobre girinos tinham como objetivo descrever sua morfologia (e.g., Orton, 1951, 1952, 1953). Após a década de 1950, os pesquisadores passaram a direcionar seus estudos para a compreensão do desenvolvimento dos girinos (e.g., Gosner, 1960; Wassersug, 1974, 1975). A partir da década de 1970, a ecologia de populações e a estrutura das comunidades de girinos começaram a ser investigadas e estudos sob condições experimentais controladas foram desenvolvidos (e.g., Wilbur, 1976, 1977; Steinwascher, 1979). Inclusive, os girinos são considerados organismos-modelo em ecologia experimental devido à sua abundância, facilidade de manuseio e de manutenção sob condições de confinamento em ambiente controlado, o que facilita sua coleta e experimentação. Além disso, apresentam fase larval de curta duração e são sensíveis a variações ambientais, sendo ideais para estudar os efeitos de fatores abióticos e bióticos durante intervalos temporais curtos. Adicionalmente, sua importância nas redes tróficas aquáticas os tornam essenciais para compreender processos ecossistêmicos e quantificar impactos ambientais.

Os girinos têm sido utilizados em estudos experimentais em diversas áreas de pesquisa, como comportamento (Nomura et al., 2013; Souza et al., 2024, 2025), dieta (Kloh et al., 2023, 2024), ecotoxicologia (Costa & Nomura,

2016; Freitas et al., 2019), fisiologia (Salla et al., 2016; Ballesterio et al., 2024) e morfologia (Annibale et al., 2020; Castellano et al., 2024). No entanto, ainda não há um protocolo com diretrizes bem estabelecidas para a condução de estudos experimentais com girinos, o que pode comprometer a reprodutibilidade dos experimentos e dificultar a comparação entre eles. Por isso, elaboramos estas diretrizes para apoiar jovens pesquisadores interessados em impulsionar as pesquisas envolvendo a fase larval dos anfíbios anuros. A seguir, apresentamos seis passos essenciais para o desenvolvimento de estudos experimentais com girinos:

1. Planejar a execução do experimento

Uma decisão importante no planejamento experimental é a definição do número de réplicas das unidades que o compõem. Embora não exista uma regra fixa que se aplique a todos os tipos de estudo, recomenda-se que as unidades experimentais sejam replicadas o máximo possível, de acordo com o contexto e as limitações de cada pesquisa, sendo ideal que o número de réplicas não seja inferior a três repetições. As réplicas são utilizadas para garantir a precisão e validade dos resultados, fornecendo uma estimativa da variabilidade natural e a capacidade de confirmar efeitos reais dos tratamentos, garantindo a confiabilidade e reprodutibilidade dos achados experimentais. A escolha do local e a escala espacial também são decisões importantes no planejamento do experimento e dependem do objetivo do estudo (Schindler, 1998; Skelly & Kiesecker, 2001). O experimento pode ser realizado em laboratório (Fig. 1), o que permite o controle das variáveis abióticas e bióticas (Jessup et al., 2004). Assim, os experimentos em laboratório possibilitam que os pesquisadores isolem e examinem precisamente os efeitos das variáveis. No entanto, o excesso de controle promove a diminuição de realismo nos experimentos em comparação ao ambiente natural, onde as variáveis abióticas e bióticas sofrem mudanças constantes que interagem de maneiras diferentes (Carpenter, 1996). Uma abordagem alternativa é realizar experimentos em recipientes expostos a condições ambientais, denominados de mesocosmos (Fig. 2), o que permite o controle de algumas variáveis experimentais, como a composição e a densidade de espécies. Ao mesmo tempo, os organismos ficam expostos a variações abióticas, como mudanças de temperatura, permitindo que

interações mais complexas e realistas ocorram (Wilbur, 1997). Assim, experimentos em mesocosmos permitem que os pesquisadores incluam variáveis naturais que são difíceis de replicar em laboratório, possibilitando aumentar a complexidade do experimento. No entanto, os mesocosmos estão sujeitos a variáveis externas que podem ser difíceis de controlar, como a invasão de organismos. Alternativamente, é possível realizar os experimentos diretamente em ambientes naturais (Fig. 3), por exemplo, incluindo gaiolas em corpos d'água e controlando a composição e densidade dos organismos dentro delas, enquanto estão expostos às condições naturais, como temperatura e luminosidade (Eterovick et al., 2020). Assim, os resultados obtidos em experimentos de campo têm alta aplicabilidade ecológica, pois refletem a realidade de um ecossistema natural. No entanto, experimentos em campo apresentam desafios logísticos. Em alguns estudos, por exemplo, é necessário monitorar grandes áreas por um longo período de tempo, o que demanda aumento de trabalho e custos. Adicionalmente, os pesquisadores têm que lidar com a imprevisibilidade de fatores ambientais, como tempestades e ações humanas, que podem danificar ou destruir o material experimental. É importante também levar em consideração que em experimentos de mesocosmo ou em ambientes naturais costuma ser necessária a incorporação de variáveis ambientais ao modelo estatístico inferencial, o que pode exigir análises mais complexas, como modelos lineares generalizados mistos (GLMM). A seguir, apresentamos as especificidades de aclimação e experimentação em laboratório, mesocosmo e campo:



Figura 1. Experimento em laboratório.



Figura 2. Experimento em mesocosmo. A foto foi fornecida por Rodolfo Mei Pelinson.



Figura 3. Experimento em campo.

Experimento em laboratório: aclimação

Os girinos devem ser aclimatados em laboratório sob condições controladas de temperatura e luminosidade para simular o ambiente natural ou as condições em que o experimento será realizado (Fig. 4A). Além disso, é recomendado deixar os sacos plásticos com os girinos parcialmente imersos na água sem cloro dos aquários para que a temperatura da água no interior dos sacos plásticos se iguale gradualmente à do aquário. Este procedimento evita induzir estresse térmico nos animais, garantindo uma transição mais suave para as novas condições ambientais. Adicionalmente, é recomendado que os girinos sejam alocados em aquários de vidro porque costumam raspar o fundo e as paredes dos recipientes em recipientes de polietileno e isso pode danificar suas fileiras

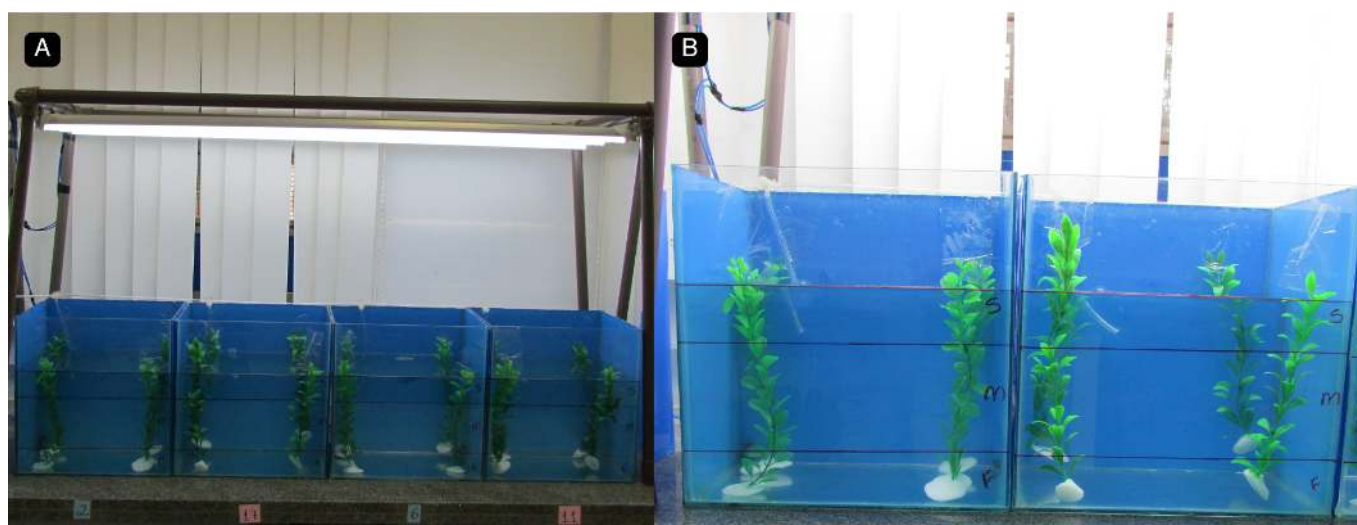


Figura 4. Aclimação em laboratório: **A)** aquário experimental com luz artificial e **B)** aquário experimental com plantas artificiais.

de denticulos (YCMS e DCR-F, observação pessoal). É recomendado o uso de vegetação artificial, geralmente feita de plástico, para enriquecimento ambiental e aerador para manter os níveis de oxigênio da água (Fig. 4B). Existem vários tipos de alimentos que podem ser oferecidos aos girinos, incluindo alface em pedaços, espinafre e alimentos comerciais (e.g., comida para peixes e coelhos). Particularmente, obtivemos bons resultados com alimentos comerciais contendo algas em sua composição. Os alimentos devem estar disponíveis sem restrições (*ad libitum*), a menos que a limitação alimentar faça parte do delineamento experimental e seja bem justificada pelo objetivo do estudo. No caso dos girinos, isso não se aplica ao período de reabsorção da cauda, quando eles param de se alimentar enquanto seu trato digestivo está sendo remodelado durante a metamorfose (Gosner, 1960; McDiarmid & Altig, 1999). A limpeza do aquário deve ser realizada com frequência para evitar a proliferação de fungos e bactérias. Se a água não puder ser completamente trocada sem afetar os objetivos do estudo, deve-se trocar de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ do volume da água e o fundo dos aquários deve ser limpo por sifonação para eliminar fezes e restos de alimento.

Experimento em laboratório: execução

Os experimentos devem ser realizados em um ambiente silencioso para que o ruído não altere o comportamento dos girinos. Além disso, é recomendado cobrir duas ou três faces dos aquários nos quais os girinos serão acomodados, reduzindo o estresse causado pela visão de movimentos

realizados fora do aquário. Para isso, é comum a utilização de papel pardo, devido à facilidade de obtenção e baixo custo. Deve-se levar em consideração que, pelo menos para peixes, existe a indicação de que a cor azul pode diminuir o estresse dos indivíduos (Maia & Volpato, 2013). Para a execução dos experimentos, é fundamental padronizar as variáveis, como o tamanho dos aquários nos quais os girinos serão acomodados ao longo do estudo, o volume de água, a quantidade de alimento, o tamanho, peso e estágio de desenvolvimento dos girinos, o período do dia em que os experimentos serão realizados e a duração do experimento. Para variáveis de difícil controle, como a temperatura da água, é importante registrar as variações por meio de medições realizadas ao longo do experimento. Dessa forma, é possível avaliar possíveis interferências que as flutuações nas características ambientais possam ter nos resultados. Em experimentos relacionados ao comportamento, o pesquisador deve observar previamente a distância necessária para não influenciar o comportamento dos girinos. Essa distância deve ser padronizada e mantida ao longo de todo o experimento. Outra alternativa é a realização de filmagens, que permitem a obtenção de mais detalhes por meio de *softwares* especializados no estudo do comportamento animal (e.g., Chiara & Kim, 2023), minimizando a interferência do pesquisador no comportamento dos animais. Além disso, é recomendado não testar os mesmos indivíduos em diferentes experimentos, pois eles podem apresentar alterações, por exemplo, fisiológicas, que podem influenciar os resultados subsequentes.

Experimento em mesocosmo: aclimação

Os mesocosmos exigem monitoramento temporal, geralmente longo, antes do início dos experimentos, a fim de garantir que todas as unidades experimentais estejam em condições semelhantes. A aclimação em experimentos em mesocosmos pode ser desafiadora, pois cada unidade experimental pode apresentar variações abióticas específicas, como níveis de oxigênio dissolvido, pH, concentração de nutrientes e matéria orgânica. Por isso, é fundamental considerar esses fatores ao escolher a espécie-alvo e o local do experimento, pois variações climáticas bruscas podem resultar na mortalidade dos indivíduos. Dessa forma, o monitoramento climático futuro é essencial para evitar que eventos adversos, como geadas, tempestades ou ondas de calor, impactem o número de organismos e prejudiquem a execução do experimento.

Experimento em mesocosmo: execução

Os mesocosmos devem ser construídos com base em um ecossistema de referência, simulando a região de coleta dos girinos e expondo-os às mesmas condições ambientais para maximizar o realismo ecológico do estudo. Os pesquisadores podem definir, conforme o objetivo do estudo, as áreas onde os mesocosmos serão posicionados, bem como o tamanho (i.e., diâmetro e profundidade). Os recipientes podem variar, incluindo caixas d'água de polipropileno (Fig. 5A) ou lagoas construídas por

escavação e cobertas com mantas (Fig. 5B). Recomenda-se, no caso da utilização de caixas d'água, que estas sejam enterradas para evitar o superaquecimento da água. Além disso, recomenda-se o uso de gaiolas que permitam a passagem de água, compostos orgânicos e outras substâncias nos mesocosmos, pois facilitam a coleta dos animais ao final do experimento e evitam o ataque de predadores naturais. No caso da utilização de gaiolas, é importante mantê-las parcialmente suspensas, e não totalmente submersas, para viabilizar o acesso ao ar pelos organismos.

Experimento em campo: aclimação

Em experimentos em campo, normalmente não é necessário um período de aclimação, pois os animais serão mantidos em seu próprio ambiente. No entanto, é aconselhável que as estruturas utilizadas para contenção dos animais sejam previamente testadas e ajustadas, a fim de minimizar problemas com o escape de animais durante a execução do experimento.

Experimento em campo: execução

Quando estruturas utilizadas para isolar animais em estudo precisam permanecer no campo por longos períodos, é provável que sejam desalojadas por pessoas ou pelo clima. No caso de ação humana não intencional, placas informativas podem ajudar a evitar o problema e são recomendadas em áreas de uso humano



Figura 5. Experimento em mesocosmo: **A)** caixas d'água de polipropileno e **B)** lagoa construída por escavação e coberta com manta. As fotos foram fornecidas por Rodolfo Mei Pelinson.

intenso. Por isso, a configuração experimental deve ser constantemente monitorada para reparar danos que possam ocorrer durante o curso do experimento, evitando que animais escapem ou que outros entrem no espaço experimental. Recomenda-se colocar os animais em gaiolas com redes que permitam a passagem de água e matéria orgânica, facilitando a coleta dos organismos ao final do experimento.

2. Solicitar autorizações para a realização de coletas e experimentos

Para coletar animais silvestres com a finalidade de desenvolver atividades científicas, é necessário solicitar autorização aos órgãos responsáveis pela gestão ambiental e conservação da biodiversidade no país. No Brasil, essa autorização deve ser solicitada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio do Sistema de Autorização e Informação sobre Biodiversidade (SISBio). Cabe lembrar que para Unidades de Conservação de nível Estadual ou Municipal, pode ser também necessário requerer licenças de coleta aos órgãos ambientais estaduais ou municipais. Além disso, para realizar experimentos com animais silvestres vertebrados, é preciso enviar um documento, contendo informações sobre os procedimentos de coleta, o número de animais que serão coletados, os métodos de aclimação e experimentação, para avaliação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) na universidade ou instituição vinculada, conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). É importante estar atento às normativas específicas do CONCEA, responsável pela regulamentação das atividades dos CEUAs, especialmente a RN CONCEA/MCTI nº 49/2021 (CONCEA, 2021). Esta normativa exige que todos os membros da equipe de pesquisa comprovem a adesão aos procedimentos éticos em experimentação animal, o que deve ser feito por meio de certificados de cursos na área. Para atender a essa exigência, existem cursos gratuitos, oferecidos em plataformas virtuais de instituições como a Embrapa, que disponibiliza o curso de Ética em Experimentação Animal, com inscrição contínua e realizado online. Além disso, o Instituto de Biociências da USP oferece o curso de Princípios Éticos e Manejo de Animais de Pesquisa, disponível na modalidade de Ensino a Distância.

3. Realizar a coleta dos animais

De acordo com o objetivo do estudo, desovas ou girinos podem ser coletados para a realização de experimentos. Em alguns casos específicos, por exemplo, quando se deseja saber quem são os progenitores de cada desova ou girino, podem também ser coletados indivíduos adultos na época reprodutiva para desovar em laboratório. A depender do desenho do estudo, utilizar indivíduos de uma única desova pode ser considerado um tipo de pseudoreplicação. Para evitar isso, caso não seja possível a obtenção de desovas em laboratório, uma solução consiste em coletar girinos de diferentes corpos d'água ou desovas, que, posteriormente, podem ser distribuídos de forma balanceada entre as unidades experimentais. Por outro lado, se o objetivo do experimento exigir o controle da variabilidade genética, o rastreamento da origem dos girinos (se são da mesma desova ou não) torna-se necessário e pode ser incluído posteriormente nos modelos estatísticos. Antes de realizar a coleta, é fundamental registrar algumas informações, como a coordenada geográfica (latitude e longitude) do corpo d'água, o tipo de corpo d'água (lêntico ou lótico; temporário ou permanente) e as dimensões (área e profundidade). Além disso, é recomendado fotografar o corpo d'água amostrado (Fig. 6A). Mesmo que essas informações não sejam necessariamente relevantes para o teste da hipótese a ser realizado pelo experimento, estas informações são necessárias para o tombamento dos animais testemunhos em coleções zoológicas e para aumentar a transparência da descrição do seu experimento em um artigo científico, considerando as boas práticas científicas preconizadas pelo paradigma da Ciência Aberta (UNESCO, 2021). Dependendo do objetivo do estudo, outras informações, como a temperatura da água do corpo d'água, também devem ser registradas. A equipe responsável pela coleta dos animais deve utilizar vestimentas apropriadas para o trabalho de campo (Fig. 6B), que têm a função de proteger contra a radiação solar e evitar acidentes no caso de encontro com animais, por exemplo, mosquitos ou serpentes. É importante ressaltar que o uso pessoal de protetor solar e repelente por pesquisadores em campo deve ser cuidadosamente considerado e monitorado para evitar contato com os animais e seus habitats. É recomendado evitar a presença desses produtos nas mãos ou usar luvas esterilizadas para impedir o contato dos animais com o produto. Equipamentos como o puçá e peneiras de

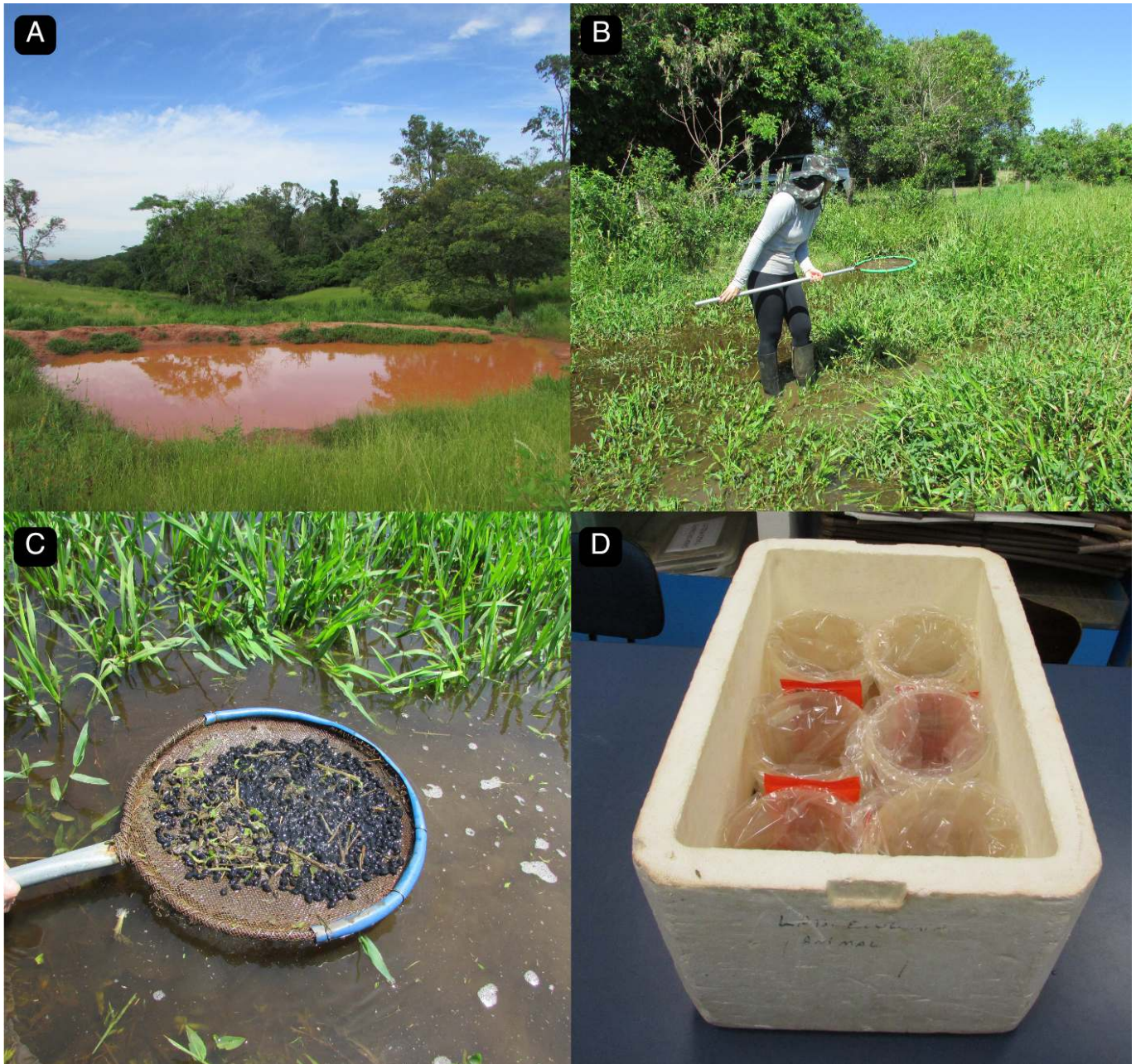


Figura 6. Itens necessários para a coleta de desovas ou girinos: **A)** registro do ambiente de coleta, **B)** vestimenta de coleta, **C)** equipamento de coleta e **D)** equipamento de transporte de desovas ou girinos.

diâmetro adequado às dimensões e profundidade do corpo d'água são utilizados para realizar a coleta de girinos (Fig. 6C). Caso seja necessário transportar os animais do local de coleta até o laboratório, é essencial utilizar recipientes isotérmicos que mantenham a temperatura adequada (i.e., a mais próxima possível da temperatura do ambiente de origem; Fig. 6D). O uso de água do próprio ambiente para o transporte também é aconselhável para manter as condições físico-químicas apropriadas e evitar estresse fisiológico. No caso de adultos, o transporte pode ser feito

em sacos plásticos com um pouco de água para manter umidade e algum material vegetal oriundo do local de captura (e.g., folhas) para maior conforto do animal e para evitar esmagamento. No caso de desovas e girinos, é importante deixar cerca de $\frac{1}{3}$ do volume do saco plástico com ar e que o recipiente permaneça lacrado o menor tempo possível, pois a falta de ventilação pode levar rapidamente a uma queda de oxigenação da água e morte dos animais, especialmente em períodos mais quentes do ano.

4. Executar o experimento

Durante a execução do experimento, é essencial realizar o monitoramento contínuo das variáveis, para garantir que os parâmetros estejam dentro dos limites estabelecidos no planejamento. Além disso, é importante adotar estratégias para minimizar erros e variações que possam interferir nos resultados, como a aleatorização no processo de amostragem e a calibração de equipamentos antes de cada medição. Como imprevistos podem ocorrer, caso haja alguma alteração no delineamento experimental, ela deve ser aplicada a todas as unidades experimentais para garantir a padronização do estudo. Adicionalmente, o pesquisador deve ser cuidadoso com a sua própria interferência durante a execução do experimento, evitando comportamentos que possam alterar os resultados, como movimentos bruscos. Todo o processo de execução do experimento, assim como a coleta e a aclimação, deve ser documentado de forma detalhada para que possa ser descrito na seção de “Materiais e métodos” do manuscrito. Dessa forma, o estudo poderá ser replicado por outros pesquisadores, independentemente do tempo decorrido desde a data de publicação.

5. Depositar espécimes em coleções científicas e sequências em repositórios públicos

Após o experimento, os girinos devem ser mortos por imersão em solução anestésica (e.g., lidocaína a 10%) e preservados como um todo ou em amostras separadas, dependendo das análises planejadas. Para estudos morfológicos, pode-se preservar os girinos como um todo em uma solução 50:50 de álcool a 70% e formaldeído a 5%. Para estudos moleculares, os girinos podem ser congelados diretamente em nitrogênio líquido ou armazenados a -80°C , o que garante excelente preservação para análises de RNA e DNA. Para coletas realizadas fora do laboratório, uma alternativa eficiente é o uso de RNAlater, uma solução estabilizadora que dispensa congelamento imediato e permite o transporte seguro das amostras do campo ao laboratório. De acordo com as recomendações do fabricante, amostras em RNAlater podem ser mantidas à temperatura ambiente por até 7 dias, a 4°C por até 1 mês e, para armazenamento indefinido, devem ser congeladas a -20°C ou em temperaturas inferiores, mantendo a integridade do RNA mesmo após longos períodos. É importante ressaltar que, mesmo que análises moleculares

não estejam previstas no estudo, todo material deve ser preservado da melhor forma possível, considerando seu possível uso em outros projetos científicos. Uma vez que os girinos são levados ao laboratório, eles não devem ser devolvidos ao ambiente natural devido ao risco potencial de disseminação de doenças para populações locais, a menos que esse procedimento seja comprovadamente seguro. Da mesma forma, animais expostos a contaminantes não devem ser devolvidos, em virtude da possibilidade de alterações genotóxicas ou bioacumulação de químicos, os quais podem ser transferidos para a cadeia trófica. A identificação de espécies pode ser realizada com base em chaves de identificação (e.g., Rossa-Feres & Nomura, 2006; Santos et al., 2023) e material depositado em coleções científicas. Os girinos devem ser medidos com paquímetro ou fotografados e medidos pela imagem (e.g., com o *software* ImageJ; Schneider et al., 2012) e os estágios de desenvolvimento devem ser identificados. A tabela de desenvolvimento proposta por Gosner (1960) é empregada para a maioria das espécies, mas existem tabelas específicas para alguns gêneros, como *Xenopus* (Zahn et al., 2022). Após esses procedimentos, é necessário que os girinos sejam depositados em uma coleção científica como material testemunho a ser preservado e acessível à comunidade científica. Algumas informações são necessárias para depositar os espécimes, como a data e a coordenada geográfica do local de coleta, o tipo de corpo d'água, a espécie coletada e o nome completo dos coletores. Os girinos depositados na coleção científica recebem um número, denominado de “número de tombo”, que corresponde ao registro do espécime no sistema. Atualmente, muitos museus disponibilizam online listas de seus espécimes e dados relacionados, facilitando as pesquisas que precisam dessas bases de dados ou de algumas das informações contidas nelas. No Brasil, informações de coleções científicas estão disponíveis nas plataformas online Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (<https://www.sibbr.gov.br/>) e SpeciesLink (<https://specieslink.net/>). No caso de estudos moleculares envolvendo sequenciamento, os dados brutos devem ser depositados em repositórios públicos como EMBL's European Bioinformatics Institute (<https://www.ebi.ac.uk/>) ou National Center for Biotechnology Information (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), contribuindo para a transparência na ciência e a reutilização dos mesmos para responder novas perguntas.

6. Tabular, explorar e analisar os dados, redigir o manuscrito, publicar e divulgar o artigo

Os dados obtidos no experimento podem ser organizados em uma tabela para melhor visualização e manuseio. Geralmente, uma tabela apresenta linhas que representam registros da unidade amostral e colunas que representam diferentes variáveis. As colunas devem ter títulos claros e descritivos que indiquem o tipo de dados que contêm. Os dados devem ser consistentes em termos de formato e unidade de medida. Programas como R, Microsoft Excel, Planilhas Google e LibreOffice Calc são úteis para criar e manipular tabelas. É essencial revisar os dados para garantir que estejam corretos e completos. Além disso, é importante disponibilizar os dados utilizados no estudo para a realização de inferências estatísticas, pois sem eles, as inferências não podem ser validadas. Adicionalmente, os dados podem ser utilizados em novas pesquisas. Artigos que fornecem seus dados são mais úteis para o progresso científico e mais citados por outros pesquisadores (Piwowar et al., 2007). Após a tabulação, é recomendável

a exploração dos dados para identificar padrões e prepará-los para a análise estatística. Diferentes gráficos podem ser utilizados para fornecer uma visão preliminar da variação e distribuição dos dados, como gráficos de barra e boxplot. Dependendo da natureza dos dados e das perguntas da pesquisa, é possível realizar diferentes análises estatísticas, como análise de variância (ANOVA) e teste de Mann-Whitney. Embora existam diversos *softwares* disponíveis para determinadas análises, a plataforma RStudio é amplamente utilizada na ecologia experimental, devido à variedade de pacotes estatísticos e recursos gratuitos de visualização de dados. No entanto, seu uso exige um conhecimento básico de programação. Por isso, recomendamos a utilização de materiais que ensinam a operar o RStudio (e.g., Kabacoff, 2022; Wickham et al., 2023). Após a análise dos dados é necessário descrever, interpretar e discutir os resultados com base na literatura. Na seção “Resultados” é recomendável apresentar os principais achados da pesquisa de forma clara e objetiva, sem interpretação ou discussão. Os resultados devem ser apresentados por meio de tabelas ou gráficos sempre que



Figura 7. Fluxograma demonstrando as etapas de execução adequada de um experimento com girinos.

esses forem mais fáceis de interpretar do que um texto equivalente. Na seção “Discussão” é necessário interpretar os resultados obtidos, relacionando-os com a literatura existente e destacando a relevância e as implicações do estudo para o avanço do conhecimento científico. É importante lembrar que escrever o manuscrito é apenas a primeira etapa do processo de publicação. A escolha da revista para a qual o manuscrito será enviado deve considerar a correspondência entre o tema e o escopo da revista. Como manuscritos raramente são aceitos sem revisões, tenha em mente que elas resultarão em uma versão aprimorada do manuscrito. Portanto, considere cada comentário cuidadosamente, justificando com embasamento científico, caso não concorde, e faça as modificações sugeridas quando elas contribuirão para o aprimoramento do futuro artigo. Seja paciente e resiliente, o processo de publicação é trabalhoso, mas ele traz não só o artigo publicado como também um grande aprendizado e crescimento profissional. Após a publicação do artigo, recomendamos a divulgação dos resultados para o público não acadêmico, por exemplo, em revistas como a Ciência Hoje (<https://cienciahoje.org.br>) e Ciência Hoje das Crianças (<https://chc.org.br>).

Utilize o fluxograma (Fig. 7) para verificar se todas as etapas foram seguidas para realizar corretamente um experimento com girinos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (88887.509980/2020-00 para YCMS) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 304760/2021-8 para DCR-F). Chamada FAPEMIG 09/2022 - Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG e UNIMONTES; Pesquisador Produtividade da Universidade Estadual de Minas Gerais – PQ/UEMG (edição 13/2024).

REFERÊNCIAS

- Altig R., McDiarmid R.W. 2007. Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monographs* 21:1–32. doi:[10.1655/06-005.1](https://doi.org/10.1655/06-005.1)
- Annibale F.S., De Sousa V.T.T., De Sousa C.E., Venesky M.D., Rossa-Feres D.D.C., Wassersug R.J., Nomura, F. 2020. Smooth, striated, or rough: how substrate textures affect the feeding performance of tadpoles with different oral morphologies. *Zoomorphology* 139:97–110. doi:[10.1007/s00435-019-00469-x](https://doi.org/10.1007/s00435-019-00469-x)
- Babini M.S., Bionda C.D.L., Salas N.E., Martino A.L. 2016. Adverse effect of agroecosystem pond water on biological endpoints of common toad (*Rhinella arenarum*) tadpoles. *Environmental Monitoring and Assessment* 188:1–14. doi:[10.1007/s10661-016-5473-2](https://doi.org/10.1007/s10661-016-5473-2)
- Ballesteros E., Bolaños F., Ruepert C., Jiménez R.R., Bonilla F., Sasa M. 2024. Immunological and physiological responses to predation risk and sublethal concentrations of chlorothalonil and β -endosulfan in *Lithobates taylori* (Anura: Ranidae) tadpoles. *Aquatic Toxicology* 275:107071. doi:[10.1016/j.aquatox.2024.107071](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2024.107071)
- Carpenter S.R. 1996. Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology. *Ecology* 77:677–680. doi:[10.2307/2265490](https://doi.org/10.2307/2265490)
- Castellano S., Seglie D., Friard O. 2024. Morphological and life-history plastic responses to predators and competitors in two brown frogs, *Rana dalmatina* and *R. latastei*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 78:72. doi:[10.1007/s00265-024-03487-y](https://doi.org/10.1007/s00265-024-03487-y)
- Chiara V., Kim S.Y. 2023. AnimalTA: A highly flexible and easy-to-use program for tracking and analysing animal movement in different environments. *Methods in Ecology and Evolution* 14:1699–1707. doi:[10.1111/2041-210X.14115](https://doi.org/10.1111/2041-210X.14115)
- CONCEA. 2021. Resolução Normativa CONCEA nº 49, de 07.05.2021. Acessível em https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/outros_atos/resolucoes/Resolucao_CONCEA_n_49_de_07052021.html
- Cooke A.S. 1981. Tadpoles as indicators of harmful levels of pollution in the field. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological* 25:123–133. doi:[10.1016/0143-1471\(81\)90012-X](https://doi.org/10.1016/0143-1471(81)90012-X)
- Costa R.N., Nomura F. 2016. Measuring the impacts of Roundup Original® on fluctuating asymmetry and mortality in a Neotropical tadpole. *Hydrobiologia* 765:85–96. doi:[10.1007/s10750-015-2404-0](https://doi.org/10.1007/s10750-015-2404-0)
- Costa R.N., Franco F., Solé M., Rossa-Feres D.C., Nomura F. 2024. How pollutants are affecting amphibian tadpoles: relationship with anthropogenic pollutants

- and perspectives for the future. Pp. 1–26, in Almeida E. A., Freitas J. S. (Eds.), *Toxicology of amphibian tadpoles*. Taylor & Francis Group. London.
- Cuzziol-Boccioni A.P., Peltzer P.M., Attademo A.M., Leiva L., Colussi C.L., Repetti M.R.,... Lajmanovich R.C. 2024. High toxicity of agro-industrial wastewater on aquatic fauna of a South American stream: mortality of aquatic turtles and amphibian tadpoles as bioindicators of environmental health. *Water Environment Research* 96:e11010. doi:[10.1002/wer.11010](https://doi.org/10.1002/wer.11010)
- Eterovick P.C., Kloh J.S., Figueredo C.C., Viana P.I.M., Goulart M., Milan D.T., ... Vences M. 2020. Background choice and immobility as context dependent tadpole responses to perceived predation risk. *Scientific Reports* 10:13577. doi:[10.1038/s41598-020-70274-w](https://doi.org/10.1038/s41598-020-70274-w)
- Freitas J.S., Giroto L., Goulart B.V., Alho L.D.O.G., Gebara R.C., Montagner C.C., ... Espíndola E.L.G. 2019. Effects of 2, 4-D-based herbicide (DMA® 806) on sensitivity, respiration rates, energy reserves and behavior of tadpoles. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 182:109446. doi:[10.1016/j.ecoenv.2019.109446](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109446)
- Gosner K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16:183–190.
- Jessup C.M., Kassen R., Forde S.E., Kerr B., Buckling A., Rainey P. B., Bohannan B.J. 2004. Big questions, small worlds: microbial model systems in ecology. *Trends in ecology & evolution* 19:189–197. doi:[10.1016/j.tree.2004.01.008](https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.01.008)
- Kabacoff R. 2022. *R in action: data analysis and graphics with R and Tidyverse*. Simon & Schuster. New York.
- Kloh J.S., Figueredo C.C., Provete D.B., Eterovick P.C. 2023. Taste for pollen comes in different shapes: Consumption by tadpoles from three divergent ecomorphotypes. *Journal of Zoology* 320:42–52. doi:[10.1111/jzo.13051](https://doi.org/10.1111/jzo.13051)
- Kloh J.S., Figueredo C.C., Calaça P., Eterovick P.C. 2024. Pollen as food: effects of consumption on tadpole growth, development, and mobility. *Hydrobiologia* 851:2071–2080. doi:[10.1007/s10750-023-05439-5](https://doi.org/10.1007/s10750-023-05439-5)
- Maia C.M., Volpato G.L. 2013. Environmental light color affects the stress response of Nile tilapia. *Zoology* 116:64–66. doi:[10.1016/j.zool.2012.08.001](https://doi.org/10.1016/j.zool.2012.08.001)
- Mamede J., Nomura F. 2021. *Dendropsophus minutus* (Hylidae) tadpole evaluation of predation risk by fishing spiders (*Thaumasia* sp.: Pisauridae) is modulated by size and social environment. *Journal of Ethology* 39:217–223. doi:[10.1007/s10164-021-00696-0](https://doi.org/10.1007/s10164-021-00696-0)
- Martins Í.M., Vasconcellos A.D.S., Mota T., Eterovick P.C. 2021. Detectability is in the eye of the beholder—the role of UV reflectance on tadpole detection and predation by a passerine bird. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 75:1–14. doi:[10.1007/s00265-021-02983-9](https://doi.org/10.1007/s00265-021-02983-9)
- McDiarmid R.W., Altig, R. 1999. Research: materials and techniques. Pp. 7–23, in McDiarmid R.W., Altig, R. (Eds.), *Tadpoles: the biology of anuran larvae*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Nomura F., De Marco P., Carvalho A.F.A., Rossa-Feres D.C. 2013. Does background colouration affect the behaviour of tadpoles? An experimental approach with an odonate predator. *Ethology Ecology & Evolution* 25:185–198. doi:[10.1080/03949370.2012.742465](https://doi.org/10.1080/03949370.2012.742465)
- Orton G.L. 1951. The tadpole of *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell). *Copeia* 1951:62–66. doi:[10.2307/1438055](https://doi.org/10.2307/1438055)
- Orton G.L. 1952. Key to the genera of tadpoles in the United States and Canada. *The American Midland Naturalist* 47:382–395. doi:[10.2307/2422268](https://doi.org/10.2307/2422268)
- Orton G.L. 1953. The systematics of vertebrate larvae. *Systematic Zoology* 2:63–75. doi:[10.2307/2411661](https://doi.org/10.2307/2411661)
- Piwohar H.A., Day R.S., Fridsma, D.B. 2007. Sharing detailed research data is associated with increased citation rate. *PloS one* 2:e308. doi:[10.1371/journal.pone.0000308](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000308)
- Rossa-Feres D.C., Nomura F. 2006. Characterization and taxonomic key for tadpoles (Amphibia: Anura) from the northwestern region of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 6:1–26. doi:[10.1590/S1676-06032006000100014](https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000100014)
- Salla R.F., Gamero F.U., Rissoli R.Z., Dal-Medico S.E., Castanho L.M., dos Santos Carvalho C., ... Costa M.J. 2016. Impact of an environmental relevant concentration of 17 α -ethinylestradiol on the cardiac function of bullfrog tadpoles. *Chemosphere* 144:1862–1868. doi:[10.1016/j.chemosphere.2015.10.042](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.042)
- Santos D.L., Feio R.N., Nomura F. 2023. Morphological characterization and taxonomic key for tadpoles of

- Brazilian Cerrado. *Biota Neotropica* 23:e20231486. doi:[10.1590/1676-0611-BN-2023-1486](https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1486)
- Schindler D.W. 1998. Whole-ecosystem experiments: replication versus realism: the need for ecosystem-scale experiments. *Ecosystems* 1:323–334. doi:[10.1007/s100219900026](https://doi.org/10.1007/s100219900026)
- Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods* 9:671–675. doi:[10.1038/nmeth.2089](https://doi.org/10.1038/nmeth.2089)
- Skelly D.K., Kiesecker J.M. 2001. Venue and outcome in ecological experiments: manipulations of larval anurans. *Oikos* 94:198–208. doi:[10.1034/j.1600-0706.2001.t01-1-11105.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.t01-1-11105.x)
- Souza-Queiroz C., da Silva F.R., de Cerqueira Rossa-Feres D. 2015. The relationship between pond habitat depth and functional tadpole diversity in an agricultural landscape. *Royal Society Open Science* 2:150165. doi:[10.1098/rsos.150165](https://doi.org/10.1098/rsos.150165)
- Souza Y.C.M., Annibale F.S., Carneiro L.G., Vasconcelos T.S., Rossa-Feres, D.D.C. 2022. Differential behavioral responses of benthic and nektonic tadpoles to predation at varying water depths. *Canadian Journal of Zoology* 100:526–538. doi:[10.1139/cjz-2021-0236](https://doi.org/10.1139/cjz-2021-0236)
- Souza Y.C.M., Annibale F.S., Nomura F., Rossa-Feres, D.C. 2025. Investigating the behavioral responses of nektonic and benthic tadpoles elicited by the presence of a predatory nektonic fish. *Journal of Zoology*. doi:[10.1111/jzo.70020](https://doi.org/10.1111/jzo.70020)
- Souza Y.C.M., Annibale F.S., Pelinson R.M., Rossa-Feres D.D.C. 2024. Behavioral responses of benthic and nektonic tadpoles to the presence of a benthic predator. *Hydrobiologia* 851:4955–4964. doi:[10.1007/s10750-024-05652-w](https://doi.org/10.1007/s10750-024-05652-w)
- Steinwascher K. 1979. Competitive interactions among tadpoles: responses to resource level. *Ecology* 60:1172–1183. doi:[10.2307/1936965](https://doi.org/10.2307/1936965)
- UNESCO T. 2021. UNESCO recommendation on open science. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris.
- Vera-Candioti M.F. 2007. Anatomy of anuran tadpoles from lentic water bodies: systematic relevance and correlation with feeding habits. *Zootaxa* 1600:1–175. doi:[10.11646/zootaxa.1600.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1600.1.1)
- Wassersug R.J. 1974. Evolution of anuran life cycles. *Science* 185:377–378. doi:[10.1126/science.185.4148.377](https://doi.org/10.1126/science.185.4148.377)
- Wassersug R.J. 1975. The adaptive significance of the tadpole stage with comments on the maintenance of complex life cycles in anurans. *American Zoologist* 15:405–417. doi:[10.1093/icb/15.2.405](https://doi.org/10.1093/icb/15.2.405)
- Whiles M.R., Lips K.R., Pringle C.M., Kilham S.S., Bixby R.J., Brenes R., ... Peterson S. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:27–34. doi:[10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0027:TEOAPD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0027:TEOAPD]2.0.CO;2)
- Wickham H., Çetinkaya-Rundel M., Golemund G. 2023. R for data science. O'Reilly Media, Inc. Sebastopol.
- Wilbur H.M. 1976. Density-dependent aspects of metamorphosis in *Ambystoma* and *Rana sylvatica*. *Ecology* 57:1289–1296. doi:[10.2307/1935053](https://doi.org/10.2307/1935053)
- Wilbur H.M. 1977. Interactions of food level and population density in *Rana sylvatica*. *Ecology* 58:206–209. doi:[10.2307/1935124](https://doi.org/10.2307/1935124)
- Wilbur H.M. 1997. Experimental ecology of food webs: complex systems in temporary ponds. *Ecology* 78:2279–2302. doi:[10.1890/0012-9658\(1997\)078\[2279:EEOFWC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[2279:EEOFWC]2.0.CO;2)
- Zahn N., James-Zorn C., Ponferrada V.G., Adams D.S., Grzymkowski J., Buchholz D.R., ... Zorn A.M. 2022. Normal table of *Xenopus* development: a new graphical resource. *Development* 149:1–16. doi:[10.1242/dev.200356](https://doi.org/10.1242/dev.200356)



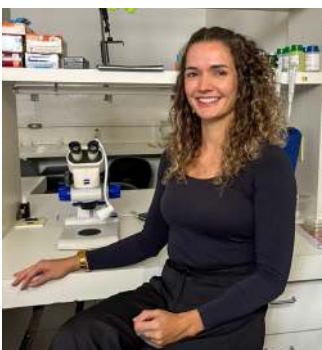
Yasmim Caroline Mossioli de Souza “é licenciada em Ciências Biológicas (2018), mestra em Biologia Animal (2020) e doutora em Biodiversidade (2024) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Atua em pesquisas nas áreas de Ecologia de Comunidades, Ecologia Comportamental e Ecologia Experimental utilizando girinos anuros como modelo biológico.”



Fausto Nomura “é formado no curso de graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas (1999), com mestrado em Biologia Animal (2003) e doutorado em Zoologia (2008). Atualmente sou Professor Titular na Universidade Federal de Goiás em Goiânia, onde leciono as disciplinas de Metodologia Científica e Ecologia Comportamental. Sou lotado junto ao Departamento de Ecologia, atuando em pesquisas nas áreas de Ecologia de Comunidades e Comportamental, especialmente com o grupo de anfíbios anuros, e taxonomia de girinos.”



C. Guilherme Becker “é professor na Pennsylvania State University e desenvolve pesquisas sobre as consequências das mudanças globais na biodiversidade tropical. Seu trabalho investiga como a fragmentação florestal afeta a conectividade dos habitats, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Ele também estuda o papel do microbioma da fauna silvestre na resistência a patógenos e busca estratégias para fortalecer a resiliência ecológica em ecossistemas ameaçados.”



Juliane Silberschmidt Freitas “é Doutora em Biologia Animal pela Universidade Estadual Paulista, UNESP-IBILCE, com Pós Doutorado na área de Ecotoxicologia junto ao Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade de São Paulo, USP. Atualmente é professora Assistente do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências de Bauru, FC/UNESP, onde coordena o Centro de Estudo e Pesquisa em Ecotoxicologia Aquática (CEPEA) e leciona a disciplina Fisiologia Animal Comparada.”



Paula Cabral Eterovick “é graduada em Biologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1995), concluiu o Mestrado em Ecologia na Universidade Estadual de Campinas (1998) e o Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre na Universidade Federal de Minas Gerais (2002). Ela é pesquisadora no Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig, Alemanha. Ela tem experiência em ecologia evolutiva, comportamento animal, conservação e interações microbioma/hospedeiro, com grande interesse em aplicar ferramentas moleculares para explorar as dimensões genéticas e fisiológicas da biodiversidade. Seus projetos abrangem história natural, comportamento, ecologia e interações entre espécies, incluindo DNA ambiental e microbiomas animais, além de efeitos de estressores no desenvolvimento de organismos ectotérmicos.”



Renan Nunes Costa “é Doutor em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus/BA), mestre em Ecologia e Evolução (Universidade Federal de Goiás - Goiânia/GO) e licenciado em Ciências Biológicas (Faculdade de Caldas Novas - Caldas Novas/GO). Atualmente é professor efetivo na Universidade do Estado de Minas Gerais (Carangola/MG) e desenvolve atividades de pesquisa e extensão nas áreas de Ecologia Aplicada, Herpetologia, Ecotoxicologia, Divulgação e Popularização da Ciência.”



Denise de Cerqueira Rossa-Feres “é Docente da Unesp (1986 a 2015), aposentada em Regime de Trabalho Voluntário (desde 2015). Graduação em Ciências Biológicas (UNESP), Mestrado em Ecologia (UNICAMP), Doutorado em Zoologia (UNESP). Presidente da Sociedade Brasileira de Herpetologia (2022-2023). Editora Associada do periódico Biota Neotropica. Membro da Associação Amigos dos Mananciais - AAMA.”

Elementary survival strategy: first record of death-feigning behavior in *Atractus pantostictus* (Colubridae, Dipsadinae)

César Alexandre^{1*}, Allan Souza², Edélcio Muscat²

1 Laboratório de Coleções Zoológicas (LCZ),
Instituto Butantan CEP, 05503-90, São Paulo, SP,
Brasil.

2 Projeto Dacnis. Estrada do Rio Escuro, 4.754,
Sertão das Cotias, CEP 11680000, Ubatuba, SP,
Brasil.

* Corresponding author email: cesaralexandre01@hotmail.com

Editor de Área: Henrique Caldeira Costa

Data Submissão: 19/02/2025

Data Aceite: 14/08/2025

DOI: [10.5281/zenodo.17361198](https://doi.org/10.5281/zenodo.17361198)

Resumo

Este estudo apresenta o primeiro registro da adoção de estratégias defensivas primárias (criptismo) e secundárias (comportamentos) em uma serpente do gênero *Atractus*. Durante um trabalho de campo em Santana da Vargem, Minas Gerais, foi observada a atividade de *death-feigning* (tanatose) em um indivíduo de *Atractus pantostictus*. O evento permitiu documentar uma sequência de respostas defensivas exibidas pelo animal. Ao ser tocado suavemente, o indivíduo inicialmente permaneceu imóvel, passando em seguida a realizar contorções corporais e, por fim, o enrolamento do tronco, simulando morte. Todo o repertório comportamental teve duração aproximada de vinte segundos, sendo sucedido por fuga. Este registro amplia o conhecimento sobre os mecanismos de defesa em espécies fossoriais, como *A. pantostictus*, e contribui para a compreensão dos comportamentos antipredatórios no gênero *Atractus*, cuja história natural ainda é pouco conhecida.

Palavras-chave: comportamento antipredatório; defesa primária; tanatose; defesa secundária.

Abstract

This study reports the first record of primary (crypsis) and secondary (behavioral) defensive strategies in a snake of the genus *Atractus*. During fieldwork conducted in Santana da Vargem, Minas Gerais, southeastern Brazil, a *death-feigning* (thanatosis) behavior was observed in an individual of *Atractus pantostictus*. The event allowed the documentation of a sequence of defensive responses exhibited by the snake. When gently touched, the individual initially remained motionless, then performed body contortions, and finally coiled its trunk while simulating death. The entire behavioral sequence lasted approximately twenty seconds and was followed by escape. This record expands the knowledge of defense mechanisms in fossorial species such as *A. pantostictus*. It contributes to the understanding of antipredator behaviors in the genus *Atractus*, whose natural history remains poorly known.

Keywords: antipredator behavior; primary defense, thanatosis; secondary defense.

The evolutionary arms race drives the continuous diversification of behavioral and morphological traits, shaping both predatory and defensive adaptations (Dawkins & Krebs, 1979; Abrams, 1986). These interactions are illustrated by empirical observations of natural history, particularly within predator-prey interaction, which are essential for understanding the adaptive value of defensive traits (Bates, 1862; Greene, 2005). Defense mechanisms are remarkably widespread across all classes of living organisms, highlighting their evolutionary importance (Skelhorn, 2018; Carli & Farabollini, 2022). Among terrestrial tetrapods, selective pressures have favored an extensive defensive repertoire (Caro, 2014), organized into two key strategies: primary defense, which prevents detection (e.g., camouflage, cryptic behavior), and secondary defense, deployed after detection (e.g., escape, thanatosis) (Edmunds, 1974; Greene, 1988; Kumar *et al.*, 2019).

One widely documented defensive behavior against predators is death-feigning behavior (Honma *et al.*, 2006), also known as thanatosis (Humphreys & Ruxton, 2018). This behavior is normally interpreted as an anti-predatory strategy aimed at disrupting the predator's behavior, particularly those predators that rely on movement to detect or subdue prey (Miyatake *et al.*, 2004; Humphreys & Ruxton, 2018).

Many squamates are bottom-level consumers in food chains, making them vulnerable to predation. Therefore, death-feigning plays a fundamental role in the survival of individuals of this group (Martins, 1996; Fuentes *et al.*, 2021; Miranda *et al.*, 2023). Snakes are prey to a variety of predators, both vertebrates and invertebrates (Voris & Murphy, 2002; Maitland, 2003; Nyffeler & Gibbons, 2021). The genus *Atractus* is extremely diverse, with approximately 180 species distributed exclusively in the Americas (Passos *et al.*, 2024; Uetz *et al.*, 2025). *Atractus* species are typically burrowers, (Ferreira-Silva *et al.*, 2019) and have been recorded as prey for a wide variety of animals such as other species of snakes (Da Silva *et al.*, 2015; Souza *et al.* 2011; Rojas-Morales, 2013), and even fish (Snyder, 2016). Nonetheless, little is known about the behavior of *Atractus* species (Oliveira *et al.*, 2008; Passos *et al.*, 2010).

Among snakes, the repertoire of primary defenses is vast, including camouflage, disruptive coloration, and

aposematism (Sazima & Abe, 1991; Valkonen *et al.*, 2011; Muscat *et al.*, 2024). They also exhibit a variety of secondary defenses, such as head triangulation, neck flattening, balling, and death-feigning (Bustard, 1969; Tozetti *et al.*, 2009; Muscat & Entiauspe-Neto, 2016; Fuentes *et al.*, 2021). Some species have been shown to enhance death-feigning behavior with odors released through cloacal discharge (Gehlbach, 1970; Menezes *et al.*, 2017; Golubović *et al.*, 2021).

We here present the first record of death-feigning behavior in a snake of the genus *Atractus*. On November 19, 2024, in Santana da Vargem, Minas Gerais (21°14'56"S, 45°30'41"W), during fieldwork, an individual *A. pantostictus* was spotted moving along the side of a trail. The behaviors of the observed snake were analyzed through *ad libitum* sampling (Altmann, 1974). When the researcher (AS) approached the individual, it remained motionless. When carefully touched with the tip of a pen, the snake exhibited death-feigning behavior, remaining motionless (Fig 1A). When further disturbed by touch, the snake contorted its body into irregular bends and flexures (Fig. 1B) and coiled tightly (Fig. 1C), corresponding to Behaviors 53 and 58 described by Carpenter & Ferguson (1977). The entire death-feigning sequence lasted approximately 20 seconds, after which the snake moved away rapidly. These behaviors were recorded on video; the recording was deposited in the Coleção Audiovisual do Museu de Zoologia Adão José Cardoso, at Universidade Estadual de Campinas, under catalogue number ZUEC-PIC1199 ZUEC-VID 1342).

Death-feigning is an important defensive behavior as some predators may refuse to ingest previously dead prey (Francq, 1968; Barnard, 1983). Furthermore, temporary immobility may allow for an escape attempt if the predator becomes distracted (Caro, 2014). *Atractus pantostictus* appears to employ camouflage as primary defense mechanism, as its brown coloration makes it difficult to be visually detected (Stevens & Merilaita, 2011). However, when a potential predator is detected, it may display death-feigning (Honma *et al.*, 2006; Tan *et al.*, 2024). The observations and records presented here expand the behavioral knowledge of the defensive repertoire of *Atractus pantostictus*. this fascinating group of snakes.



Figura 1. Different stages of death-feigning behavior in *Atractus pantostictus*. When the individual is stressed, it remains static (A); contorts the body with irregular flexures (B); and coils the body (C). Red arrows indicate points of exposure of the belly caused by contractions.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the support of FAPESP through research scholarship (FAPESP: 2023/12640-6). Our gratitude extends to Elsie Rotenberg for her critical reading support and to Francisco Luís Franco and Renato Silveira Bérnils for confirming the species identification.

REFERENCES

- Abrams P.A. 1986. Is predator-prey coevolution an arms race? *Trends in Ecology & Evolution* 1(4):108–110. doi:10.1016/0169-5347(86)90037-6.
- Altmann J. 1974. Observational sampling methods. *Animal Behaviour* 49:227–266.
- Barnard C.J. 1983. Anti-Predator Behaviour. Pp. 201–217, in Barnard C.J. (Ed.), *Animal Behaviour*. Springer, Boston. doi:10.1007/978-1-4615-9781-0_7.
- Bates H.W. 1862. *The Naturalist on the River Amazons: A Record of Adventures, Habits of Animals, Sketches of Brazilian and Indian Life, and Aspects of Nature under the Equator, during Eleven Years of Travel*. John Murray, London.
- Bustard H.R. 1969. Defensive behavior and locomotion of the Pacific boa, *Candoia aspera*, with a brief review of head concealment in snakes. *Herpetologica* 25(3):164–170.
- Carli G., Farabollini F. 2022. Introduction to defensive behavior in vertebrates. *Progress in Brain Research* 271:1–24. doi:10.1016/bs.pbr.2022.02.002.
- Caro T. 2014. Antipredator deception in terrestrial vertebrates. *Current Zoology* 60(1):16–25. doi:10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005.
- Carpenter C.C., Ferguson G.W. 1977. Variation and evolution of stereotyped behavior in reptiles. Pp. 335–554, in Gans C., Tinkle D.W. (Eds.), *Biology of the Reptilia: Ecology and Behavior A*, Vol. 7. Academic Press, London.
- Da Silva C.F., Alcantara E.P., Oliveira H.F., Matias C.S.L., Ávila R.W. 2015. *Bothrops leucurus* (Whitetail Lancehead) diet. *Herpetological Review* 46(4):637.
- Dawkins R., Krebs J.R. 1979. Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 205(1161):489–511.
- Edmunds M. 1974. *Defense in animals: A survey of antipredator defenses*. Longman Publishing, New York.

- Fernandes R., Puerto G. 1993. A new species of *Atractus* from Brazil and the status of *A. guentheri* (Serpentes: Colubridae). *Memórias do Instituto Butantan* 55(1):7–14.
- Ferreira-Silva C., Ribeiro S.C., De Alcantara E.P., Ávila R.W. 2019. Natural history of the rare and endangered snake *Atractus ronnie* (Serpentes: Colubridae) in northeastern Brazil. *Phyllomedusa* 18(1):77–87. doi:10.11606/issn.2316-9079.v18i1p77-87.
- Francq E.N. 1968. Behavioral aspects of feigned death in the opossum *Didelphis marsupialis*. *The American Midland Naturalist* 81(2):556–568.
- Fuentes R., Castillo M., Belton E., et al. 2021. Dead snake! A strategy for survival: Thanatosis in some Panamanian snakes with a review of death-feigning in American snakes. *Reptiles & Amphibians* 28:389–396. doi:10.17161/randa.v28i3.15753.
- Gehlbach F.R. 1970. Death-feigning and erratic behavior in leptotyphlopids, colubrid, and elapid snakes. *Herpetologica* 26(1):24–34.
- Golubović A., Anđelković M., Tomović M., Arsovski D., Gvozdenović S., Šukalo G., Ajtić R., Bonnet X. 2021. Death-feigning propensity varies within dice snake populations but not with sex or colour morph. *Journal of Zoology* 314(3):203–210. doi:10.1111/jzo.12882.
- Greene H.W. 1988. Antipredator mechanisms in reptiles. Pp. 1–153, in Gans C., Huey R.B. (Eds.), *Biology of the Reptilia*. Alan R. Liss, New York.
- Greene H.W. 2005. Organisms in nature as a central focus for biology. *Trends in Ecology & Evolution* 20:23–27. doi:10.1016/j.tree.2004.11.005.
- Guedes T.B., Entiauspe-Neto O.M., Costa H.C. 2023. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. *Herpetologia Brasileira* 12(1):156–161. doi:10.5281/zenodo.7829013.
- Gregory P.T. 2016. Responses of natricine snakes to predatory threat: A mini-review and research prospectus. *Journal of Herpetology* 50(2):183–195. doi:10.1670/15-103.
- Honma A., Oku S., Nishida T. 2006. Adaptive significance of death feigning posture as a specialized inducible defence against gape-limited predators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273(1594):1631–1636. doi:10.1098/rspb.2006.3501.
- Humphreys R.K., Ruxton G.D. 2018. A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 72(2):1–11. doi:10.1007/s00265-017-2436-8.
- Kumar R., Swapnil P., Meena M. 2019. Secondary defenses. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* 1–6. doi:10.1007/978-3-319-47829-6.
- Maitland D.P. 2003. Predation on snakes by the freshwater land crab *Eudaniela garmani*. *Journal of Crustacean Biology* 23(1):241–246. doi:10.1163/20021975-99990331.
- Martins M. 1996. Defensive tactics in lizards and snakes: The potential contribution of the Neotropical fauna. *Anais de Etologia* 14:185–199.
- Menezes F.A., Fiorillo B.F., Franco L.F., Feio R.N. 2017. Repertoire of antipredator displays in the poorly known snake *Gomesophis brasiliensis* (Gomes, 1918) from the Atlantic Forest. *Herpetology Notes* 10:245–247.
- Miranda R.B., Klaczko J., Tonini J.F.R., Brandão R.A. 2023. Escaping from predators: A review of Neotropical lizards' defence traits. *Ethology Ecology and Evolution* 35(4):377–407. doi:10.1080/03949370.2022.2082538.
- Miyatake T., Katayama K., Takeda Y., et al. 2004. Is death-feigning adaptive? Heritable variation in fitness difference of death-feigning behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271:2293–2296. doi:10.1098/rspb.2004.2858.
- Muscat E., Entiauspe-Neto O. 2016. *Chironius foveatus* (Atlantic Forest Sipo Snake). Defensive behavior. *Herpetological Review* 47(3):475.
- Muscat E., Moroti M.T., Sazima I., Toledo L.F., Rebouças R. 2024. Are plasticine models efficient to test defensive colouration of snakes? *Herpetological Journal* 34(2):75–83. doi:10.33256/34.2.7583.
- Nyffeler M., Gibbons W.J. 2021. Spiders (Arachnida: Araneae) feeding on snakes (Reptilia: Squamata). *Journal of Arachnology* 49(1):1–27. doi:10.1636/JoA-S-20-050.
- Oliveira L., Jared C., Prudente A.L.C., Zaher H., Antoniazzi M.M. 2008. Oral glands in dipsadine “goo-eater” snakes: Morphology and histochemistry of the infralabial glands in *Atractus reticulatus*, *Dipsas indica*,

- and *Sibynomorphus mikanii*. *Toxicon* 51:898–913. doi:10.1016/j.toxicon.2007.12.021.
- Passos P., Meneses-Pelayo E., Ramos O.L., Martins R.A., Machado A., Lopes R.T., Barrio-Amorós C., Lynch J.D. 2024. Taxonomy without borders: Revision of the genus *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from the Andes between Colombia and Venezuela. *South American Journal of Herpetology* 32:1–123.
- Passos P., Fernandes R., Moura-Leite J.C.D.E. 2010. Taxonomic revision of the Brazilian Atlantic Forest *Atractus* (Reptilia: Serpentes: Dipsadidae). *Zootaxa* 63:1–63.
- Rojas-Morales J.A. 2013. Description of ophiophagy in *Clelia equatoriana* (Amaral, 1924) (Serpentes: Dipsadidae) in captivity. *Herpetology Notes* 6:425–426.
- Sazima I., Abe A.S. 1991. Habits of five Brazilian snakes with coral-snake pattern, including a summary of defensive tactics. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 26(3):159–164. doi:10.1080/01650529109360848.
- Skelhorn J. 2018. Avoiding death by feigning death. *Current Biology* 28(19):R1135–R1136. doi:10.1016/j.cub.2018.07.070.
- Snyder A.M. 2016. *Atractus trilineatus*. Predation. *Herpetological Review* 47:308–309.
- Souza S.M., Junqueira A.B., Catarina A., et al. 2011. Feeding behavior and ophiophagous habits of two poorly known Amazonian coral snakes, *Micrurus albicinctus* Amaral 1926 and *Micrurus paraensis* Cunha and Nascimento 1973 (Squamata, Elapidae). *Herpetology Notes* 4:369–372.
- Stevens M., Merilaita S. 2011. *Animal Camouflage: Function and Mechanisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tan M., Zhang S., Stevens M., Li D., Tan E.J. 2024. Antipredator defences in motion: Animals reduce predation risks by concealing or misleading motion signals. *Biological Reviews* 99(3):778–796. doi:10.1111/brv.13044.
- Tozetti A.M., Oliveira R.B., Pontes G.M.F. 2009. Defensive repertoire of *Xenodon dorbignyi* (Serpentes, Dipsadidae). *Biota Neotropica* 9(3):157–163. doi:10.1590/S1676-06032009000300016.
- Uetz P., Freed P., Aguilar R., Reyes F., Kudera J., Hošek J. (Eds.). 2025. The reptile database. Accessible at <http://www.reptile-database.org/>. Accessed 03 February 2025.
- Voris H.K., Murphy J.C. 2002. The prey and predators of homalopsine snakes. *Journal of Natural History* 36(13):1621–1632. doi:10.1080/00222930110062642.
- Valkonen J., Niskanen M., Björklund M., Mappes J. 2011. Disruption or aposematism? Significance of dorsal zigzag pattern of European vipers. *Evolutionary Ecology* 25(5):1047–1063. doi:10.1007/s10682-011-9463-0.



César Alexandre “Biólogo com atuação em estudos principalmente sobre répteis e anfíbios. Sua pesquisa abrange morfologia comparada de diferentes estruturas anatômicas, integrando abordagens em toxinologia, etologia e história natural. Biologist primarily engaged in studies on reptiles and amphibians. His research encompasses comparative morphology of different anatomical structures, integrating approaches in toxinology, ethology, and natural history.”



Allan Souza “Graduando em Ciências Biológicas, com foco em ecologia e comportamento de primatas. Conduz estudos sobre sementes de árvores nativas e atua como guia na Serra da Mantiqueira. Integra a equipe do Projeto Dacnis como estagiário, em São Francisco Xavier (SP). Undergraduate student in Biological Sciences, focusing on the ecology and behavior of primates. Conducts studies on native tree seeds and works as a guide in the Serra da Mantiqueira mountain range. Is part of the Dacnis Project team as an intern in São Francisco Xavier (SP).”



Edelcio Muscat “Biólogo, ex-professor universitário e coordenador-geral de pesquisa do Projeto Dacnis, com atuação nos núcleos de Ubatuba, São Francisco Xavier e Miracatu (SP). Dedicar-se à História Natural há mais de uma década. Biologist, former university professor, and general research coordinator of the Dacnis Project, with activities in the nuclei of Ubatuba, São Francisco Xavier, and Miracatu, São Paulo State, Brazil. He has been dedicated to Natural History studies for over a decade.”

And the Oscar goes to: Death-feigning behavior in *Stenocercus squarrosus* Nogueira & Rodrigues, 2006 (Squamata, Tropicoduridae)

Maria Regilane Belo da Silva¹, João Antonio de Araujo Filho², Igor Joventino Roberto³, Samuel Cardozo Ribeiro^{1*}

1. Universidade Federal do Cariri - UFCA, Instituto de Formação de Educadores-IFE, Laboratório de Biologia e Ecologia de Animais Silvestres – LABEAS, 63260000, Brejo Santo, CE, Brazil.

2. Universidade Regional do Cariri - URCA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS, 63150000, Campos Sales, CE, Brazil.

3. Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos, 62.930-000, Limoeiro do Norte, CE, Brazil.

* Corresponding author. E-mail: samuel.ribeiro@ufca.edu.br

Editor: Henrique Caldeira Costa

Submetido: 26-02-2025

Aceito: 29-07-2025

DOI: [10.5281/zenodo.17376927](https://doi.org/10.5281/zenodo.17376927)

Resumo

Este estudo apresenta o primeiro registro do comportamento defensivo de tanatose (fingimento de morte) em *Stenocercus squarrosus*, observado durante um inventário herpetofaunístico realizado no município de Caldeirão Grande do Piauí, estado do Piauí, Brasil. Ao perceber a aproximação do observador ou após um leve toque, o indivíduo correu rapidamente cerca de 10–15 cm e, em seguida, lançou-se ao solo, achatando o corpo dorsoventralmente contra o substrato e estendendo os membros alternadamente em cada lado do corpo. Tal comportamento defensivo, observado sem manuseio direto do lagarto, é especialmente raro. Este registro fornece novas informações comportamentais que ampliam o conhecimento sobre a história natural de *S. squarrosus*, uma espécie considerada elusiva e rara.

Palavras Chave: Caatinga, Comportamento defensivo, Lagartos, Tanatose

Abstract

This study provides the first record of thanatosis (death-feigning behavior) in *Stenocercus squarrosus*, observed during a herpetofaunal inventory in the municipality of Caldeirão Grande do Piauí, state of Piauí, Brazil. Upon detecting the observer's approach or following a slight touch, the individual rapidly fled approximately 10–15 cm before abruptly dropping to the ground, pressing its body dorsoventrally against the substrate, and extending its limbs alternately along each side of the body. Such a defensive display occurring without direct handling is particularly rare among lizards. This observation contributes novel behavioral information to the natural history of *S. squarrosus*, a species regarded as both elusive and rare.

Key-words: Caatinga, Defensive Behavior, Lizards, Thanatosis

Defensive behavior in animals is characterized by a set of elements and strategies used to avoid or reduce situations of threats or risk of predation (Bauder et al., 2015; Santos et al., 2010). These behaviors have been shaped throughout the evolutionary process, some being simpler and others quite complex. In lizards there is a wide variety of defensive behaviors involving active and passive strategies (Miranda et al., 2022; Montoya-Cruz & Díaz-Flórez, 2023). Flight is the most common active strategy, used when the lizard seeks to escape quickly; other behaviors include biting the aggressor or using the tail in defense, and many resort to caudal autotomy to distract and escape predators (Montoya-Cruz & Díaz-Flórez, 2023). Among passive strategies, cryptic coloration, which allows camouflage with the surroundings, and death feigning, tonic immobility, or thanatosis, in which the lizard simulates death to discourage potential attacks (Miyatake, 2001). These adaptive behaviors vary among species, demonstrating the diversity of defense mechanisms within the group (Rocha, 1993; Rocha & Van Sluys, 2008). This diversity results from the evolutionary and adaptive process between predator and prey to survive predation attempts (Rocha, 1993; Santos et al., 2010; Sannolo et al., 2014).

Thanatosis may be the last effective defensive resort in situations of extreme threat, mainly when the individual is captured. Stress is likely one of the factors determining this process, forcing the animal to assume an immobility posture, appearing dead (with rigid muscles and, in some cases, closed eyelids) (Bertoluci et al., 2006; Humphreys & Ruxton, 2018; Miranda et al., 2022; Montoya-Cruz & Díaz-Flórez, 2023). Thanatosis has been investigated repeatedly due to its occurrence in various animal groups (Arduino & Gould, 1984). Death simulation apparently aims to confuse predators that do not usually ingest dead prey (Travaglia-Cardoso, 2014), avoiding direct confrontations and thus reducing risk for the prey. Therefore, this behavior is especially effective against predators that rely on visual capture of prey and also in situations where chances of escape are minimal (Machado-Filho et al., 2018).

According to records cited in the literature, thanatosis is observed in arthropods (Oliver, 1996; Miyatake, 2001), fish (Resende et al., 2025), anurans (Sazima, 1974; Vrcibradic & Van Sluys, 2000), and snakes (Jelić & Vilaj, 2011; Fuentes et al., 2021). Among lizards, this behavior was

recorded in several families: Crotaphytidae (e.g. Gluesing, 1983), Liolaemidae (e.g. Rocha, 1993), Scincidae (e.g. Langkilde et al., 2003), Dibamidae (e.g. Torres-Cervantes et al., 2004), Gymnophthalmidae (e.g. Mesquita et al., 2018; Alves & Cavalcanti, 2024), and Tropiduridae (e.g. Galdino & Pereira, 2002).

Tropidurid lizards of the genus *Stenocercus* Duméril & Bibron, 1837 are found in South America, inhabiting both lowlands and high altitudes. *Stenocercus* is the most diverse genus within Tropiduridae, including 80 species (Uetz et al., 2025) distributed across several vegetation domains (Torres-Carvajal, 2000). *Stenocercus squarrosus* Nogueira and Rodrigues, 2006 (Fig.1A) is a terrestrial, diurnal species with a relictual distribution in Caatinga and Caatinga-Cerrado transition areas (Carrasco) in the states of Ceará and Piauí at elevations ranging from 259 to 919 meters (Nogueira & Rodrigues, 2006; Ribeiro et al., 2009; Cavalcanti et al., 2014; Magalhães et al., 2016). Its biology remains poorly known; it is oviparous and primarily feeds on arthropods. Because of its small size, it can be preyed upon by birds, mammals, and reptiles (Torres-Carvajal et al., 2006, 2007). In this study, we present the first recorded case of thanatosis in a juvenile of *S. squarrosus*.

On June 21, 2013, during a herpetofauna survey in the municipality of Caldeirão Grande do Piauí, Piauí state, Brazil (7.392°S, 40.408°W), in an area characterized by native vegetation predominantly of *carrasco* and shrubby-arboreal Caatinga, a juvenile specimen of *S. squarrosus* (39 mm snout-vent length and 33 mm tail length) was captured in a pitfall trap with drift fence. The traps were checked in the morning (approximately 19 hours since last inspection). Immediately after collection, the specimen was kept in the shade for three hours, then transported to the field laboratory, where its behavior was observed later that same afternoon. We assume that the specimen did not experience significant stress, such as dehydration or other environmental stressors, prior to the observations. The lizard was placed in a plastic bag with sand and leaf litter from the capture site and was taken to the field lab, where it was placed in a tray (50x30 cm) with sand for photography. During this procedure, the lizard exhibited unusual thanatosis behavior with curious characteristics differing from those reported in other lizards, including display of gestures simulating death.

When the specimen recognized an observer approaching or after a light touch, it quickly ran in the opposite direction for about 10-15 cm and threw itself onto the substrate, flattening its body dorsoventrally against the ground with limbs stretched alternately on each side of the body (Fig. 1B-C), maintaining the same position even when lifted and placed in the observer's palm (Fig. 1D). In some but not all instances, it completely closed its eyes. The lizard was handled ten times and repeated the behavior each time until it seemed to tire and stopped

repeating the pattern, remaining merely immobile after short locomotion, without throwing itself onto the ground (which prevented us from recording it). Subsequently, the specimen was euthanized with lidocaine, fixed in 10% formalin, preserved in 70% alcohol, and deposited in the herpetology collection of the Regional University of Cariri, cataloged as URCA-H-5906.

Remarkably, the behavior occurred on the ground without direct handling. Although thanatosis manifests in natural

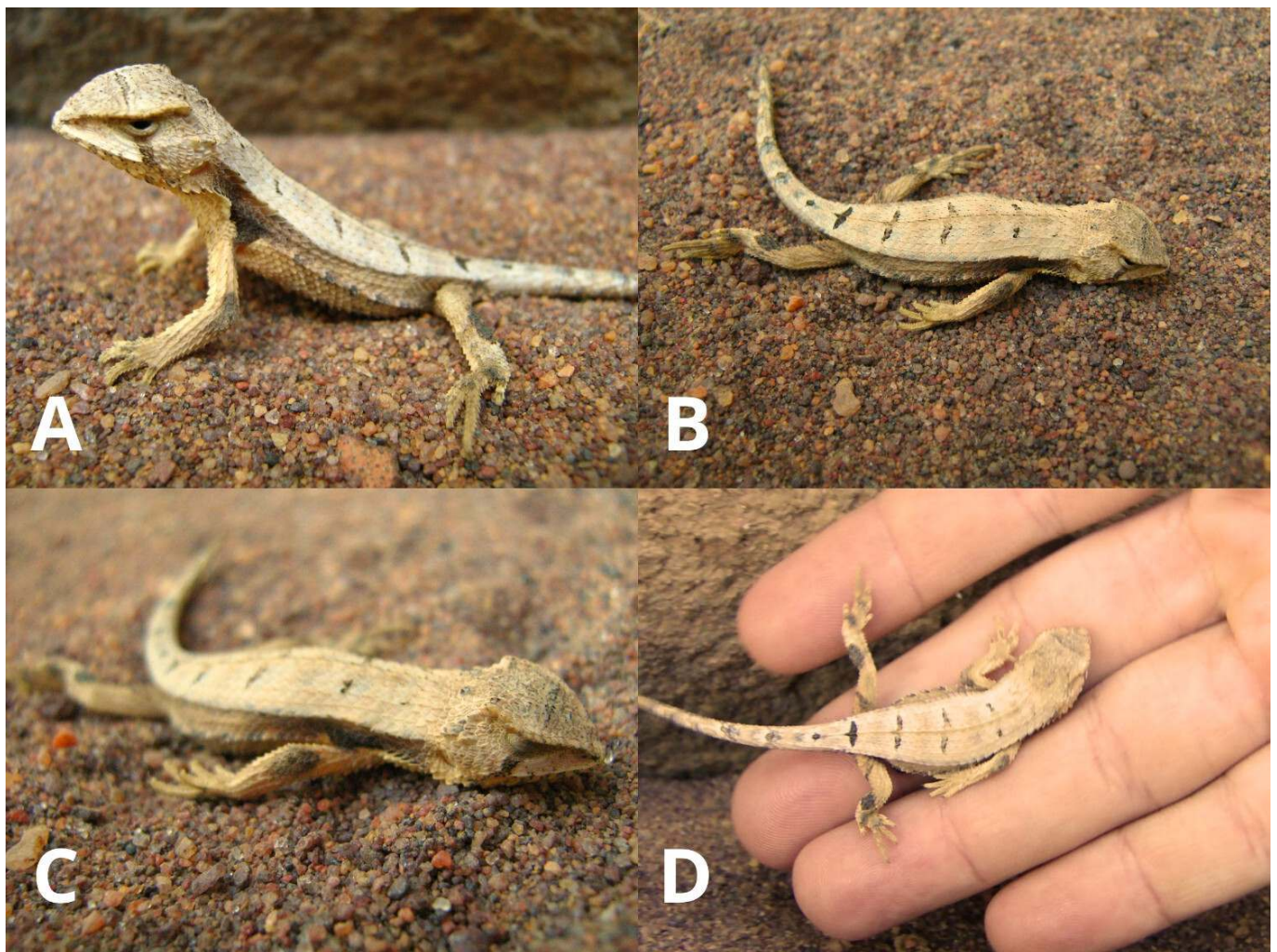


Figura 1. A: A juvenile *Stenocercus squarrosus*, municipality of Caldeirão Grande do Piauí, Piauí, Brazil. B-C: After being lightly touched and moving away from the observer, showing its theatrical performance of thanatosis behavior. D: The lizard maintaining the behavior even while being handled.

environments, most cases are recorded due to fear or stress induced by human manipulation, usually when the individual is being handled (Gerald, 2008; Ribeiro et al. 2010; Gomides & Sousa, 2011; Nunes et al., 2012; Damas-Moreira, 2021). This study reveals unprecedented data on the thanatosis behavior of *Stenocercus squarrosus*. Until now, no defensive behavior had been known for this species. Thanatosis involving running, throwing itself onto the ground, alternating limbs, and remaining in tonic immobility is little known in the genus. Rojas-Suárez et al. (2023) is the only description of a case of thanatosis in *S. erythrogaster* (Hallowell, 1856) in response to direct human handling.

There are some behavioral variations involving thanatosis in lizards, which are related to their responses to external stimuli. This may reflect different types of manipulation observed both in the laboratory and in the natural environment or in the presence of more active predators that feed on constantly moving prey (Machado-Filho et al. 2018; Matias et al. 2024). Furthermore, these physical contact interactions between predator and prey, as well as the duration of immobility, may vary, with longer or shorter periods of interaction (Arduino & Gould, 1984). At least one other case of thanatosis occurred spontaneously due to human proximity in *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Damas-Moreira, 2021), while the vast majority of thanatosis records have been documented during specimen handling (Carvalho et al. 2011; Travaglia-Cardoso, 2014; Santos et al. 2010; Ribeiro et al. 2010). This includes cases in Tropiduridae lizards (Galdino & Pereira, 2002; Gomes et al. 2004; Kohlsdorf et al. 2004; Bertoluci et al. 2006; Teles et al. 2018; Costa-Campos & Anaissi, 2020; Rojas-Suárez et al. 2023). In these cases, there do not appear to be significant variations in thanatosis behavioral patterns, which makes the behavior observed in *S. squarrosus* even more noteworthy.

Regarding death-feigning behavior in young lizards, some studies suggest that in certain environments with low temperatures, this behavior may serve as a useful strategy due to the reduction in metabolic activity and the difficulty in thermoregulation, which decreases agility during escape, thereby inducing the animal to remain motionless in the presence of a predator (Miyatake et al. 2008; Montoya-Cruz & Díaz-Flórez, 2023; Travaglia-Cardoso, 2014). However, considering the distribution of *S. squarrosus* in the Caatinga, a semi-arid climate environment, it is less likely that temperature influences

this behavior, as the lizard was observed during the day. This suggests that other mechanisms must be involved. Future encounters with this still poorly known species should further our understanding of the biology of the *Stenocercus* group. This study presents a new behavioral discovery that may contribute to a better understanding of the natural history and behavior of lizards.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was carried out under license: 01/2013/ Superintendência de Meio Ambiente SMA/Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí– Processo Nº AA.130.1.003544/13. IJR thanks the “Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR; (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq / Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico FUNCAP – Notice 03/2021, DCT-0182-00049.01.00/21 and 04863348/2022) for the research grant and financial resources (PDCTR 301304/2022-0). SCR thanks the FUNCAP for the research grant and financial resources (BPI-FUNCAP: BP5-0197-00161.01.00/22).

REFERENCES

- Alves, I.G., & Cavalcanti, R. 2024. Death-feigning behaviour in *Colobosaura modesta* (Reinhardt & Lütken, 1862). *Herpetology Notes* 17: 521-522.
- Arduino P.J., Gould J.L. 1984. Is tonic immobility adaptive? *Animal Behavior* 32:921–923. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(84\)80173-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(84)80173-6)
- Bauder, J., Macey, J., Stohlgren, K., Day, A., Snow, F., Safer, A., ... Stevenson, D. Factors influencing the display of multiple defensive behaviors in eastern indigo snakes (*Drymarchon couperi*). 2015. *Herpetological Conservation and Biology* 10(2):559–571.
- Bertoluci, J., Cassimiro, J., Rodrigues, M.T. 2006. Tropiduridae (Tropidurid lizards). Death feigning. *Herpetological Review* 37: 472-473.
- Carvalho, R., Lucas, P., Novelli, I. 2011. *Tropidurus Itambere* (Ncn) Tonic Immobility. *Herpetological Review* 42. 279-280.
- Cavalcanti, L.B.Q., Costa, T.B., Colli, G.R., Costa, G.C., França, F.G.R.D. Mesquita, D.O., ... Garda, A.A. 2014.

- Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List* 10:18–27.
- Costa-Campos, C.E., Anaissi, J.S.C. 2020. Death-feigning as defensive behaviour of eight lizard species of the Amazon rainforest. *Herpetological Bulletin* 152: 26–27.
- Damas-Moreira, I. 2021. Playing dead: Lizards show tonic immobility without human handling. *Behaviour* 158: 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1163/1568539X-bja10089>.
- Fuentes, R., Castillo, M., Belton, E., Zambrano, E., Quintero, H., Batista, A. 2021. Dead Snake! A Strategy for Survival: Thanatosis in Some Panamanian Snakes with a Review of Death-feigning in American Snakes. *Reptiles & Amphibians* 28(3): 389–396.
- Galdino, C.A.B., Pereira, E.G. 2002. *Tropidurus nanuzae* (NCN). Death feigning. *Herpetological Review*, 33: 54.
- Gerald, G.W. 2008. Feign versus flight: influences of temperature, body size and locomotor abilities on death feigning in neonate snakes. *Animal Behavior* 75(2): 647–654.
- Gomides, S.C., Sousa, B.M. 2011. *Enyalius perditus*. Death-feigning. *Herpetological Review* 42 (4), 602.
- Gomes, F.R., Kohlsdorf, T., Navas, C.A. 2004. Death-feigning in *Eurolophosaurus divaricatus*: temperature and habituation effects. *Amphibia-Reptilia* 25(3) 321–325.
- Gluesing, E.A. 1983. Collared lizard predation: the effects of conspicuous morphology and movement. *Copeia* 1983: 835–837.
- Hallowell, E. 1856. Notes on reptiles in the collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 8: 221–238.
- Humphreys, R.K., Ruxton, G.D. 2018. A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 72: 22 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2436-8>.
- Jelić, D., Vilaj, I. 2011. Remarks on death feigning in *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768), *Natrix natrix* (Laurenti, 1768) and *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768). *Hyla* 2: 31–33.
- Koslendorf, T., Rodrigues, M.T., Navas, C.A. 2004. *Eurolophosaurus divaricatus* (NCN). Death feigning. *Herpetological Review*, 35: 390.
- Langkilde, T., Schwarzkopf, L., Alford, R. 2003. An ethogram for adult male rainbow skinks, *Carlia jarnoldae*. *Herpetological Journal* 13: 141–148.
- Machado-Filho, P.R., Moya, G.M., Maffei, F. 2018. Death-feigning behaviour in *Iphisa elegans*: the second reported case in the Family Gymnophthalmidae (Reptilia: Squamata). *Acta Amazonica* 48:151–153.
- Magalhaes Jr, A.J.C., Andrade, A.F.A., Moura, G.J.B., Riveiro, L.B., Azevedo Jr. S.M. 2016. New records and ecological niche model of the endemic Caatinga Lizard *Stenocercus squarrosus* Nogueira and Rodrigues, 2006. *Herpetological Review* 47(3): 380–384.
- Matias, C.S.L., Araújo, D.S., Castro, D.P. 2024. Death simulation behavior of the lizard *Lygodactylus klugei* of the Gekkonidae (Reptilia: Squamata) family in northeastern Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 19(1): 928. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v19i1.928>
- Mesquita, G.S., Ferraz, D., Ramalho, W.P., Machado, I.F., Vaz-Silva, W. 2018. Death-feigning as defensive behavior in blue-tailed microteiid lizard *Micrablepharus atticolus* Rodrigues, 1996. *Herpetology Notes* 11: 1065–1067.
- Miranda, R., Klaczko, J., Tonini, J., Brandao, R. 2022. Escaping from predators: a review of Neotropical lizard's defense traits. *Ethology Ecology and Evolution*. 10.1080/03949370.2022.2082538.
- Miyatake, T. 2001. Diurnal periodicity of death-feigning in *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). *Journal of Insect Behavior* 14: 421–432.
- Miyatake, T., Okada, K., Harano, T. 2008. Negative relationship between ambient temperature and death-feigning intensity in adult *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis*. *Physiological Entomology* 33: 83–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2007.00607.x>.
- Montoya Cruz, A., Díaz-Flórez, R. 2023. Back from the beyond: Defensive behavior of the Bogota Anadia *Anadia bogotensis* (Squamata: Gymnophthalmidae). *Revista Latinoamericana de Herpetología* 6: 144–147. 10.22201/fc.25942158e.2023.4.814.

- Nogueira, C., Rodrigues, M. 2006. The Genus *Stenocercus* (Squamata: Tropiduridae) in Extra-Amazonian Brazil, With the Description of Two New Species. *South American Journal of Herpetology* 1: 149–165.
- Nunes, J., Elisei, T., Sousa, M.B. 2012. Anti-predator behaviour in the Brazilian lizard *Tropidurus itambere* (Tropiduridae) on a rocky outcrop. *Herpetological Bulletin* 120:22–28.
- Oliver, M.K. 1996. Death-feigning observed in *Hippopsis lemniscata* (Fabricius) (Coleoptera: Cerambycidae). *The Coleopterists' Bulletin* 50: 160–161.
- Resende, A.C., Streatfield, J., Rogers, A. 2025. Thanatosis in juvenile *Notolabrus celidotus*, the New Zealand spotty wrasse. *Acta Ethologica* 28: 45–48. <https://doi.org/10.1007/s10211-025-00455-1>.
- Ribeiro, S.C., Roberto, I.J., Sales, D.L., Almeida, W.O. 2009. Distribution extension of *Stenocercus squarrosus* Nogueira and Rodrigues, 2006 (Reptilia, Squamata, Tropiduridae) in Northeastern Brazil. *Biotemas (UFSC)* 22: 165–167.
- Ribeiro, S.C., Souza, J.G.G., Teles, D.A., Almeida, W.O., Guarnieri, M.C. 201. Natural history notes. *Mabuya arajara*. Death-feigning. *Herpetological Review* 41: 494–495.
- Rojas-Suárez, A. E. Montes-Correa, A. Jiménez, J. 2023. Death-feigning in the Red-bellied Ground Lizard, *Stenocercus erythrogaster* (Hallowell 1856) (Squamata: Tropiduridae), in Colombia. *Reptiles & Amphibians* 30: 20083. [10.17161/randa.v30i1.20083](https://doi.org/10.17161/randa.v30i1.20083).
- Rocha, C.F.D. 1993. The set of defense mechanisms in a tropical sand lizard (*Liolaemus lutzae*) of southeastern Brazil. *Ciência e Cultura* 45: 116–122.
- Rocha, C.F.D., Van Sluys, M. 2008. Comportamento de répteis. Pp. 173–188, In Del-Claro, K., Prezoto, F., Sabino, J. (Eds.), *As distintas Faces do Comportamento animal*, editora UniderP, Campo Grande.
- Santos, M.B., Oliveira, M.C.L.M., Verrastro, L., Tozetti, A.M. 2010. Playing dead to stay alive: death-feigning in *Liolaemus occipitalis* (Squamata: Liolaemidae). *Biota Neotropica*, 10(4): 361–364. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400043>.
- Sannolo, M., Gatti, F. Scali, S. 2014. First record of thanatosis behaviour in *Malpolon monspessulanus* (Squamata: Colubridae). *Herpetology Notes* 7: 323.
- Sazima, I. 1974. Experimental predation on the leaf-frog *Phyllomedusa rohdei* by the water snake *Liophis miliaris*. *Journal of Herpetology*. 8(4): 376–377.
- Travaglia-Cardoso, S.R. 2014. Death-feigning in *Tropidurus itambere* (Reptilia: Tropiduridae). *Herpetologia Brasileira* 3: 25–26.
- Teles, D.A., Pinto, C.L.M., Araújo-Filho, J.A., Teixeira, A.A.M. 2018: *Lygodactylus klugei* and *Tropidurus cocorobensis*. Death feigning. *Herpetological Review* 49: 537.
- Torres-Carvajal, O. 2000. Ecuadorian lizards of the genus *Stenocercus* (Squamata: Tropiduridae). *Scientific Papers* 15: 1–38. doi:[10.5962/bhl.title.16286](https://doi.org/10.5962/bhl.title.16286).
- Torres-Carvajal, O., Chulte, J.A. S., Adle, J.E.C. 2006. Phylogenetic relationships of South American lizards of the genus *Stenocercus* (Squamata: Iguania): A new approach using a general mixture model for gene sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39:171–185.
- Torres-Carvajal, O., 2007. A taxonomic revision of South American *Stenocercus* (Squamata: Iguania) lizards. *Herpetological Monographs* 21(1): 76–178. <https://doi.org/10.1655/06-001.1>.
- Torres-Cervantes, R.J., Hernandez-Ibarra, X., Ramirez-Bautista, A. 2004. *Anelytropsis papillosus* (Mexican blind lizard). Death feigning and autotomy. *Herpetological Review* 35(4): 384.
- Travaglia-Cardoso, S.R. 2014. Death-feigning in *Tropidurus itambere* (Reptilia: Tropiduridae). *Herpetologia Brasileira* 3: 25–26
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F., Kudera, J., Hošek, J. (Eds.). 2025. The Reptile Database. Accessible at: <http://www.reptile-database.org>, accessed 25 February 2025.
- Vrcibradic, D., Vansluys, M. 2000. *Hyla alvarengai* (NCN). Death feigning and size at maturity. *Herpetological Review* 31: 40–41.



Maria Regilane Belo da Silva “Graduada em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e em Licenciatura em Biologia, ambas pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), onde integra o Laboratório de Biologia e Ecologia de Animais Silvestres (LBEAS). Atua como professora da rede pública de ensino, lecionando matemática no Ensino Fundamental na região sul do Ceará.”

“Graduated in Interdisciplinary Licentiate in Natural Sciences and Mathematics and in Licentiate in Biology, both from the Universidade Federal do Cariri (UFCA), where she is a member of the Laboratory of Biology and Ecology of Wild Animals. She works as a public school teacher, teaching Mathematics at the elementary education level in the southern region of Ceará, Brazil.”



João Antonio de Araujo Filho “Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Mestre em Bioprospecção Molecular (Biodiversidade) pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Pós-doutorado no Programa de Pós- Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente, é professor de Zoologia da Universidade Regional do Cariri (URCA). Sua pesquisa se concentra na compreensão dos fatores que influenciam a abundância e a ocorrência de endoparasitos associados à herpetologia, particularmente em populações de anfíbios e répteis, bem como as interações entre as espécies e seu ambiente.”

“Bachelor in Biological Sciences from the Regional University of Cariri (URCA). Master’s degree in Molecular Bioprospecting (Biodiversity) from the Regional University of Cariri (URCA). Ph.D. in Biological Sciences (Zoology) from the Federal University of Paraíba (UFPB). Postdoctoral fellowship in the Graduate Program in Biological Diversity and Natural Resources at the Regional University of Cariri (URCA). Currently, Professor of Zoology at the Regional University of Cariri (URCA). His research focuses on understanding the factors that influence the abundance and occurrence of endoparasites associated with herpetology, particularly in amphibian and reptile populations, as well as the interactions between species and their environment.”



Igor Joventino Roberto “Biólogo formado pela Universidade Federal do Ceará (Fortaleza, Ceará, Brasil) e doutor em Zoologia pela Universidade Federal do Amazonas (Manaus, Amazonas, Brasil). Atualmente, Igor é Professor Assistente de Zoologia na Universidade Estadual do Ceará (UECE-FAFIDAM) em Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, e membro do Grupo de Especialistas em Crocodilos da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Sua pesquisa concentra-se em sistemática, taxonomia, história natural e conservação de anfíbios e répteis no nordeste do Brasil. (Foto: Coleman M. Sheehy, III).”

“Is a Biologist who graduated from the Universidade Federal do Ceará (Fortaleza, Ceará, Brazil), and earned his Ph.D. in Zoology from the Universidade Federal do Amazonas (Manaus, Amazonas, Brazil). Currently Igor is na Assistant Professor of Zoology at the Universidade Estadual do Ceará (UECE-FAFIDAM) in Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil, and is a member of the Crocodile Specialist Group of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). His research is focused on systematics, taxonomy, natural history, and conservation of amphibians and reptiles in northeastern Brazil. (Photographed by Coleman M. Sheehy, III).”



Samuel Cardozo Ribeiro “Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri, Campus Brejo Santo, Ceará. Doutor em Zoologia pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri, onde é orientador do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais. Membro da Sociedade Brasileira de Herpetologia desde 2009, e membro do Skink Specialist Group da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Desenvolve pesquisas com répteis (Squamata) e anfíbios (Anura), abordando temas como ecologia de populações e comunidades, parasitismo, história natural e sistemática.”

“Adjunct Professor at the Universidade Federal do Cariri, Brejo Santo Campus, Ceará. PhD in Zoology from the Universidade Federal da Paraíba, master’s degree in Animal Biology from the Universidade Federal de Pernambuco, and Bachelor’s in Biological Sciences from the Universidade Regional do Cariri, where he is the advisor for the Postgraduate Program in Biological Diversity and Natural Resources. Member of the Brazilian Society of Herpetology since 2009 and a member of the Skink Specialist Group of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). His research focuses on reptiles (Squamata) and amphibians (Anura), addressing topics such as population and community ecology, parasitism, natural history, and systematics.”

O tripé do Instituto Butantan para evitar a extinção da jararaca-ilhoa

Otávio A.V. Marques^{1,*}, Paulo H.N. Monteiro¹, Selma M. Almeida-Santos¹

Laboratório de Ecologia e Evolução, Instituto
Butantan, 05503-900, São Paulo, Brasil.

* Corresponding author. E-mail: otavio.marques@butantan.gov.br

Editores de Área: Cybele Lisboa, Ibero Machado

Submetido: 30/04/2025

Aceito: 20/09/2025

DOI: [10.5281/zenodo.17361040](https://doi.org/10.5281/zenodo.17361040)

Resumo

A jararaca-ilhoa, endêmica da Ilha da Queimada Grande e criticamente ameaçada, demanda respostas rápidas e integradas. Apresentamos o tripé do Instituto Butantan para evitar sua extinção: pesquisa, conservação *ex situ* e educação. No eixo da pesquisa, estamos consolidando estudos e abordagens em história natural, ecologia comportamental, fisiologia reprodutiva, genética e microbiota, gerando bases para manejo, pareamentos e protocolos de reprodução assistida. No eixo *ex situ*, o Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) do Instituto Butantan está implantando um viveiro concebido para replicar, na medida do possível, a estrutura e o microclima da Floresta Atlântica insular, visando saúde ecológica e comportamental, redução de endogamia e formação de um plantel apto a futuras reintroduções. No eixo educativo, ações nas dependências do LEEv e em escolas do litoral engajam docentes, estudantes e público em ciência participativa, fortalecendo o apoio social e o combate ao tráfico. A integração desses eixos cria um modelo replicável para outras serpentes brasileiras e amplia as chances de viabilidade populacional da espécie.

Palavras-chave: jararaca-ilhoa; conservação *ex situ*; pesquisa; educação ambiental; reintrodução.

Abstract

The Golden Lancehead, endemic to Queimada Grande Island and critically endangered, requires swift, integrated action. We present the Butantan Institute's tripod to prevent extinction: research, *ex situ* conservation, and education. In the research axis, we are consolidating studies and approaches in natural history, behavioral ecology, reproductive physiology, genetics, and microbiota, providing baselines for management, pairings, and assisted-reproduction protocols. For *ex situ* conservation, the Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) at Instituto Butantan is developing a vivarium designed to replicate, as far as feasible, the island's Atlantic Forest structure and microclimate, promoting ecological and behavioral health, reducing inbreeding, and building a stock suitable for future reintroductions. In education, initiatives within LEEv facilities and in coastal schools engage teachers, students, and the public through participatory science, strengthening social support and curbing illegal trade. Integrating these axes offers a replicable framework for other Brazilian snakes and increases the species' population viability.

Keywords: Golden Lancehead; *ex situ* conservation; research; environmental education; reintroduction.

A serpente

A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) é talvez a serpente mais emblemática da fauna brasileira. Vivendo isolada na pequena Ilha da Queimada Grande (Fig. 1), a mais de 30 km da costa de São Paulo, ela depende de aves vindas do continente e a sua população representa uma das maiores densidades de serpentes do planeta (Marques et al., 2002, 2012; Martins et al., 2008; Abrahão et al., 2021). Sua coloração amarelada e a presença de fêmeas intersexuadas são outras particularidades que intrigam diversos pesquisadores (Marques, 2021; Garcia et al., 2022; Kasperoviczus et al., 2023). Essa população de cobras da Ilha da Queimada Grande sempre suscitou o imaginário popular, dando origem a inúmeras histórias e lendas, aumentando sua notabilidade. Infelizmente, o fato de estar classificada como criticamente ameaçada de extinção é outro atributo que dá fama a essa singular jararaca.

Aspectos como a pequena área da ilha, a alteração de seu habitat natural, a retirada de espécimes pelo tráfico ilegal e a constatação da queda populacional em seu habitat natural (Marques, 2021) fazem com que jararaca-ilhoa seja incluída na categoria ‘criticamente ameaçada’ na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) desde o ano de 2000. Posteriormente, foi adicionada também às listas oficiais da fauna ameaçada de extinção do Estado de São Paulo e do Brasil (Marques et al., 2002). Apresentamos, a seguir, as ações desenvolvidas pelo Instituto Butantan na tentativa de reverter o processo de extinção desta espécie.



Figura 1. A Ilha da Queimada Grande e a jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) em seu habitat natural.

O Instituto Butantan

Fundado em 1901 como Instituto Serumtherápico, com o objetivo de produzir soro antipestoso para combater um surto de peste bubônica que se propagava a partir do Porto de Santos, o Instituto passou a produzir o soro antiofídico já no seu primeiro ano de existência. Dessa forma, o Butantan também passou a responder aos objetivos de Vital Brazil, seu primeiro diretor, que já desenvolvia pesquisas relacionadas ao combate ao ofidismo.

Como uma das principais estratégias para a captação de serpentes na natureza, necessárias para produzir o soro antiofídico, Vital Brazil criou um sistema no qual a população poderia adquirir gratuitamente o soro antiofídico e caixas de madeira, além de outros equipamentos para a captura, em troca de serpentes entregues vivas ao Butantan. Devido ao sucesso dessa estratégia, a instituição passou a ser principal destino para o envio de serpentes encontradas na natureza em diversas regiões do território brasileiro, tornando-se referência no estudo de ofídicos (Ibañez et al., 2005).

Foi neste Instituto que dezenas de novas espécies de serpentes foram descobertas pela ciência, destacando-se também inúmeros estudos sobre seus venenos. Em 1921, um de seus diretores, Afrânio do Amaral, descreveu uma jararaca diferente, de tom amarelado, que habita a isolada Ilha da Queimada Grande, ao largo do litoral de São Paulo. Apesar dessa descoberta, poucos estudos foram desenvolvidos no Instituto Butantan com a espécie no século passado (Kasperovicz & Almeida-Santos, 2012). Além do próprio Amaral, que descreveu a espécie e estudou aspectos básicos de sua biologia e seu veneno (Amaral, 1921), outro estudo que caracteriza a intersexualidade da espécie na década de 1950 merece destaque (Hoge et al., 1959).

Atualmente, o Instituto Butantan destaca-se pela produção de soros e vacinas, além do desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas relacionadas direta ou indiretamente à saúde pública. A caracterização e investigação das propriedades farmacológicas das moléculas que compõem os venenos ofídicos, assim como a avaliação do seu uso para novos medicamentos têm sido uma das frentes de pesquisa do instituto neste século (Armelin, 2009). Em relação à pesquisa básica, podemos ressaltar os

estudos sobre história natural de serpentes, consolidados na instituição nas últimas três décadas (ver Maschio et al., 2023). O conhecimento da história natural, associado à estudos filogenéticos tem possibilitado resgatar e compreender vários aspectos da história evolutiva desses répteis (e.g., Martins et al., 2002; Alencar et al., 2013). Vale destacar que muitas espécies de serpentes são alvos de estudos de bioprospecção. Agregar o conhecimento da história natural de uma espécie, assim como reconhecer a sua posição filogenética, frequentemente sinaliza maior possibilidade para descoberta de moléculas desconhecidas e com potencial de uso farmacológico em benefício dos humanos.

Há muito a pesquisar, mas o processo de extinção avança continuamente no planeta e também atinge as serpentes, motivando a preocupação de boa parte dos pesquisadores do Instituto Butantan.

O novo desafio

O Brasil está no topo dos países megadiversos (Brooks et al., 2006) e abriga cerca de 10% da biodiversidade mundial (Lewinsohn & Prado, 2005). As análises mais recentes indicam que 1.253 espécies da fauna brasileira estão ameaçadas de extinção (PORTARIA MMA Nº 148/2022). Dada a sua elevada biodiversidade, o país tem um grande desafio para refrear a perda de espécies. Reverter o processo de extinção de qualquer espécie é tarefa fundamental para manutenção da biodiversidade do planeta, e ações neste sentido são de extrema importância. Tal tarefa exige a ampla mobilização da sociedade, das universidades e de centros de pesquisas. Ações que preservem os habitats naturais em que vivem as espécies certamente são as medidas mais efetivas para reverter o processo de extinção. No entanto, ações específicas voltadas para espécies-alvos, tais como programas de manutenção *ex situ*, reprodução assistida e a criação de biobancos devem ser vistas como ferramentas indispensáveis para a conservação.

Entre as espécies ameaçadas de nossa fauna estão listadas 24 serpentes, incluindo a jararaca-ilhoa. Diante deste cenário, o Instituto enfrenta mais um desafio e começa a dar a sua parcela de contribuição para salvaguardar a nossa biodiversidade. Dado o seu grau de ameaça e o relativo bom conhecimento de sua ecologia, a jararaca-

ilha é a primeira espécie-alvo do Instituto para o desenvolvimento de ações de conservação.

As ações para conservar

A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) propõe diversas medidas para proteger ou recuperar populações de espécies ameaçadas. Além da preservação ou recuperação de seus habitats naturais, podemos reconhecer três eixos básicos de ações para reverter o processo de extinção de uma espécie: (1) o desenvolvimento de pesquisas científicas, (2) a conservação *ex situ* (ou seja, a manutenção de uma população fora do seu habitat natural) e (3) campanhas educativas.

Vários projetos desenvolvidos no Instituto Butantan com apoio da FAPESP possibilitaram caracterizar os principais aspectos da história natural e ecologia da espécie, mas outros estudos são essenciais e urgentes para subsidiar medidas de conservação *in situ* e *ex situ*.

Para concretizar as ações de conservação de serpentes, o Instituto Butantan inaugurou novas instalações para o Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) cuja principal missão é desenvolver e consolidar os três eixos básicos de ações para a conservação das espécies. Para tal finalidade o local (Fig. 2) possui um viveiro para a conservação *ex situ* da jararaca-ilhoa e prédios destinados a biotérios, laboratórios e espaços destinados a exposições com finalidades educativas, relacionadas à temas científicos em geral e, particularmente, à conservação.



Figura 2. Instalações do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) do Instituto Butantan, com quatro prédios destinados a pesquisa, biotério, exposição ao público e um viveiro para conservação *ex situ*.

Os primeiros passos

Em um artigo publicado na Ciência Hoje em 2002, os autores mencionaram a importância de estudos detalhados sobre biologia para avaliar os riscos reais a que jararaca-ilhoa está sujeita e sugeriram a manutenção de um plantel *ex situ* como uma medida importante para a conservação da espécie (ver Marques et al., 2002). Desde então, dois projetos patrocinados pela FAPESP, conduzidos por pesquisadores do LEEv, possibilitaram o desenvolvimento de vários estudos sobre a história natural e ecologia da jararaca-ilhoa. Atualmente, um terceiro projeto está detalhando a sua biologia reprodutiva.

Em um dos projetos, desenvolvido entre 2007 e 2009, com o objetivo de caracterizar os hábitos alimentares e a biologia reprodutiva da jararaca-ilhoa, surgiu a proposta de coletar alguns exemplares a fim de iniciar uma experiência piloto visando a conservação *ex situ*. Nesse contexto, 20 exemplares foram trazidos da ilha e acondicionados em caixas plásticas individualizadas em um pequeno biotério do LEEv (SISBIO: 25650-13).

A consolidação do primeiro plantel *ex situ* da jararaca-ilhoa permitiu abordar vários aspectos da biologia reprodutiva dessa serpente (e.g., período de acasalamento, fecundidade, acompanhamento gestacional com o uso da ultrassonografia, época de nascimento e número de filhotes) resultando em vários artigos (Marques et al.,

2013; Amorim et al., 2019; Garcia et al., 2022, 2023 Garcia & Almeida-Santos, 2022). Tais estudos, principalmente sobre as características físicas e biológicas do sêmen e a época de vitelogênese possibilitaram a seleção de adultos férteis para pareamento de casais em biotério (Silva et al., 2015, 2021). Diante disso, o plantel foi multiplicado, aumentando de 20 para quase 60 exemplares.

O sucesso na manutenção e reprodução desse plantel impulsionou o projeto de conservação *ex situ* e culminou com a construção de novas dependências para o LEEv. No novo local, foi incluído um viveiro para abrigar uma população *ex situ* com as condições similares às da Ilha da Queimada Grande, permitindo que as serpentes se habituem a se locomover sobre a vegetação, fiquem aptas a capturar aves e preparadas para enfrentar outras situações próprias do seu habitat natural.

Conservação *ex situ*

O viveiro do LEEv (Fig. 3) pretende não apenas abrigar um plantel para assegurar a existência da espécie *ex situ*, mas também manter espécimes viáveis para serem introduzidos na natureza em caso de extinção ou mesmo diante de dados de que esta seja iminente. Assim, é fundamental que os exemplares do viveiro se adaptem a viver em condições similares às da Ilha da Queimada Grande, considerando suas particularidades e as dificuldades impostas pelo seu habitat natural. O recinto, com 250 m², foi concebido justamente para que nele sejam replicadas – na medida do possível – as condições existentes na ilha.



Figura 3. Área do viveiro, onde serão replicadas as condições similares às da Ilha da Queimada Grande para manter um plantel da jararaca-ilhoa.

A Ilha da Queimada Grande é recoberta por Mata Atlântica, e a sua composição florística é relativamente bem conhecida (Kurtz et al., 2017, Marques 2021). Desse modo, há informações seguras para replicar uma cobertura vegetal similar no viveiro. Um estudo populacional da jararaca-ilhoa mostrou que a espécie vive no interior da floresta e raramente é avistada em porções abertas da ilha (Martins et al., 2008). Essa jararaca apresenta um padrão termo-conformador, ou seja, sua temperatura corporal varia de acordo com o ambiente, sem mecanismos comportamentais evidentes de termorregulação ativa. Suas exigências térmicas são asseguradas pelo microclima relativamente estável do interior da floresta que recobre a ilha (Bovo et al., 2012). A Ilha possui integridade florestal menor do que áreas de Mata Atlântica bem preservadas, mas um estudo sobre o uso de habitat evidenciou que a serpente tem preferência por locais mais íntegros, com dossel alto e poucas aberturas (Banci, 2023). Florestas mais íntegras oferecem habitats melhor estruturados, com maior disponibilidade de substratos acima do solo, por onde as serpentes costumam se locomover, além de poleiros frequentemente utilizados para caçar as aves que constituem sua dieta. Assim, a criação de ambiente florestal com tais características é essencial para a manutenção de um plantel de *B. insularis* fora do seu habitat natural, de forma saudável do ponto de vista ecológico e comportamental.

Se não há dúvida de que a presença de uma fisionomia vegetal no viveiro similar à da ilha é imprescindível, não há, até o momento, elementos para afirmar se as espécies vegetais nativas da ilha são igualmente importantes para manter as mesmas características ecológicas e comportamentais da população *ex situ*. Estudos em andamento e em planejamento no LEEv irão auxiliar a responder tal questão (ver item **Pesquisa**). Uma vez que, no momento, só há informação segura de que a jararaca-ilhoa necessita do sombreamento da floresta, o primeiro passo é a formação de uma pequena floresta com espécies arbóreas que permitam o desenvolvimento de um dossel. Para esse fim foram introduzidas no recinto dezenas de mudas arbóreas de rápido crescimento. Com o dossel consolidado, garantido o sombreamento e umidade necessários, serão acrescentadas lianas, epífitas e formas arbustivas, deixando o ambiente similar àqueles mais íntegros existentes na ilha, conforme estudo prévio (Banci, 2023).

O manejo da vegetação deve incluir poda, remoção de invasoras e, eventualmente, a introdução de espécies nativas da ilha, caso se demonstre que são importantes para a ecologia e o comportamento da jararaca-ilhoa.

Pesquisa

Embora diversos aspectos da história natural e ecologia da jararaca-ilhoa tenham sido estudados ao longo das últimas duas décadas, incluindo hábitos alimentares, termorregulação, uso do habitat, interação com predadores, reprodução e estimativas populacionais (Marques, 2021, Alves-Nunes et al., 2023; Kasperoviczus et al., 2023; Sawaya et al., 2023; Banci et al., 2024), muitas questões essenciais para o manejo da espécie no viveiro permanecem em aberto. Estudos sobre ecologia comportamental, ecofisiologia, fisiologia reprodutiva e genética são prioritários, pois podem gerar informações-chave para o manejo de um plantel saudável e para futuras introduções ou reintroduções. A adequação do viveiro, simulando ao máximo as condições da ilha é imperativa, especialmente se houver a possibilidade de soltura de espécimes no local, sendo indispensável, que mantenham características biológicas compatíveis com as populações selvagens, garantindo sua adaptação ao ambiente natural. Além disso, é fundamental preservar essas características ao longo das gerações do plantel, para evitar a seleção artificial que poderia favorecer caracteres diferentes daqueles presentes na população natural da ilha.

A primeira fase de instalação da vegetação, embora utilize espécies vegetais registradas na ilha ou semelhantes, tem como objetivo criar um ambiente sombreado e com complexidade estrutural adequada. Essa configuração garantirá a redução da insolação direta, a manutenção da umidade e a oferta de temperaturas e substratos arbóreos compatíveis com as necessidades da jararaca-ilhoa. O micro-habitat de caça depende dessas variáveis, mas desconhecemos se determinadas espécies vegetais influenciam na escolha desses locais. Na ilha, observamos frequentemente serpentes caçando em meio a frutos caídos no solo ou sobre a vegetação (Fig. 4). A presença de frutos é um atrativo para aves, e a seleção desses pontos pela jararaca-ilhoa aumenta as chances de encontro com suas presas. É importante compreendermos qual sinal a serpente utiliza para reconhecer esses sítios de caça. Experimentos para avaliar o interesse e a atração das

jararacas-ilhoas por diferentes estímulos, incluindo sinais químicos liberados pelos frutos serão essenciais para as próximas etapas do manejo da vegetação. Essas avaliações, associadas a outros estudos de ecologia comportamental, devem orientar o manejo e o enriquecimento ambiental do viveiro.



Figura 4. Jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) em atividade de caça entre frutos caídos e na vegetação. A compreensão dos sinais utilizados pela espécie para selecionar seus sítios de caça é essencial para o manejo *ex situ*.

Outro aspecto importante considerado pelo LEEv é a avaliação da diversidade genética do plantel de jararacas-ilhoas. Esse procedimento é necessário porque, havendo poucos indivíduos para cruzamento, o risco de elevada taxa de endogamia (cruzamento entre parentes próximos) aumenta, podendo levar à diminuição da variabilidade genética do plantel. Recomenda-se que a similaridade genética da população *ex situ* seja próxima à da população selvagem, a fim de manter características compatíveis com a população insular e preservar sua capacidade de adaptação ao ambiente natural da ilha.

O primeiro estudo, realizado com 79 indivíduos (49 *ex situ* e 30 *in situ*), indicou 49% de similaridade genética entre a população de cativeiro e selvagem (Salles-Oliveira et al., 2020). Esse resultado preliminar reforça a necessidade de monitoramento da população do viveiro, já que programas de reintrodução geralmente recomendam a manutenção de pelo menos 90% da diversidade genética entre as populações *ex situ* e *in situ* (Frankham et al., 2017). Neste sentido, os estudos sobre reprodução darão o respaldo necessário para reduzir a endogamia e evitar a perda da diversidade genética (Fig. 5). A elaboração de protocolos para obtenção e armazenamento de sêmen de machos da ilha, aliada ao aprimoramento das técnicas de inseminação artificial, poderá minimizar ou eliminar a necessidade de novas coletas, garantindo um plantel geneticamente diverso (Silva et al., 2021).

O estado sanitário do plantel deve ser avaliado periodicamente. A reintrodução de espécimes pode provocar a disseminação de doenças, afetando a população selvagem, e os animais reintroduzidos também podem ser vulneráveis a patógenos presentes no ambiente natural. O Instituto Butantan possui a *expertise* para traçar o perfil metagenômico da microbiota da população *ex situ* e *in situ*, utilizando técnicas de metagenômica para garantir a reintrodução seguras também sob o ponto de vista sanitário.

Ações educativas

Ações educativas estão sendo conduzidas no próprio Instituto Butantan, junto às novas instalações do LEEv, e também com o envolvimento de escolas municipais



Figura 5. Estudos sobre reprodução, diversidade genética das populações *ex situ* (viveiro) e *in situ* (Ilha) e análise de suas microbiotas serão essenciais para o manejo e para a implantação de programas de reintrodução da jararaca-ilhoa.

do litoral sul de São Paulo, região adjacentes à Ilha da Queimada Grande.

As instalações do LEEv, com mais de mil metros quadrados, estão situadas no interior da reserva de Mata Atlântica do instituto e incluem quatro blocos independentes de pesquisa, além do viveiro. Esse complexo oferece um ambiente propício para atividades educativas que transmitam o conhecimento produzido pelo Laboratório, assim como os seus princípios de trabalho. Todos os quatro prédios do LEEv apresentam janelas dispostas para a observação e a interação com o público e são circundados por passarelas de circulação para visitantes. Três prédios abrigam laboratórios e pesquisadores e outro é destinado principalmente para a manutenção de animais vivos em biotérios e à exposição de temas relacionados à conservação.

A proposta é receber visitas monitoradas por educadores que interajam continuamente com os pesquisadores, permitindo aos visitantes vivenciar os projetos desenvolvidos no LEEv voltados à conservação das espécies. Esses educadores conduzirão os grupos, apresentando e discutindo as pesquisas desenvolvidas no local. Temas como ecologia comportamental, bem-estar animal, reprodução, evolução e diversidade genética serão abordados, destacando como a pesquisa e a produção de conhecimentos são essenciais para subsidiar as ações de conservação *in situ* e *ex situ*.



O trabalho junto às escolas do litoral foi iniciado no município de Itanhaém, em 2018, com cursos direcionados aos professores da rede pública. Itanhaém é a cidade mais próxima da Ilha da Queimada Grande e ponto de acesso por embarcações, incluindo barcos de pescadores. Em uma primeira fase, foi ministrado um curso abordando serpentes em geral e especificidades relacionadas à jararaca-ilhoa, voltado para professores de 18 escolas municipais. A segunda fase, iniciada em 2022, tem como objetivo envolver alunos e professores em projetos de pesquisa desenvolvidos pelos pesquisadores do LEEv na Ilha da Queimada Grande. O primeiro projeto trata da pressão de predadores na ilha como um dos fatores da evolução e diferenciação da jararaca-ilhoa, e envolve a estratégia de utilizar réplicas de cobras (Fig. 6) em experimentos bem adequados para serem conduzidos pelos estudantes.

Experimentos com réplicas de serpentes confeccionados com massa de modelar têm sido desenvolvidos em algumas áreas de Mata Atlântica para quantificar a taxa de predadores sobre serpentes (e.g., Siqueira & Marques, 2018; Banci et al., 2020). Em um desses estudos foi possível comparar a pressão de predadores de serpentes entre a Ilha da Queimada Grande e áreas continentais de Mata Atlântica, constatando-se que a taxa de predação na ilha é muito inferior às do continente (Banci et al., 2024). É possível que essa menor pressão de predadores tenha possibilitado a evolução e fixação da cor amarelada nas jararacas da Ilha. Similar aos animais albinos, a cor amarelada tende a ser mais chamativa aos predadores visuais, mas poderia ter sido fixada na população da ilha pela baixa pressão de predação. Para testar tal hipótese é necessário comparar a taxa de predação sobre réplicas



Figura 6. Réplicas feitas com massa de modelar representando as cores da jararaca continental (acima) e da jararaca-ilhoa (abaixo).

com padrão amarronzado (similar à cor da jararaca continental) com as de padrão amarelado (como o da jararaca-ilhoa). A ideia é levar essa questão aos estudantes e envolvê-los no estudo e experimentos em campo (Fig. 7). Nesse sentido, estratégias baseadas na Ciência Cidadã, onde a população participa da coleta de dados em uma pesquisa, poderão ser desenvolvidas junto ao público (Bonney, et. al. 2015).

Essa ação possui vários passos que envolvem a discussão de conteúdos e conceitos sobre interações ecológicas,

adaptação, deriva genética e outros aspectos relacionados à evolução e ecologia. A partir do domínio desses conceitos, professores e alunos poderão vivenciar as principais etapas do método científico, incluindo a descrição de fenômenos, a elaboração de hipóteses e o planejamento e execução de experimentos. Além de estimular a prática do pensamento científico nas escolas, espera-se que a presença da jararaca-ilhoa desperte a sensibilização e engajamento para a conservação dessa espécie e, em especial, na luta contra o tráfico.



Figura 7. Experimento piloto utilizando as réplicas com a participação dos alunos de uma das escolas municipais de Itanhaém (ver texto).

O Futuro

Infelizmente, o histórico e o atual cenário de perda da biodiversidade não nos levam a um quadro otimista. Estamos em meio a uma grande crise da biodiversidade com o número de espécies ameaçadas aumentando progressivamente, ano após ano. O empenho para salvar cada uma dessas espécies é indispensável. As ações planejadas e desenvolvidas com a jararaca-ilhoa, por meio de um tripé formado por pesquisa, conservação *ex situ* e educação, é a primeira iniciativa do Instituto Butantan para reverter o processo de extinção de uma espécie de serpente no país. Tais ações estão possibilitando agregar pesquisadores de diferentes áreas e a sua integração com educadores e a população. A consolidação e o sucesso desse grupo serão essenciais para que essa ação integrada seja replicada no futuro para a conservação de outras serpentes não só pelo Instituto Butantan, mas também por outras instituições espalhadas pelo país e pelo mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Ibere F. Machado pela cuidadosa revisão deste manuscrito e pelas valiosas sugestões que contribuíram para aprimorar o texto. Os autores, os quais representam todos os diretores do Laboratório de Ecologia e Evolução do Instituto Butantan desde sua criação, dedicam este trabalho aos funcionários, técnicos, biólogos, veterinários, educadores e alunos, pelo inestimável apoio e dedicação às ações de conservação desenvolvidas nesse laboratório. O trabalho conjunto de todos será sempre imprescindível para o sucesso na preservação de nossa biodiversidade! OAVM e SMAS contam com o auxílio do CNPq (processos 311977/2023-5 e 312325/2022-3) e da FAPESP (processos 20/12658-4 e 24/09562-6).

REFERÊNCIAS

- Abrahão, C.R., Amorim, L.G., Magalhães, A.M., Azevedo, C.R., Grisi-Filho, J.H.H., Dias, R.A. 2021. Extinction risk evaluation and population size estimation of *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae), a critically endangered insular pitviper species of Brazil. *South American Journal of Herpetology* 19:32–39.
- Alencar, L.R., Gaiarsa, M.P., Martins, M. 2013. The evolution of diet and microhabitat use in pseudoboine snakes. *South American Journal of Herpetology* 8:60–66.
- Amaral, A. 1921. Contribuição para o conhecimento dos ophídios do Brasil. A. Parte II. Biologia da nova espécie, *Lachesis insularis*. *Memórias do Instituto Butantan* 1:39–44.
- Amorim, L.G.S., Santos-Azevedo, W., Azevedo, C.R., Almeida-Santos, S.M. 2019. First record of mating of *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) in nature, with comments on sexual behavior. *Herpetology Notes* 12:225–227.
- Armelin, H.A. 2009. Ciência e inovação em biomedicina. *Cadernos de História da Ciência* 5:21–34.
- Alves-Nunes, J.M., Fellone, A., Sazima, I., Marques, O.A.V. 2023. Overcoming the phantoms of the past: Influence of predatory stimuli on the antipredator behavior of island pitvipers. *PLoS One* 18:e0288826, 2023
- Banci, K.R.S. 2023. Aspectos sobre história natural e ecologia da jararaca-ilhoa, *Bothrops insularis* (Serpentes, Viperidae). Tese de Doutorado em Biodiversidade. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Banci, K.R.S., Eterovic, A., Marinho, P.S., Marques, O.A.V. 2020. Being a bright snake: Testing aposematism and mimicry in a neotropical forest. *Biotropica* 2020:1–13.
- Banci, K.R.S., Siqueira, L.H.C., Torello-Viera, N.F., Marques, O.A.V. 2024. Differential predation pressure on island pit vipers shape their niches and defensive behavior. *Amphibia-Reptilia* 45:465–477.
- Bonney, R., Phillips, T.B., Ballard, H.L., Enck, J.W. 2015. Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science* 25:2–16.
- Bovo, R.P., Marques, O.A.V., Andrade, D.V. 2012. When Basking Is Not an Option: Thermoregulation of a Viperid Snake Endemic to a Small Island in the South Atlantic of Brazil. *Copeia* 2012:408–418.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Da Fonseca, G.A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., ..., Rodrigues, A.S. 2006. Global biodiversity conservation priorities. *Science* 313:58–61.
- Frankham, R., Ballou, J. D., & Briscoe, D. A. 2017. Introduction to Conservation Genetics and Genomics. 3ed.: Cambridge University Press, Cambridge.

- Garcia, V.C., Amorim, L.G.S., Almeida-Santos, S.M. 2022. Morphological and structural differences between the hemipenes and hemiclitores of golden lancehead snakes, *Bothrops insularis* (Amaral, 1922), revealed by radiography. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 1:1–4.
- Garcia, V.C., Almeida-Santos, S.M. 2022. Reproductive cycles of two island pitvipers species (Serpentes, Viperidae) determined by ultrasonography and radiography. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 53:1–9.
- Garcia, V.C., Amorim, L.G.S., Esteves, R.G., Carvalho-Silva, A.M.P.T., Almeida-Santos, S.M. 2023. Ultrasonographic and radiographic evaluation of gestation in golden lanceheads (*Bothrops insularis*) in ex situ breeding programs. *Zoo Biology* 1:1–5.
- Hoge, A.R., Belluomini, H.E., Schreiber, G., Penha, A.M. 1959. Sexual abnormalities in *Bothrops insularis* (Amaral) 1921 (Serpentes). *Memórias do Instituto Butantan* 29:17–88.
- Ibañez, N., Wen, F.H., Fernandes, S.C G. 2005. Instituto Butantan: História Institucional - Desenho metodológico para uma periodização preliminar. *Cadernos de História da Ciência* 1:115–144.
- Kasperoviczus, K.N., Almeida-Santos, S.M. 2012. Instituto Butantan e a Jararaca-Ilhoa: cem anos de história, mitos e ciência. *Cadernos de História da Ciência* 8:255–269.
- Kasperoviczus, K.N., Braz H.B.P, Amorim, L.G.S., Almeida-Santos, S.M. 2023. Reproductive Strategies of the Golden Lancehead, *Bothrops insularis*, from Queimada Grande Island - Constraints and Challenges, p. 55–66. In: Lillywhite, H.L., Martins, M. (Org.). Islands and Snakes - Diversity and Conservation. 1ed.: Oxford University Press, New York.
- Kurtz, B.C., Souza, V.C., Magalhães, A.M., Paula-Souza, J.D., Duarte, A.R., Joaquim-Jr, G.O. 2017. The vascular flora and vegetation of Queimada Grande Island, São Paulo state, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 17:e20170336.
- Lewinsohn, T.M., Prado, P.I. 2005. How many species are there in Brazil? *Conservation Biology* 19:619–624.
- Marques, O.A.V. 2021. A Ilha das Cobras: Biologia, evolução e conservação da jararaca-ilhoa na Queimada Grande. Editora Ponto A, 72p.
- Marques, O.A.V., Martins, M., Sazima, I. 2002. A jararaca da Ilha da Queimada Grande. *Ciência Hoje* 31:56–59.
- Marques, O.A.V., Martins, M., Develey, P.F. Macarrão, A., Sazima, I. 2012. The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. *Journal of Natural History* 46:885–895.
- Marques, O.A.V., Kasperoviczus, K.N., Almeida-Santos, S.M. 2013. Reproductive Ecology of the Threatened Pitviper *Bothrops insularis* from Queimada Grande Island, Southeast Brazil. *Journal of Herpetology* 47:393–399.
- Martins, M., Marques, O.A.V., Sazima, I. 2002. Ecological and Phylogenetics Correlates of Feeding Habits in Neotropical Pitvipers of the Genus *Bothrops*, pp. 307–328. In: G. Schuett; M. Höggren; H.W. Greene. (Org.). Biology of the vipers. Carmel: Biological Sciences Press.
- Martins M., Sawaya R.J., Marques O.A.V. 2008. A first estimate of the population size of the critically endangered lancehead, *Bothrops insularis*. *South American Journal of Herpetology* 2008:168–174.
- Maschio, G.F., Costa, S., Marques, O.A.V. 2023. Estudos de história natural de serpentes no Brasil: da ascensão à extinção. *Herpetologia Brasileira* 12:32–55.
- Salles-Oliveira, I., Machado, T., Banci, K.R.S., Almeida-Santos, S.M., Silva, M.J.J. 2020. Genetic variability, management, and conservation implications of the critically endangered Brazilian pitviper *Bothrops insularis*. *Ecology and Evolution*: 1–13.
- Sawaya, R.J., Barbo, F.E., Grazziotin, F., Marques, O.A.V., Martins, M. 2023. Lanceheads in Land-Bridge Islands of Brazil, p. 67–80. In: Lillywhite, H. L., Martins, M. (Org.). Islands and Snakes - Diversity and Conservation. 1ed.: Oxford University Press, New York.
- Silva, K.B., Zogno, M.A., Camillo, A.B., Pereira, R.J.G., Almeida-Santos, S.M. 2015. Annual changes in seminal variables of golden lancehead pitvipers (*Bothrops insularis*) maintained in captivity. *Animal Reproduction Science* 163:144–150.
- Silva, K.B., Frediani, M.H., Angrimani, D.S.R., Coeti, R., Pereira, R.J., Nichi, M., Almeida-Santos, S.M. 2021. Short-term cold storage of seminal samples of the golden lancehead pitviper (*Bothrops insularis*). *Zoo Biology* 1:1–5.



Otavio A. V. Marques “Otavio A. V. Marques é biólogo formado pela Universidade de São Paulo, onde também concluiu o mestrado e o doutorado. É pesquisador científico do Instituto Butantan desde 1994, tendo sido o primeiro diretor do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv). Sua produção científica é voltada para a história natural, ecologia, evolução e conservação da biodiversidade, com destaque para as serpentes sul-americanas. Idealizou o programa de conservação ex situ da jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*), espécie endêmica da Ilha da Queimada Grande, que deu origem ao programa de conservação do LEEv, integrando pesquisa, manejo em cativeiro e educação. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Herpetologia (2020–2021) e atua intensamente na divulgação científica, produzindo livros em sua área de atuação e desenvolvendo conteúdos nas redes sociais voltados à aproximação da ciência com o público. Também trabalha na formação de professores de Ciências, fortalecendo a divulgação e o pensamento científico nas salas de aula.”



Paulo Henrique Nico Monteiro “Paulo Henrique Nico Monteiro é pesquisador científico nível VI e diretor do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) do Instituto Butantan, em São Paulo. É doutor em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (2012), na área de Ensino de Ciências e Matemática, e possui pós-doutorado em Comunicação Científica (Science Communication) pela Laurentian University, Canadá (2014), com pesquisa voltada à aprendizagem em museus de ciências. Realizou estágio como Scientist in Residence no Science North, Sudbury, Canadá (2019–2020), e é professor colaborador do Science Communication Master Program da Laurentian University, Ontário, Canadá. Foi diretor do Centro de Ensino e da Escola Superior do Instituto Butantan entre 2019 e 2021. Atua como pesquisador nas áreas de Ensino de Ciências e Comunicação Pública da Ciência.”



Selma M. Almeida Santos “Selma M. Almeida Santos é doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo e pesquisadora científica nível VI do Instituto Butantan. Atuou como diretora técnica I do Laboratório de Ecologia e Evolução (LEEv) entre 2019 e 2024. Possui experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Reprodução Animal. Durante o pós-doutorado, investigou as relações materno-fetais (placentação) de serpentes e lagartos vivíparos. Atualmente, emprega técnicas de reprodução assistida — como ultrassonografia, avaliação de sêmen e inseminação artificial — voltadas ao manejo e à preservação de espécies ameaçadas.”

Errata

Marques, O.A.V. et al. (2025). O tripé do Instituto Butantan para evitar a extinção da jararaca-ilhoa. *Herpetologia Brasileira*, 14 (2) doi: 10.5281/zenodo.17361040.

Identificou-se uma imprecisão conceitual no trecho reproduzido de Salles-Oliveira et al. (2020) no artigo acima. A seguir, apresentam-se o trecho publicado e a redação correta.

Trecho publicado:

“O primeiro estudo, realizado com 79 indivíduos (49 *ex situ* e 30 *in situ*), indicou 49 % de similaridade genética entre a população de cativeiro e selvagem (Salles-Oliveira et al., 2020). Esse resultado preliminar reforça a necessidade de monitoramento da população do viveiro, já que programas de reintrodução geralmente recomendam a manutenção de pelo menos 90 % da diversidade genética entre as populações *ex situ* e *in situ* (Frankham et al., 2017).”

Trecho correto:

“O primeiro estudo, realizado com 79 indivíduos (49 *ex situ* e 30 *in situ*), indicou que a população mantida em cativeiro apresenta redução de aproximadamente 50 % na diversidade genética em relação à população selvagem (Salles-Oliveira et al., 2020). Esse resultado preliminar reforça a necessidade de monitoramento da população do viveiro, já que programas de reintrodução geralmente recomendam a manutenção de pelo menos 90 % da diversidade genética original nas populações *ex situ* (Frankham et al., 2017).”

Justificativa:

O uso da expressão “**similaridade genética**” no texto original não é adequado, pois o dado citado refere-se à **redução da diversidade genética** na população mantida em cativeiro, em comparação à população selvagem. A correção assegura precisão conceitual na descrição das atividades de conservação.

Correção tipográfica adicional:

No início do texto, onde se lê “**A serpernte**”, o correto é “**A serpente**”.

DOI: [10.5281/zenodo.17638281](https://doi.org/10.5281/zenodo.17638281)

Defensive behavior of *Adelophryne nordestina* (Anura: Eleutherodactylidae) in an Atlantic Forest fragment in Northeast Brazil

Laiana Carla de Moura^{1,2*}, Igor Joventino Roberto³, Ednilza Maranhão dos Santos¹

1 Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, Brasil.

2 Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, Japan.

3 Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos, 62.930-000, Limoeiro do Norte, CE, Brasil.

* Corresponding author: laianamoura@gmail.com

Editora de Área: Ariadne Sabbag

Submetido em: 14/01/2025

Aceito em: 10/10/2025

DOI: [10.5281/zenodo.17376855](https://doi.org/10.5281/zenodo.17376855)

Resumo

A predação é uma das pressões seletivas mais significativas que afetam a sobrevivência na natureza, levando as espécies a desenvolverem estratégias de defesa decisivas. Os anuros exibem um repertório diverso de comportamentos defensivos voltados à proteção dos indivíduos em diferentes estágios da predação, mas a função desses comportamentos varia entre as espécies. Este estudo documenta comportamentos defensivos observados na rã miniaturizada *Adelophryne nordestina*. Observamos comportamentos de mouth gaping e de death feigning (tanatose) em uma pequena parcela dos indivíduos amostrados, sem correlação entre o tamanho corporal e a presença dos comportamentos defensivos. Comportamentos semelhantes foram observados de forma pontual em outras espécies do mesmo gênero e entre outros anuros miniaturizados. Dada a baixa prevalência desses comportamentos nesta espécie, estratégias defensivas alternativas, como a coloração críptica, podem desempenhar um papel mais decisivo na sobrevivência da espécie. Informações sobre os predadores de *A. nordestina* são necessárias para esclarecer o papel de cada estratégia na interação predador-presa.

Palavras-chave: Coloração críptica, Estratégia de defesa, Predação, Rãs miniaturizadas, Tanatose.

Abstract

Predation is one of the most significant selective pressures affecting survival in nature, compelling species to develop crucial defense strategies. Anurans exhibit a diverse repertoire of defensive behaviors aimed at safeguarding individuals across various stages of predation, but the roles of these behaviors differ among species. This study documents defensive behaviors observed in the miniaturized frog *Adelophryne nordestina*. We observed mouth gaping and death feigning behaviors in a small subset of the sampled individuals, without correlation between individual size and the defensive behaviors. Similar behaviors have been serendipitously observed in other species within the genus and among other miniaturized anurans. Given their low prevalence in this species, alternative defensive strategies such as cryptic coloration may play a more decisive role in species survival. Information about predators of *A. nordestina* is needed to clarify the role of each strategy on their predator-prey interaction.

Key words: Death Feigning, Miniaturized frogs, Mouth Gaping, Predation, Thanatosis.

INTRODUCTION

Predation is one of the major selective pressures acting on species and the use of efficient defense strategies against predators is indispensable for species survival. Anurans are recognized for having a wide range of defensive characteristics including morphological, physiological, or behavioral that may be expressed permanently or only in the presence of a potential predator (Duellman & Trueb, 1994; Toledo et al., 2011; Ferreira et al., 2019). Various defense mechanisms are often expressed simultaneously by the same individual, increasing the chances of success. Some species of the genus *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920, for example, have been observed combining their typical cryptic coloration with behavioral defenses, such as inflating the body or stiffening legs, distress call (Mângia & Garda, 2015) and the discharge of secretions (Meneses & Correa, 2020).

Mouth-gaping, according to Toledo et al. (2011), is a defensive behavior that involves the opening of the mouth in the presence of a predator, either once or repeatedly, with the intention of avoiding subjugation through predator intimidation. This defensive behavior can be combined with other behaviors, such as distress calls and bites, or revealing contrasting colors of the tongue or mouth in some species (Duellman & Trueb, 1994; Toledo et al., 2011; Ferreira et al., 2019). Mouth-gaping in miniature species may serve as a mechanism to confuse invertebrate predators. In contrast, death feigning, or thanatosis, is the behavior of assuming a motionless posture resembling that of a dead animal. Some species may exhibit aposematic coloration on the ventral surface or limbs (Ferreira et al., 2019). This behavior allows the frog to avoid predation by deceiving predators, especially those reliant on movement to detect prey, and the prey avoids injury from predators. It is one of the most frequently reported defensive behaviors in anurans (Toledo et al., 2010; Ferreira et al., 2019).

The genus *Adelophryne* Hoogmoed and Lescure, 1984, is currently composed of 12 species of miniaturized and cryptic frogs with a maximum snout-vent length (SVL) of 23 mm, inhabiting the leaf litter in the Brazilian Atlantic

Forest, Amazon, and the Guiana Shield (Fouquet et al., 2012; Frost, 2025). Until now, ecological studies of the genus were restricted to *Adelophryne maranguapensis* Hoogmoed et al., 1994 and *A. baturitensis* Hoogmoed et al., 1994 (Cassiano-Lima et al., 2011; Cassiano-Lima et al., 2020; Oliveira et al., 2022; Araújo et al., 2023). Information on the ecology and behavior of other *Adelophryne* species is limited to their species descriptions or serendipitous observations.

Adelophryne nordestina Lourenço-de-Moraes et al. 2021 is found in the Atlantic Forest of Northeast Brazil with three known populations with disjunct distribution in Paraíba, Pernambuco, and Alagoas States (Lourenço-de-Moraes et al., 2021). In this study, we report our observations on the defensive behavior of *A. nordestina*, in a “Brejo de Altitude”, a remnant of Atlantic Forest inserted on the semiarid environment of Caatinga ecoregion, of Northeastern Brazil.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in Parque Nacional Municipal Professor João Vasconcelos Sobrinho, a conservation unit on the Serra dos Cavalos mountain range (-8.373°, -36.026°), in Pernambuco, Brazil. We observed frog populations for 42 days from November 2021 to September 2022. Males were calling during every month of the study period, from early morning until nightfall. As part of a broader study, we collected a few individuals each month, measured them using digital calipers (accuracy of 0.01 mm), and determined their sex through direct observation of the gonads. The specimens were deposited in the Herpetological Collection of the Federal University of Ceará (CHUFC). To assess whether there is a relationship between the displayed defensive behavior and the size of the individuals, we performed a Welch's test using Jamovi 2.3 (The Jamovi Project, 2022).



Figure 1. A, B) Male *Adelophryne nordestina* exhibiting mouth-gaping behavior (UFC-A11226 and UFC-A11220, respectively). C) The female *A. nordestina* also exhibits mouth-gaping behavior (UFC-A11253). The specimens were photographed in a terrarium simulating their natural environment. Photos by Laiana Carla de Moura.

RESULTS

We recorded two defensive behaviors while the frogs were handled during photographing or weighing. Mouth-gaping was observed in eight individuals ($n = 4$, males; $n = 3$, females; $n = 1$, undetermined; Fig. 1) from a total of 86 adults ($n = 31$ males; $n = 50$, females; $n = 5$, undetermined). The mean SVL of individuals exhibiting mouth-gaping was 12.41 ± 0.90 mm (range 11.45 to 13.51 mm). Mouth-gaping behavior was not correlated with body size (Welch's $t = 0.08$). Death feigning behavior was observed in four males and one female. These frogs have a mean SVL of 11.84 ± 1.20 mm (range 10.39 to 13.55 mm). No significant difference was found in SVL between individuals displaying this defensive behavior and those that did not exhibit it (Welch's $t = 0.97$).

DISCUSSION

The mouth-gaping behavior has been reported in various unrelated anuran species. Recent comprehensive studies on defensive behaviors of anurans documented the occurrence of mouth-gaping in 66 species belonging to at least 16 families (Toledo et al., 2011, and Ferreira et al., 2019). Among miniaturized species, mouth-gaping is frequently observed in members of the genus *Brachycephalus* Fitzinger, 1826 (Toledo et al., 2011; Goutte et al., 2017; Ferreira et al., 2019; Nunes et al., 2021), that also inhabit the leaf litter of the Brazilian Atlantic Forest, a habitat similar to that of *Adelophryne*

nordestina. Among *Adelophryne*, mouth-gaping has been occasionally reported for species such as *A. glandulata* Lourenço de Moraes, Ferreira, Fouquet, and Bastos, 2014 (Lourenço-de-Moraes et al., 2014), which also exhibits fleeing, immobility, and body inflating behaviors, and *A. mucronata* Lourenço-de-Moraes, Solé, and Toledo, 2012 (Lourenço-de-Moraes et al., 2012). Despite being relatively well-studied in terms of reproduction (Cassiano-Lima et al., 2011; Cassiano-Lima et al., 2020), parasitism (Oliveira et al., 2022) and feeding ecology (Araújo et al., 2023), defensive behavior in *A. baturitensis* and *A. maranguapensis* has not been reported.

Similar to *A. nordestina*, no other *Adelophryne* species has been observed to exhibit biting behaviors or distress calls associated with mouth-gaping. Although distress calls (*sensu stricto* Toledo et al., 2014) are commonly emitted alongside mouth-gaping, they are produced only by medium to large-sized species and might be inefficient for smaller species (Toledo and Haddad, 2009; Forti et al., 2018). Similarly, biting behaviors are typical of larger species with wide mouths, whose jaws have stronger musculature and bony apparatus, resulting in a greater bite force (Duellman & Trueb, 1994; Toledo et al., 2011; Ferreira et al., 2019).

Although death feigning is the most common defense mechanism displayed by frogs, there are, to our knowledge, no studies on the prevalence of this behavior in anurans that exhibit other types of defensive behavior.

Nevertheless, the low prevalence of these defensive behaviors in *A. nordestina* may indicate that other defense mechanisms to avoid the detection and identification by the predator, such as cryptic coloration, can be more effective for the species' survival (Toledo & Haddad, 2009). Future natural history studies on this species should include investigating their predators to elucidate the effectiveness of this defense mechanism for *A. nordestina*.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the management of Parque Natural, Professor João Vasconcelos Sobrinho, for allowing and supporting this research. Flávia Ribeiro, Adriano Andrade, and Ademário Sousa provided logistical support and assistance in the field expeditions. We are grateful to many lab colleagues for helping with the fieldwork and to Christine Kaiser for the review and valuable suggestions to improve this manuscript. Specimens were collected under license SISBio: 80239-1, granted by the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, with collection procedures approved by the Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA No. 16/2007 – 11.01.02.06.06). IJR thanks the “Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR” (CNPq/Funcap– Notice 03/2021, DCT-0182-00049.01.00/21 and 04863348/2022) for the research grant and financial resources (PDCTR 301304/2022-0). LCM thanks the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes for the master's scholarship (Process No. 88887.670698/2022-00).

REFERENCES

- Araújo K.C., Cassiano-Lima D., Carolina Brasileiro A., Holanda Bezerra C., Waldemar Ávila R. 2023. What the minute shield frogs *Adelophryne* eat at a humid forest relict in Ceará state, northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 19(1).
- Cassiano-Lima D., Borges-Nojosa D.M., Cascon P., Cechin S.Z. 2011. The reproductive mode of *Adelophryne maranguapensis* Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994, (Anura, Eleutherodactylidae) an endemic and threatened species from Atlantic Forest remnants in northern Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 7(1):92–97.
- Cassiano-Lima D., Lima A.V., Fortunato M.E., de Sousa T.A., de Castro D.P., Borges-Nojosa D.M., Cechin S.Z. 2020. Reproductive biology of direct developing and threatened frog *Adelophryne maranguapensis* (Anura, Eleutherodactylidae) reveals a cryptic reproductive mode for anurans and the first record of parental care for the genus. *Journal of Natural History* 54(27–28):1721–1733. doi:10.1080/00222933.2020.1830192.
- Duellman W.E., Trueb L. 1994. *Biology of Amphibians*. Baltimore: JHU Press.
- Ferreira R.B., Lourenço-de-Moraes R., Zocca C., Duca C., Beard K.H., Brodie E.D. Jr. 2019. Antipredator mechanisms of post-metamorphic anurans: a global database and classification system. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 73:1–21. doi:10.1007/s00265-019-2680-1.
- Forti L.R., Zornosa-Torres C., Marquez R., Toledo L.F. 2018. Ancestral state, phylogenetic signal and convergence among anuran distress calls. *Zoological Journal of the Linnean Society* 274:1–5. doi:10.1016/j.jcz.2018.02.004.
- Fouquet A., Loebmann D., Castroviejo-Fisher S., Padial J.M., Orrico V.G., Lyra M.L., Rodrigues M.T. 2012. From Amazonia to the Atlantic forest: Molecular phylogeny of Phyzelaphryninae frogs reveals unexpected diversity and a striking biogeographic pattern emphasizing conservation challenges. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 65(2):547–561. doi:10.1016/j.ympev.2012.07.012.
- Frost D.R. 2025. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.2. American Museum of Natural History, New York, USA. Available at: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Accessed on 03 July. 2025. doi:10.5531/db.vz.0001.
- Goutte S., Mason M.J., Christensen-Dalsgaard J., Montealegre-Z F., Chivers B.D., Sarria-S F.A., Toledo L.F. 2017. Evidence of auditory insensitivity to vocalization frequencies in two frogs. *Scientific Reports* 7(1):12121. doi:10.1038/s41598-017-12145-5.
- Hoogmoed M.S., Borges D.M., Cascon P. 1994. Three new species of the genus *Adelophryne* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) from northeastern Brazil, with remarks on the other species of the genus. *Zoologische Mededelingen* 68(24):271–300.

- Lourenço-de-Moraes R., Ferreira F.B., Fouquet A., Bastos R.P. 2014. A new diminutive frog species of *Adelophryne* (Amphibia: Anura: Eleutherodactylidae) from the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Zootaxa* 3846(3):348–360. doi:[10.11646/zootaxa.3846.3.2](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3846.3.2).
- Lourenço-de-Moraes R., Lisboa B.S., de Oliveira Drummond L., de Melo Moura C.C., De Moura G.J.B., Lyra M.L., Santana D.J. 2021. A new species of the genus *Adelophryne* (Anura: Eleutherodactylidae: Phyzelaphryninae) from the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Herpetologica* 77(2):164–175. doi:[10.1655/Herpetologica-D-20-00022.1](https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-20-00022.1).
- Lourenço-de-Moraes R., Sole M., Toledo L.F. 2012. A new species of *Adelophryne* Hoogmoed and Lescure 1984 (Amphibia: Anura: Eleutherodactylidae) from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. *Zootaxa* 3441(1):59–68. doi:[10.11646/zootaxa.3441.1.6](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3441.1.6).
- Mângia S., Garda A. 2015. Defensive behaviours of *Proceratophrys cristiceps* (Müller, 1883) (Amphibia, Anura, Odontophrynidae). *Herpetological Notes* 8:11–14.
- Meneses A.S.O., Corrêa B.A.A.P. 2020. Defensive behaviors in two *Proceratophrys* species (Anura: Odontophrynidae) from central Brazilian Cerrado. *Cuadernos de Herpetología* 34. doi:[10.31017/CdH.2020.\(2020-039\)](https://doi.org/10.31017/CdH.2020.(2020-039)).
- Nunes I., Guimarães C.S., Moura P.H.A., Pedrozo M., de Toledo Moroti M., Castro L.M., ... Muscat E. 2021. Hidden by the name: A new fluorescent pumpkin toadlet from the *Brachycephalus ephippium* group (Anura: Brachycephalidae). *Plos one* 16(4):e0244812. doi:[10.1371/journal.pone.0244812](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244812).
- Oliveira C.R., Lima D.C., Ávila R.W., Borges-Nojosa D.M. 2022. Endoparasites of *Adelophryne maranguapensis* Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994 (Anura, Eleutherodactylidae), an endemic and threatened species from an altitude swamp in northeastern Brazil. *Parasitology Research* 121(3):1053–1057. doi:[10.1007/s00436-022-07458-y](https://doi.org/10.1007/s00436-022-07458-y).
- The Jamovi Project (2022). Jamovi computer software. (Version 2.3). <https://www.jamovi.org>.
- Toledo L.F., Haddad C.F. 2009. Colors and some morphological traits as defensive mechanisms in anurans. *International Journal of Zoology* 2009. doi:[10.1155/2009/910892](https://doi.org/10.1155/2009/910892).
- Toledo L.F., Martins I.A., Bruschi D.P., Passos M.A., Alexandre C., Haddad C.F. 2014. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica* 18:87–99. doi:[10.1007/s10211-014-0194-4](https://doi.org/10.1007/s10211-014-0194-4).
- Toledo L.F., Sazima I., Haddad C.F. 2010. Is it all death feigning? Case in anurans. *Journal of Natural History* 44:31–32. doi:[10.1080/00222931003624804](https://doi.org/10.1080/00222931003624804).
- Toledo L.F., Sazima I., Haddad C.F. 2011. Behavioural defences of anurans: an overview. *Ethology Ecology & Evolution* 23(1):1–25. doi:[10.1080/03949370.2010.534321](https://doi.org/10.1080/03949370.2010.534321).



Laiana Carla de Moura “holds a bachelor’s degree in Biological Sciences from Universidade Federal de Pernambuco (Recife, Pernambuco, Brazil), a master’s degree in Biodiversidade e Conservação from Universidade Federal Rural de Pernambuco (Serra Talhada, Pernambuco, Brazil), and is currently a Ph.D. candidate in Global Environmental Studies at Kyoto University (Kyoto, Kyoto, Japan). Her research focuses on the ecology, natural history, and conservation of amphibians, as well as on science communication.”



Igor Joventino Roberto “is a Biologist who graduated from the Universidade Federal do Ceará (Fortaleza, Ceará, Brazil), and earned his Ph.D. in Zoology from the Universidade Federal do Amazonas (Manaus, Amazonas, Brazil). Currently Igor is an Assistant Professor of Zoology at the Universidade Estadual do Ceará (UECE-FAFIDAM) in Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil, and is a member of the Crocodile Specialist Group of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). His research is focused on systematics, taxonomy, natural history, and conservation of amphibians and reptiles in northeastern Brazil. (Photographed by Coleman M. Sheehy, III).”



Ednilza Maranhão dos Santos “is an Associate Professor at the Universidade Federal Rural of Pernambuco (Recife, Pernambuco, Brazil), Department of Biology, and coordinator of the Interdisciplinary Laboratory of Amphibians and Reptiles. She holds a Ph.D. in Psychobiology, with a focus on Behavioral Ecology, and has been systematically engaged in the study of amphibians and reptiles, particularly through research projects conducted in the Atlantic Forest and Caatinga biomes.”

Predation of *Eurolophosaurus* aff. *divaricatus* (Sauria: Tropiduridae) by *Philodryas nattereri* (Serpentes: Colubridae)

José Guilherme Gonçalves-Sousa^{1*}, Samuel C. Ribeiro¹, Júlia S. Oliveira², Marcelo Kokubum³, Daniel O. Mesquita⁴, Guarino R. Colli⁵ & Thaís B. Guedes⁶

1 Laboratório de Biologia e Ecologia de Animais Silvestres, Universidade Federal do Cariri (UFCA), 63260-000, Brejo Santo, CE, Brasil.

2 Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 13083-970, Campinas, SP, Brasil.

3 Laboratório de Herpetologia, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 58708-110, Patos, PB, Brasil.

4 Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil.

5 Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília (UnB), 70910-900, Brasília, DF, Brasil.

6 Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

* Corresponding author. E-mail: sousajgg@gmail.com

DOI: [10.5281/zenodo.17367033](https://doi.org/10.5281/zenodo.17367033)

Editor de Área: Henrique Caldeira Costa

Data de Submissão: 25-02-2025

Aceito: 26-06-2025

Resumo

Este trabalho apresenta o primeiro registro documentado de predação sobre o lagarto *Eurolophosaurus* aff. *divaricatus*, tendo como predadora a serpente *Philodryas nattereri*. O evento foi observado em 23 de outubro de 2023, nas paleodunas do rio São Francisco, município de Casa Nova, Bahia, Brasil. Encontramos uma *P. nattereri* adulta engolindo um *E. aff. divaricatus* adulto dentro de uma armadilha de interceptação e queda. Ao nos aproximarmos, a serpente rapidamente regurgitou a presa e escapou da armadilha. Embora *E. aff. divaricatus* seja uma espécie de distribuição restrita, suas populações locais são relativamente densas. Dessa forma, não surpreende que *P. nattereri* prede este lagarto, considerando a abundância relativa de *E. aff. divaricatus* e os hábitos alimentares generalistas e a ampla distribuição desta serpente. Esse registro evidencia a predação incidental e enfatiza a importância de monitoramento frequente das armadilhas para reduzir tais eventos, especialmente em áreas de alto endemismo.

Palavras-chave: Caatinga; dunas do rio São Francisco; predação de lagarto; predação em armadilhas de queda; répteis neotropicais.

Abstract

This study reports the first record of predation on the lizard *Eurolophosaurus* aff. *divaricatus*, with the snake *Philodryas nattereri* as the predator. The event was observed on October 23, 2023, in the paleodunes of the São Francisco River, in Casa Nova municipality, Bahia, Brazil. We found an adult *P. nattereri* swallowing an adult *E. aff. divaricatus* inside a pitfall trap. As we approached, the snake quickly regurgitated its prey and escaped from the trap. Although *E. aff. divaricatus* has a restricted distribution, its local populations are relatively dense. Consequently, it is not surprising that *P. nattereri* preys on this lizard, given the relative abundance of *E. aff. divaricatus* and the generalist feeding habits and wide geographic distribution of this snake. This record highlights the incidental predation that can occur in pitfall traps and emphasizes the importance of frequent trap monitoring to minimize such events, particularly in areas of high endemism.

Keywords: Caatinga; lizard predation; Neotropical reptiles; predation in pitfall traps; São Francisco River dunes.

Philodryas nattereri is widely distributed across Brazil, Paraguay, and Bolivia and is one of the most common snakes in the semiarid region of northeastern Brazil (Guedes et al., 2014; Guedes et al., 2018; Sousa et al., 2023). It is a diurnal species with a generalist diet, preying on anurans, birds, eggs, lizards, and other snakes, including cases of cannibalism (Sales et al., 2020; Coelho-Lima et al., 2021; Sousa et al., 2023). In contrast, *Eurolophosaurus* aff. *divaricatus* is an endemic lizard from the paleodunes of the left bank of the São Francisco River in the municipality of Casa Nova, Bahia (Uchôa et al., 2022). This population is considered a potentially distinct species from *E. divaricatus*, found in the localities of Queimadas and Mocambo do Vento, both in Bahia state (Passoni et al., 2008). Ecological data on *E. aff. divaricatus* remain scarce and limited to studies on diet and microhabitat use (Rocha & Rodrigues, 2005; Gonçalves-Sousa et al., 2023).

On October 23 2023 at 10:00 am, we observed an adult *P. nattereri* (total length approximately 150 cm) feeding on an adult male of *E. aff. divaricatus* (snout-vent length = 88.3 mm; tail length = 109.4 mm) in a 35-liter bucket, part of a pitfall trap set (Figure 1). The observation occurred in the community of Areia Grande, municipality of Casa Nova, Bahia (9°24' S, 41°20' W; Datum: WGS84), during the dry season in the Caatinga biome. During the daily inspection of the pitfall traps we found the snake swallowing the lizard, with only the lizard's tail visible outside its mouth. As we approached, the snake quickly regurgitated its prey and escaped from the pitfall trap. The regurgitated lizard had bite marks on its dorsum, one near each left limb, and exhibited spasms but died shortly after. The specimen was deposited in the Herpetological Collection of the Federal University of Paraíba (Field Number FSCHUFPB 13895). The collection was conducted under permission from Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBio 86246-3 and 89996-1) and the Ethics and Animal Welfare Committee from Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (6343-1/2023).

Predation within the genus *Eurolophosaurus* has been reported only for *E. nanuzae*, which was preyed upon by *Tropidurus montanus* (Reis et al., 2017). The present report is the first record of predator preying upon *E. aff. divaricatus*. Although *E. aff. divaricatus* has a restricted distribution, its populations tend to support relatively



Figura 1. Adult *Philodryas nattereri* and an adult male *Eurolophosaurus* aff. *divaricatus* (regurgitated) inside a 35-liter bucket used as part of a pitfall trap at Casa Nova, Bahia, Brazil. The snake was observed swallowing the lizard, which was later regurgitated when disturbed.

high densities. Consequently, it is not surprising that *P. nattereri* preys upon this lizard, given the generalist feeding habits and wide distribution of this snake.

While predators often capture lizards in pitfall traps (e.g., Cechin & Martins, 2000; Feijó et al., 2024; Stiglingh et al., 2024), formal records of such events are seldom recorded, particularly those involving small-sized or juvenile lizards preyed upon by invertebrates. Predators range from invertebrates such as carnivorous ants, spiders, and scorpions, to vertebrates including snakes, mammals, birds of prey, and larger lizards (Cechin & Martins, 2000; Woolley et al., 2022; Feijó et al., 2024). These records highlight the importance of frequent trap monitoring to minimize such interactions, especially for threatened species. This finding is even more significant given that the study area has one of the highest rates of reptile endemism in the Brazilian Northeast.

ACKNOWLEDGMENTS

The Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios from the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (RAN/ICMBio) and the Plano de Ação Nacional para Conservação da Herpetofauna

do Nordeste (PAN Nordeste/ICMBio) provided financial support through the Global Environmental Foundation (GEF-Terrestre) Project, enabling the field expedition “Jóias das Dunas do Velho Chico” in the municipality of Casa Nova, Bahia. The Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) supported JGGS (FC3-0198-00136.01.00/22) and SCR (BP5-0197-00161.01.00/22). The Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) funded JGGS (150110/2023-5) and JSO (141057/2023-8). The Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ) supported DOM (04/2019). The Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) funded TBG (2021/07161-8 and 2022/09428-2). To CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and the Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) provided continuous support to GRC.

REFERENCES

- Cechin, S.Z., Martins, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17:729–740.
- Coelho-Lima, A.D., Cardoso, D.T., Passos, D.C. 2021. The short life of a juvenile neotropical snake: a record of cannibalism in *Philodryas nattereri* (Steindachner, 1870). *Herpetology Notes* 14:843–846.
- Feijó, B.A.G., Passos, H.P., Okawa, I.E.C., Campos-Filho, L.V.D.S., Neves, M.O. 2024. Predation of *Micrablepharus maximiliani* (Reinhardt & Lütken, 1862) by *Cercosaura parkeri* (Ruibal, 1952) (Squamata: Gymnophthalmidae). *Herpetologia Brasileira* 13:156–161.
- Gonçalves-Sousa, J.G., Cavalcante, L.A., Mesquita, D.O., Ávila, R.W. 2023. Determinants of resource use in lizard assemblages from the semiarid Caatinga, Brazil. *Biotropica* 55:185–196.
- Guedes, T.B., Nogueira, C., Marques, O.A. 2014. Diversity, natural history, and geographic distribution of snakes in the Caatinga, Northeastern Brazil. *Zootaxa* 3863: 1–93.
- Guedes, T.B., Sazima, I., Marques, O.A. 2018. Does swallowing a toad require any specialisation? Feeding behaviour of the dipsadid snake *Philodryas nattereri* on the bufonid toad *Rhinella jimi*. *Herpetology Notes* 11:825–828.
- Passoni, J.C., Benozzati, M.L., Rodrigues, M.T. 2008. Phylogeny, species limits, and biogeography of the Brazilian lizards of the genus *Eurolophosaurus* (Squamata: Tropiduridae) as inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution* 46:403–414.
- Rocha, P.L.B., Rodrigues, M.T. 2005. Electivities and resource use by an assemblage of lizards endemic to the dunes of the São Francisco River, northeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)* 45:261–284.
- Sales, R.F.D., Sousa, J.D., Lisboa, C.M.C.A., Marinho, P.H., Freire, E.M.X., Kokubum, M.N.C. 2020. New dietary records and geographic variation in the diet composition of the snake *Philodryas nattereri* in Brazil. *Cuadernos de Herpetología* 34:285–293.
- Sousa, J.D., Sales, R.F.D., Medeiros, J.V.A., Kokubum C., M.N. 2023. Diet of the snake *Philodryas nattereri* (Steindachner, 1870) suggests a high plasticity of foraging in north-eastern Brazil. *Austral Ecology* 48:1036–1041.
- Uchôa, L.R., Delfim, F.R., Mesquita, D.O., Colli, G.R., Garda, A.A., Guedes, T.B. 2022. Lizards (Reptilia: Squamata) from the Caatinga, northeastern Brazil: Detailed and updated overview. *Vertebrate Zoology* 72:599–659.
- Woolley, C.K., Knox, C., Watson, M. 2022. Evaluating the risk of predation for lizards constrained in live traps. *New Zealand Journal of Zoology* 49:166–173.



José Guilherme Gonçalves-Sousa “Pesquisador de Pós-Doutorado da Universidade Federal do Cariri, Campus Brejo Santo. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Bioprospecção Molecular e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri. Desenvolve estudos sobre os padrões de montagem e estrutura das taxocenoses de répteis, anfíbios e seus parasitos no contexto do semiárido do Nordeste brasileiro.”



Samuel Cardozo Ribeiro “Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri, Campus Brejo Santo, Ceará. Doutor em Zoologia pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri, onde é orientador do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais. Membro da Sociedade Brasileira de Herpetologia desde 2009. Desenvolve pesquisas com répteis (Squamata) e anfíbios (Anura), abordando temas como ecologia de populações e comunidades, parasitismo, história natural e sistemática.”



Júlia S. Oliveira “Sou piauiense, licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e mestra em Biodiversidade pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Atualmente, sou doutoranda em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) estudando a macroecologia da herpetofauna da Caatinga. Tenho interesse em herpetologia, macroecologia, biogeografia e áreas relacionadas.”



Marcelo N. C. de Kokubum “Sou biólogo, graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998), mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Uberlândia (2001) e doutorado em Ecologia pela Universidade de Brasília (2008). Atualmente sou professor associado da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, Paraíba e do programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).”



Daniel O. Mesquita “Formado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília (UnB), e doutor em Biologia Animal pela mesma universidade. Atualmente é professor Titular do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba em João Pessoa.”



Guarino R. Colli “É licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1984), mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília (1989) e Ph.D. em Organismic Biology pela University of California, Los Angeles (1996). Atualmente é Professor Titular do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília, Curador da Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB) e Affiliate Research Associate da University of Oklahoma. Tem atuação em herpetologia, com ênfase na biogeografia, ecologia, evolução, sistemática e conservação da herpetofauna do Cerrado. É credenciado no PPG em Ecologia e no PPG em Zoologia da Universidade de Brasília (UnB), e no PPG em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).”



Thais B. Guedes “formada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), mestre em Ciências Biológicas (área Biodiversidade) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Doutora em Biologia Animal pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Atualmente é professora assistente doutora do Departamento de Biodiversidade da UNESP campus de Rio Claro-SP.”

Notes on the Natural History of *Helicops leopardinus* (SCHLEGEL, 1837) (Serpentes: Hydropsini) in a large urban center

Átilas Rodrigues de Sousa^{1,*}, Tatiana Feitosa Quirino¹, Elvis Fernandes Franklin de Carvalho², Mariny Oliveira Arruda²

1 Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade. Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará 60440-900.

2 Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará 60440-900.

* Corresponding author: athylasrodrigues28@gmail.com

DOI: [10.5281/zenodo.17629026](https://doi.org/10.5281/zenodo.17629026)

Editor de Área: Rodrigo Castellari Gonzalez

Submetido em: 22/10/2025

Aceito em: 15/11/2025

Resumo

Os centros urbanos representam ecossistemas socioecológicos emergentes que impulsionam novas interações, mudanças comportamentais e, consequentemente, trajetórias evolutivas. Projeções populacionais indicam que mais de 60% da população mundial viverá em áreas urbanas até 2030, o que acarretará a diminuição de habitats e de espaço para a vida selvagem. Neste estudo, foram investigadas a ecologia alimentar e parasitária de uma população urbana da cobra-d'água *Helicops leopardinus*. Para isso, foram analisados 50 indivíduos provenientes de coleções científicas. Registramos o primeiro caso de *H. leopardinus* consumindo tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), representando 50% do volume total de alimento registrado. Além disso, documentamos a presença do cestódeo *Ophiotaenia* sp., infectando 16% dos indivíduos amostrados. Esses achados destacam a flexibilidade ecológica da espécie e contribuem para a compreensão das respostas da fauna silvestre aos ambientes urbanos.

Palavras-chave: Biologia alimentar; Parasitismo; Espécies exóticas invasoras; Herpetofauna urbana

Abstract

Urban centers represent emerging socio-ecological ecosystems that drive new interactions, behavioral changes, and, consequently, evolutionary trajectories. Population projections indicate that over 60% of the world's population will live in urban areas by 2030, diminishing habitats and wildlife space. Herein, the feeding and parasitic ecology of an urban population of the watersnake *Helicops leopardinus* were investigated. For this study, 50 individuals from scientific collections were analyzed. We recorded the first case of *H. leopardinus* consuming Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), which accounted for 50% of the total food volume recorded. Additionally, we documented the presence of the cestode *Ophiotaenia* sp., infecting 16% of sampled individuals. These findings highlight the species' ecological flexibility and contribute to understanding wildlife responses to urban environments.

Key-words: Feeding biology; Parasitism; Alien invasive species; Urban herpetofauna

Urban centers represent emerging socio-ecological systems that reshape species interactions, behavior, and evolutionary trajectories (Lowry et al., 2013; Johnson et al., 2017). Urbanization alters ecological dynamics by reducing prey diversity, interrupting gene flow, and changing community composition, which directly affects dietary patterns of secondary and tertiary consumers (Chejanovski & Kolbe, 2019; Schmidt et al., 2020).

Helicops leopardinus, commonly known as the South American water snake, is widely distributed throughout South America, occupying a broad range of aquatic and semi-aquatic habitats. It is a nocturnal and predominantly aquatic species, viviparous with seasonal reproduction, and exhibits a generalist diet composed primarily of fishes, tadpoles, and adult amphibians (Ávila et al., 2006). Although both diet and parasitism have been documented for *H. leopardinus* under natural conditions, no studies have evaluated populations inhabiting urban landscapes,

leaving the potential ecological effects of anthropogenic disturbance unknown.

We analyzed the diet and helminth fauna of *H. leopardinus* (Schlegel, 1837) from a highly urbanized area in northeastern Brazil. For this purpose, we examined fifty specimens deposited in the Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará (CHUFC), collected between 1985 and 2001 at the Santo Anastácio reservoir (3°44'30.0"S, 38°34'30.0"W), located on the Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brazil (Figure 1). All examined specimens are listed in the Appendix.

All prey items were measured for length and width using a digital caliper (± 0.01 mm), and their volumes were estimated following the ellipsoid formula proposed by Vitt (1991), where $V = (\pi/6) \times L \times W^2$. Thus, "volume" represents the estimated three-dimensional size (mm^3) of each prey item, providing a standardized measure of prey bulk for comparative dietary analyses.

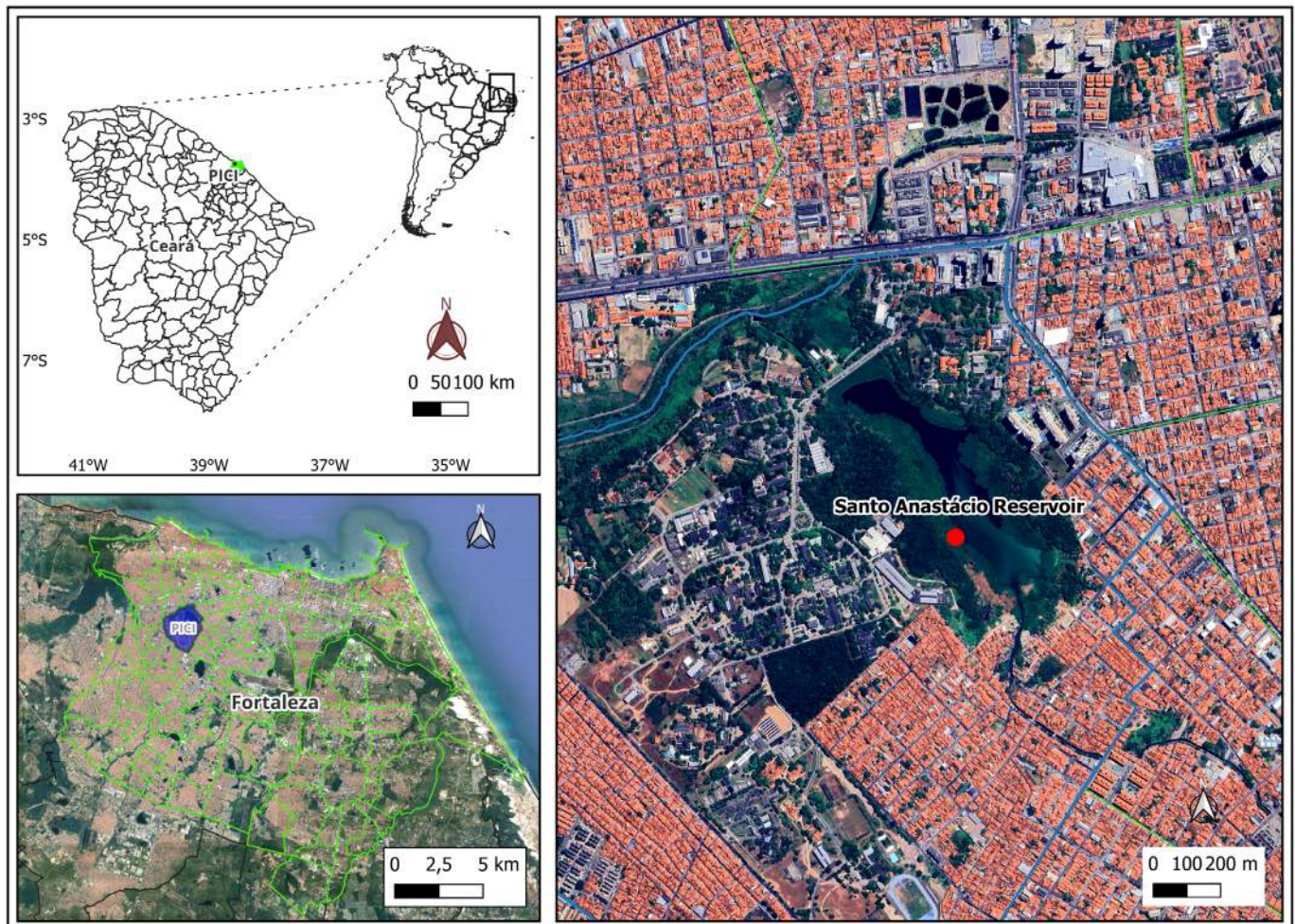


Figure 1. Location of the Santo Anastácio Reservoir, Fortaleza, Ceará, Brazil.

Ten snake individuals (20%) contained prey items, comprising three fish species: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828), and *Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795, in addition to unidentifiable fish remains. Unidentified fish accounted for 50% (n=5) of the prey occurrences and 23.9% of the total ingested volume. The alien invasive species *O. niloticus* (Nile tilapia) represented 30% (n=3) of the prey items and contributed to 50.4% of the total prey volume, being the most frequent and voluminous prey species. *H. littorale* and *S. marmoratus* were less frequent, each occurring in 10% (n=1) of the individuals and contributing 6.2% and 19.5% of the total volume, respectively.

This study reports the first record of *O. niloticus* in the diet of the genus *Helicops*. In the Santo Anastácio reservoir, *O. niloticus* was introduced for fishing purposes and has become dominant as a result of eutrophication and habitat modification (Sánchez-Botero et al., 2014; Rodrigues-Filho et al., 2017; Araújo et al., 2019). Its success, however, is also strongly associated with intrinsic biological traits, such as high ecological plasticity, rapid growth, broad diet, tolerance to adverse environmental conditions, which enhance its competitive advantage over native species (see Canonico et al., 2005; Attayde et al., 2007; Attayde et al., 2011).

Comparatively, studies from natural environments reported a more diverse diet for *H. leopardinus*, including multiple fish and amphibian taxa (Ávila et al., 2006), and similar piscivory for related species such as *H. angulatus* and *H. polylepis* (Teixeira et al., 2017). The prevalence of an invasive prey species in this urban population may reflect opportunistic exploitation of available food resources, a pattern commonly observed among vertebrates inhabiting urbanized environments (Baker et al., 2000).

Helminth examination revealed the presence of the cestode *Ophiotaenia* sp. in 16% of examined individuals, with a mean abundance of 2.48 ± 0.61 helminths per host (i.e., the average number of parasites considering all hosts, infected or not) and a mean infection intensity of 15.5 ± 4.51 individuals per infected host (i.e., the average parasite load among infected snakes), located in both the intestine and stomach. This pattern contrasts with other *Helicops* populations, in which nematodes have been reported as the dominant parasites (Jiménez-Ruiz et al., 2002; Rossellini, 2007). Previous records for *H. leopardinus* and

closely related species include infections by *Camallanus* sp. Railliet & Henry, 1915, *Infidum similis* Travassos, 1916 and the pentastomid *Sebekia oxycephalum* (Diesing, 1836) (Rego & Vicente, 1988; Silva et al., 2015), taxa commonly associated with piscivorous diets and aquatic lifestyles (Ávila et al., 2006).

Our findings expand the knowledge of *H. leopardinus* natural history, documenting its diet and parasite associations within a large urban center. The results highlight the influence of human-altered aquatic systems on trophic ecology and parasitic dynamics, emphasizing the need to consider urban ecosystems in herpetofaunal conservation strategies.

ACKNOWLEDGMENTS

A.R.S and M.O.A, thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brazil (CAPES) for the financial support (Number: 88887.986642/2024-00 and 88887.972030/2024-00, respectively).

REFERENCES

- Araújo G.M., Lima-Neto I.E., H. Becker. 2019. Phosphorus dynamics in a highly polluted urban drainage channel-shallow reservoir system in the Brazilian semiarid. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91:e20180441.
- Attayde J.L., Okun N., Brasil J., Menezes R.F., Mesquita P.S. 2007. Impacts of the Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) introduction on the trophic structure of the aquatic ecosystems of the Caatinga biome. *Oecologia Australis* 11:450–461.
- Attayde J.L., Brasil J., Menescal R.A. 2011. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology* 18:437–443.
- Ávila R.W., Ferreira V.L., Arruda J.A.O. 2006. Natural History of the South American Water Snake *Helicops leopardinus* (Colubridae: Hydropsini) in the Pantanal, Central Brazil. *Journal of Herpetology* 40:274–279.
- Baker P., Funk S., Harris S., White P. 2000. Flexible spatial organization of foxes (*Vulpes vulpes*) before and during an outbreak of sarcoptic mange. *Animal behaviour* 59:127–146. doi:10.1006/anbe.1999.1285.

- Bloch M.E. 1795. Naturgeschichte der ausländischen Fische. Verfasser, Berlin.
- Canonico G.C., Arthington A., McCrary J.K., Thieme M.L. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15:463–483. doi:[10.1002/aqc.699](https://doi.org/10.1002/aqc.699).
- Chejanovski Z.A., Kolbe J.J. 2019. Close encounters of the urban kind: predators influence prey body size variation in an urban landscape. *Evolutionary Ecology* 33: 851–868. doi:[10.1007/s10682-019-10008-1](https://doi.org/10.1007/s10682-019-10008-1).
- Diesing K.M. 1836. Versuch einer Monographie der Gattung Pentastoma. *Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte* 1:1–32.
- Hancock J. 1828. Notes on some species of fishes and reptiles, from Demerara, presented to the Zoological Society by John Hancock, Esq. In a letter addressed to the Secretary of the Society. *Zoological Journal* 4:240–247.
- Jiménez-Ruiz F.A., García-Preto L., Pérez-Ponce L.G. 2002. Helminth infracommunity structure of the sympatric garter snakes *Thamnophis eques* and *Thamnophis melanogaster* from the Mesa Central of Mexico. *Journal of Parasitology* 88:454–460.
- Johnson M.T.J., Munshi-South J. 2017. Evolution of life in urban environments. *Science* 358:eaam8327.
- Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Impensis Direct. Laurentii Salvii, Holmiae, Stockholm. doi:[10.5962/bhl.title.542](https://doi.org/10.5962/bhl.title.542).
- Lowry H., Lill A., Wong B.B.M. 2013. Behavioural responses of wildlife to urban environments. *Biological reviews* 88:537–549. doi:[10.1111/brv.12012](https://doi.org/10.1111/brv.12012).
- Railliet A., Henry A. 1915. Sur les Nematodes du genre *Camallanus* Raill. et Henry. 1915 (*Cucullanus* Auct., non Mueller. 1777). *Bulletin de la Societe de pathologie exotique* 8:446–452.
- Rego A.A., Vicente J.J. 1988. Excursão científica à Zona do Pantanal, Estado de Mato Grosso, para coletas de helmintos. *Ciência e Cultura* 40:65–68.
- Rodrigues-Filho C.A.S., Gurgel-Lourenço R.C., Sánchez-Botero J.I. 2017. First report of the alien species *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) in the state of Ceará, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 78:394–395.
- Rossellini M. 2007. Caracterização da Helmintofauna de *Helicops leopardinus* (Serpentes, Colubridae) do Pantanal Sul, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Botucatu, Brasil.
- Sánchez-Botero J.I., Reis V.S., Chaves D.N., Garcez D.S. 2014. Fish assemblage of the Santo Anastácio reservoir (Ceará State, Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca* 40:1–15.
- Schlegel, H. 1837. Essai sur la physionomie des serpens. J. Kips JHZ et P. van Stockum.
- Schmidt C., Domaratzki M., Kinnunen R.P., Bowman J., Garroway C.J. 2020. Continent-wide effects of urbanization on bird and mammal genetic diversity. *Proceedings of the Royal Society B* 287:20192497. doi:[10.1098/rspb.2019.2497](https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2497).
- Silva L.A.F., Morais D.H., Aguiar A., Almeida W.O., Silva R.J. 2015. First record of *Sebekia oxycephala* (Pentastomida: Sebekidae) infecting *Helicops infrataeniatus* (Reptilia: Colubridae), São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75:497–498.
- Teixeira C.C., Montag A.L.F., Santos-Costa M.C. 2017. Composição da Dieta e Uso de Habitat de Forragem por Três Espécies de Cobras Aquáticas, *Helicops* Wagler, 1830, (Serpentes: Dipsadidae) na Amazônia Oriental Brasileira. *Journal of Herpetology* 51:215–222.
- Travassos L. 1916. Trematódeos novos. *Brazil-Med*, Rio de Janeiro 30:257–258.
- Vitt L.J. 1991. Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* (Teiidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 69:2791–2799.

Apêndice I. Specimens examined

Helicops leopardinus (n = 50): BRAZIL: Ceará: Fortaleza: Açude Santo Anastácio, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici – Pici, CHUFC 4128, 1788, 1137, 1101, 1200, 1190, 4194, 1294, 1335, 1790, 1810, 1789, 2666, 2582, 1201, 1802, 1799, 1801, 1161, 1795, 1797, 1792, 1143, 1304, 1817, 4148, 1300, 1806, 1110, 1310, 898, 1178, 1307, 1793, 1796, 1346, 1813, 1312, 1339, 1302, 1308, 1344, 4197, 1342, 1807, 1812, 1316, 1320, 1811.



Átilas Rodrigues de Sousa “Is a Biologist and holds a Master’s degree in Ecology and Natural Resources (PPGERN-UFC) from the Federal University of Ceará – Fortaleza/CE, Brazil. He is currently a Doctoral candidate in the Graduate Program in Systematics, Use, and Conservation of Biodiversity where he conducts research on the evolution and systematics of Neotropical snakes, as well as climate change across different temporal scales at the Regional Center of Ophiology (NUROF-UFC). (Photographed by Átilas Rodrigues de Sousa).”



Tatiana Feitosa Quirino “Has a B.S. in Biological Sciences and a Master’s degree in Molecular Bioprospecting from the Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brazil, and Dr. in Systematics, Use, and Conservation of Biodiversity at the Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará. She is currently working on the taxonomy of reptiles and amphibians and served as an intern in management and health of captive reptiles at the Regional Center of Ophiology (NUROF-UFC). (Photographed by Átilas Rodrigues de Sousa).”



Elvis Franklin Fernandes de Carvalho “Is a graduate in Biological Sciences from the Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brazil (2014). He has a Master’s degree (2019), and Dr. in Ecology and Natural Resources at the Universidade Federal do Ceará, Brazil. Elvis studies ecological relationships between helminth parasites and reptile hosts. (Photographed by Elvis Franklin Fernandes de Carvalho).”



Mariny Oliveira Arruda “Is a graduate in Biological Sciences (2022) from the State University of Ceará (UECE); Master of Science (2024) and current Doctoral Candidate in Ecology and Natural Resources at the Federal University of Ceará (UFC). She is a researcher at the Regional Center of Ophiology (NUROF-UFC), where she conducts studies on Conservation Genetics with a focus on amphibians. (Photographed by Átilas R. de Sousa).”

Primeiro registro de *Rhinella pygmaea* (Myers & Carvalho, 1952) para o município do Rio de Janeiro, RJ, e ameaças à sua conservação

Jorge Antônio Lourenço Pontes^{1,2, *}, Luiz Eduardo Mendonça Regio¹

1 Programa de Pós-Graduação em Ensino, Ambiente e Sociedade, Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rua Francisco Portela, 1470, 24435-005, Patronato, São Gonçalo, RJ, Brasil.

2 Instituto Peixe das Nuvens, Rua José Santos Silva 115, loja 2, Centro, 28941-144, São Pedro da Aldeia, RJ, Brasil.

Orcid JALP 0000-0003-2741-4273; e LEMR 0000-0002-6588-1123.

* Corresponding author: pontesjal@hotmail.com

Editora de Área: Ariadne Sabbag

Submetido: 08-04-2025

Aceito: 11-10-2025

DOI: [10.5281/zenodo.17376835](https://doi.org/10.5281/zenodo.17376835)

Resumo

Rhinella pygmaea é um anuro endêmico da Mata Atlântica dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, que passa parte de sua vida enterrado em solos arenosos. Pouco se conhece sobre seus hábitos e a ocorrência de populações na sua área de distribuição, que está sujeita aos impactos antrópicos devido a ocupação humana. Registramos a primeira ocorrência de uma população para o município do Rio de Janeiro, em uma localidade que, teoricamente, estaria protegida – a Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia. Posteriormente ao registro, a porção onde habitava esta população foi removida desta unidade de conservação da natureza pela Prefeitura do Rio. O local foi destinado para a implantação de um parque urbano e outras ocupações, deixando incerto o futuro da espécie no Município.

Palavras-chave: Anuro, Bufonidae, endemismo, Mata Atlântica, unidade de conservação da natureza, impactos antrópicos.

Abstract

Rhinella pygmaea is an endemic anuran of the Atlantic Forest in the states of Rio de Janeiro and Espírito Santo, which spends part of its life buried in sandy soils. Little is known about its habits and the occurrence of populations in its distribution area, which is subject to anthropic impacts due to human occupation. We have recorded the first occurrence of a population in the municipality of Rio de Janeiro, in a location that, theoretically, was protected – the Environmental Protection Area of Serras de Inhoaíba, Cantagalo, and Santa Eugênia. After the record, the land portion where this population lived was removed from this nature conservation unit by Rio de Janeiro City Hall. The site was designated for the implementation of an urban park and other occupations, leaving the future of the species in the municipality uncertain.

Key words: Anuran, Bufonidae, endemism, Atlantic Forest, nature conservation unit, anthropogenic impacts.

A pesar do número crescente de estudos sobre a herpetofauna nas regiões tropicais, especialmente no sudeste brasileiro, ainda temos lacunas no conhecimento referente a distribuição geográfica, mesmo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Pontes et al., 2010; Pontes et al., 2015; Pontes & Pontes, 2016; Regio & Pontes, 2020; Rocha et al., 2023). A persistência destas lacunas se deve tanto a fatores que reduzem a densidade populacional (e.g., mudanças climáticas, doenças emergentes e perda de habitat), quanto aos fatores que dificultam a amostragem, como o baixo sucesso em encontrar espécies que se ocultam no folhiço (Pontes et al., 2015; Regio & Pontes, 2020; Rocha et al., 2023). Contudo, as unidades de conservação da natureza (UC) municipais do Rio de Janeiro são locais onde as populações da herpetofauna encontram refúgio, aumentando suas chances de sobrevivência (Pontes et al., 2015) e consequentemente as chances de serem encontradas por pesquisadores.

A Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia – APASICSE (22°54'40" S – 43°34'11" W e 22°57'56" S – 43°38'46" W, WGS 84), é uma UC de uso sustentável, criada pelo Decreto Municipal do Rio de Janeiro nº 50894/2022 com 2.227,72 ha. Ela é formada por áreas planas e morros com altitude média de 142 m, coberta por uma vegetação de floresta ombrófila densa submontana parcialmente antropizada, áreas reflorestadas, e poucas áreas úmidas com vegetação de Terras Baixas. A APASICSE foi reduzida para implantação do Parque Urbano Cesário de Melo, através do Decreto Municipal no 50894/2023 (IBGE, 2012; SECONSERMA, 2018; Prefeitura do Rio de Janeiro, 2022; Prefeitura do Rio de Janeiro, 2023; Fig. 1).

Para a APASICSE eram conhecidas 26 espécies de anfíbios anuros, conforme consta na lista do relatório técnico para a criação desta unidade de conservação da natureza (Tabela 1, SECONSERMA, 2018).

Tabela 1. Lista de espécies de anuros registradas para a Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia, indicando o táxon, nome popular e o seu estado de conservação em esfera internacional (IUCN), nacional (MMA), estadual (RJ), e municipal (Rio). Segundo dados da SECONSERMA (2018).

Taxon	Nome comum	Status IUCN/MMA/RJ/Rio
ANURA		
Craugastoridae (1)		
<i>Haddadus binotatus</i>	Rã-do-folhiço	LC
Bufonidae (2)		
<i>Rhinella icterica</i>	Sapo-cururu	LC
<i>Rhinella ornata</i>	Sapo	LC
Hylidae (19)		
<i>Dendropsophus anceps</i>	Pererequinha	LC
<i>Dendropsophus bipunctatus</i>	Pererequinha	LC
<i>Dendropsophus decipiens</i>	Pererequinha	LC
<i>Dendropsophus elegans</i>	Perereca-de-moldura	LC
<i>Dendropsophus meridianus</i>	Pererequinha	LC
<i>Dendropsophus minutus</i>	Pererequinha	LC
<i>Dendropsophus pseudomeridianus</i>	Pererequinha	LC
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	Perereca-verde	LC
<i>Hypsiboas faber</i>	Sapo-martelo	LC

Taxon	Nome comum	Status IUCN/MMA/RJ/Rio
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	Perereca	LC
<i>Phyllomedusa burmeisteri</i>	Perereca-de-folhagem	LC
<i>Phyllomedusa rohdei</i>	Perereca-de-folhagem	LC
<i>Scinax alter</i>	Perereca	LC
<i>Scinax argyreornatus</i>	Perereca	LC
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	LC
<i>Scinax humilis</i>	Perereca	LC
<i>Scinax similis</i>	Perereca	LC
<i>Scinax trapicheiroi</i>	Perereca	NT
<i>Trachycephalus nigromaculatus</i>	Perereca-de-capacete	LC
Leiuperidae (1)		
<i>Physalaemus signifer</i>	Rãzinha	LC
Leptodactylidae (3)		
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rã-assoviadora	LC
<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-manteiga	LC
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	Rãzinha-piadeira	LC

Entretanto, no mês de dezembro de 2023 foram encontrados, durante uma escavação na obra Parque Urbano Cesário de Melo, dois indivíduos de *R. pygmaea* (22°54'48" S, 43°35'39" W, WGS 84, 20 m a.n.m.), que estavam enterrados no solo. Posteriormente, pelo menos oito exemplares desta espécie foram avistados vocalizando durante a noite, na margem de uma pequena poça próxima, mas não foi possível gravar a vocalização. Estes foram os primeiros registros para o município do Rio de Janeiro. Um exemplar de *R. pygmaea* (CRC = 34 mm, massa = 3,7 g) foi eutanasiado com injeção de solução de lidocaína 7 %, fixado com formaldeído 10 %, conservado em etanol 70 %, e depositado na Coleção de Anfíbios do Museu Nacional da UFRJ, como testemunho deste novo registro (MNRJ 94563).

A espécie *Rhinella pygmaea* (Myers & Carvalho, 1952) é uma pequena espécie de Bufonidae terrestre e endêmica da Mata Atlântica do Brasil, com distribuição para os estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, especialmente em sua região litorânea, incluindo suas restingas (Silveira et al., 2009; Haddad et al., 2013; Frost, 2025; Fig. 1 A–B). A localidade-tipo é o município de São João da Barra (RJ), e em sua área de distribuição temos algumas lacunas, como o município do Rio de Janeiro (Silveira et al., 2009;

Haddad et al., 2013; Pontes & Pontes, 2016; Fig. 1 A–B). A ausência de registro para o município do Rio de Janeiro possivelmente devia ao avanço urbano nesta capital—que eliminou quase todas as suas áreas naturais litorâneas, restando poucos fragmentos mais conservados na forma de UC—ou devido a uma falha amostral, por razão do seu hábito de passar um longo período enterrado no solo (Silveira et al., 2009; Haddad et al., 2013, Pontes et al., 2015).

Rhinella pygmaea pode ser diferenciada de formas próximas, como *Rhinella granulosa* (Spix, 1824), por possuir tamanho menor (CRC = 24,6–42,7 mm para machos adultos e 28,8–49,1 mm para fêmeas adultas; n = 21; Myers & Carvalho, 1952; Narvaes & Rodrigues, 2009) em comparação com *R. granulosa* (CRC = 31,4–62,4 mm para machos adultos e 31,5–76,6 mm para fêmeas adultas; n = 405; Narvaes & Rodrigues, 2009), pelas glândulas paratóides pequenas, além de cristas supratimpânica, subocular e parietal. A coloração de *R. pygmaea* varia em tons de marrom, com manchas e faixas escuras que se destacam sobre um fundo mais claro, e com ventre branco salpicado de pontuações escuras (Myers & Carvalho, 1952; Silveira et al., 2009; Pontes & Pontes, 2016; Figueiredo-de-Andrade & Silveira, 2018; Fig. 2 A–D).

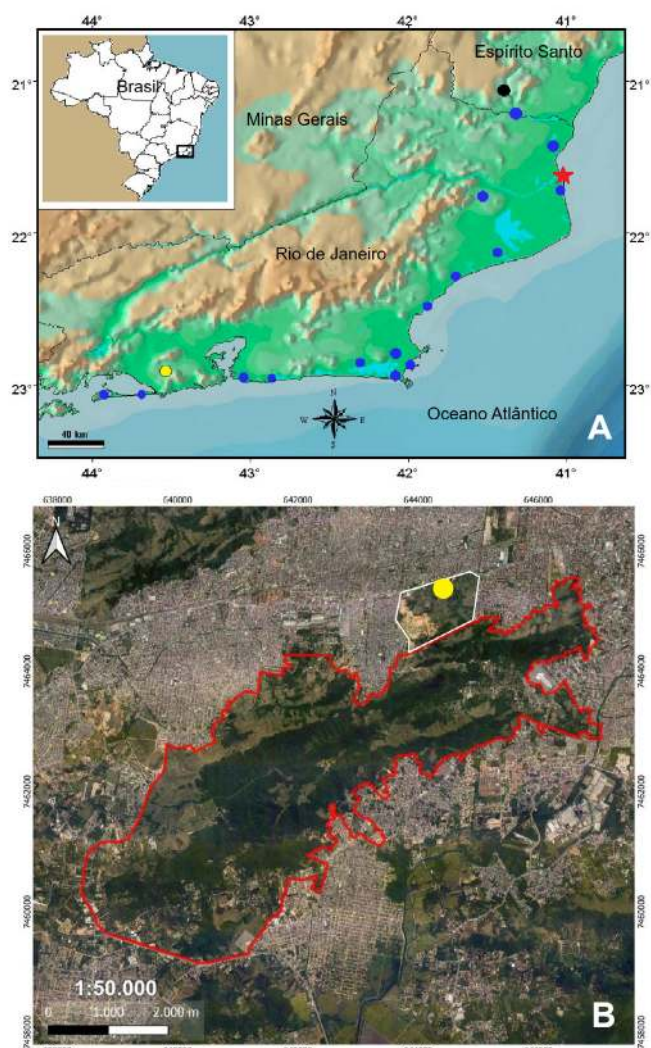


Figura 1. Mapas da distribuição geográfica de *Rhinella pygmaea*: **A.** Registros atualizados para a espécie no estado do Rio de Janeiro (círculos azuis), e no Espírito Santo (círculo preto; Silveira et al., 2009; Pontes & Pontes, 2016), com localidade-tipo no RJ (estrela vermelha; Myers & Carvalho, 1952), e o novo registro para o município do Rio de Janeiro (círculo amarelo). **B.** Localização e limites da Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia (linha vermelha) e a área subtraída recentemente para implantação de Parque Urbano Cesário de Melo (linha branca), que fazia parte da APA quando foi encontrada a espécie na localidade (círculo amarelo), município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro. Fontes: Silveira et al., 2009, modificado; Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima, 2025.

Rhinella pygmaea está associada com áreas alagadiças de pequena profundidade em borda de florestas de áreas de cotas altimétricas baixas (< 100 m), inclusive em áreas alteradas por atividades antrópicas, como as pastagens, e passando parte sua vida enterrada, saindo nos períodos reprodutivos durante a estação chuvosa (Silveira et al., 2009; Pontes & Pontes, 2016; presente estudo). Quando

ameaçada pode exibir um comportamento defensivo de tanatose (Figueiredo-de-Andrade & Silveira, 2018). A espécie não é considerada como ameaçada de extinção pela IUCN (Least Concern; IUCN, 2025), e não está presente na lista nacional publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022). Segundo informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima do Rio de Janeiro, *R. pygmaea* deverá ser incluída na lista de espécies ameaçadas do município do Rio de Janeiro e nas ações para a conservação de suas espécies nativas, conforme avanços nos Programas de Proteção e Conservação da Fauna Silvestre e Flora Nativas (SECONSERMA, 2018; Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, 2021, comunicação pessoal), elevando o nível de sua proteção regional e criando ações para sua conservação.

Apesar deste novo registro, a posterior alteração nos limites da APASICSE deixou desprotegida a área, passando a integrar um polígono sujeito ao licenciamento ambiental municipal, para fins de ocupação humana com a construção de um parque urbano, edificações comerciais e residenciais (Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, 2022 e 2023). Esta alteração ameaça a sobrevivência da única população conhecida de *R. pygmaea* para o município do Rio de Janeiro, pois seu habitat vem sendo destruído durante as obras locais, por drenagem e terraplanagem. Não sabemos se parte desta população ocorre dentro dos atuais limites da APASICSE (Fig. 3 A–B). Faz-se necessária uma busca em novos pontos, onde possam existir populações remanescentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima do Rio de Janeiro e ao Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro, pela emissão das autorizações de pesquisa científica e coleta (SMAC nº 001/2025 e INEA nº 008/2022). Ao Setor de Herpetologia do Museu Nacional, Rio de Janeiro, pelo tombo do espécime-testemunho e confirmação da identificação taxonômica.

REFERÊNCIAS

Figueiredo-de-Andrade, C. A.; Silveira, L. S. 2018. The defensive behaviour of *Rhinella pygmaea* (Myers & Carvalho, 1952) (Anura: Bufonidae). *Herpetology Notes* 11: 205–207.

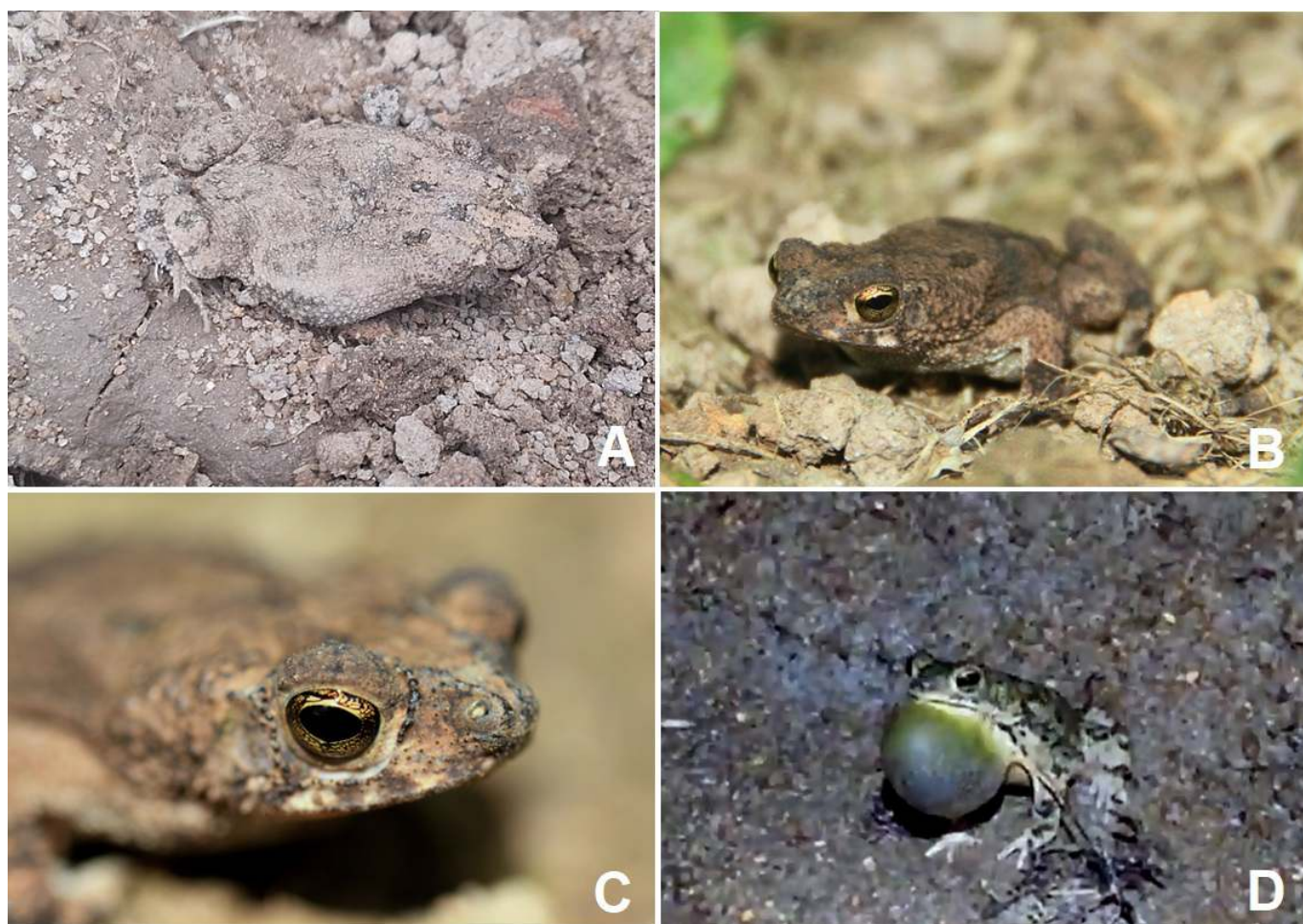


Figura 2. Indivíduos de *Rhinella pygmaea* registrados na Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia, município do Rio de Janeiro, RJ: **A e B.** Primeiro indivíduo encontrado enterrado sob o solo (MN RJ 94563). **C.** Detalhes da cabeça do espécime, onde se pode ver as suas cristas e glândula paratóide pequena. **D.** Outro indivíduo registrado, vocalizando a noite na margem de poça. Fotos: Jorge Pontes e Luiz Regio.



Figura 3. Destruição do habitat de *Rhinella pygmaea*, por obras de terraplanagem (**A**) e drenagem (**B**) para construção do futuro Parque Urbano Cesário de Melo, trecho removido da Área de Proteção Ambiental das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia, município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro. Fotos: Luiz Regio.

- Frost, D. 2025. Amphibian Species of the World 6.2, an Online Reference. Acesso em 31/03/2025. Acessível em <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>.
- Haddad, C. F. B., Toledo, L. F., Prado, C. P. A., Loebmann, D., Gasparini, J. L., Sazima, I. 2013. *Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia*. São Paulo: Anolis Books, 544 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012. Manual técnico da vegetação brasileira, sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos, 2ª edição revista e ampliada. *Manuais Técnicos em Geociências* 1, 272 p. Acessível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>.
- IUCN 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. Acessível em <https://www.iucnredlist.org>.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA 2022. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. *Diário Oficial da União*, 108: 74–103. Acessível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>.
- Myers, G. S., Carvalho, A. L. 1952. A new dwarf toad from Southeastern Brazil. *Zoologica* 37 (1): 1–3. Doi: [10.15560/5.3.749](https://doi.org/10.15560/5.3.749).
- Narvaes, P., Rodrigues, M. T. 2009. Taxonomic revision of *Rhinella granulosa* species group (Amphibia, Anura, Bufonidae), with a description of a new species. *Arquivos de Zoologia* 40 (1): 1–73. Doi: [10.11606/issn.2176-7793.v40i1p1-73](https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v40i1p1-73).
- Pontes, J. A. L., Pontes, R. C., Santa-Fé, C. P., Lima, V. M., Rocha, C. F. D. 2010. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Physalaemus soaresi* Izecksohn, 1965: New record, distribution extension and geographic distribution map. *Check List* 6 (1): 159–161. Doi: [10.15560/6.1.159](https://doi.org/10.15560/6.1.159).
- Pontes, J. A. L., Pontes, R. C., Rocha, R. F., Lindenberg, P. M., Silva, K. P., Santos, W. A., Lemos, N. A., Hassan, P. G. A., Alves, A. O., Lopes, L. F. B. A., Perro, L. C. T., Boldrini, A. P., Nunes, E. C. F., Costa, L. F., Kisling, R. W., Rocha, C. F. D. 2015. Unidades de conservação da Cidade do Rio de Janeiro: Hotspots da herpetofauna carioca. Pp. 176–194. In: Pontes, J.A.L. (Org.). *Biodiversidade carioca: segredos revelados*. Rio de Janeiro: Technical Books, 361 p.
- Pontes, J. A. L., Pontes, R. C. 2016. Anfíbios da Serra da Tiririca: diversidade e conservação. Pp. 19–68. In: Santos, M. G. (Org.). *Biodiversidade e sociedade no Leste Metropolitano do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 344 p.
- Prefeitura do Município do Rio de Janeiro. 2021. Decreto Municipal nº 49374 de 2 de setembro de 2021. Dispõe sobre a Criação dos Programas de Proteção e Conservação da Fauna Silvestre e Flora Nativas e dá outras providências. *Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro*, 124: 07–08.
- Prefeitura do Município do Rio de Janeiro. 2022. Decreto Rio nº 50.894 de 31 de maio de 2022. Cria a Área de Proteção Ambiental – APA das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia, e dá outras providências. *Diário Oficial Município do Rio de Janeiro*. Acessível em https://doweb.rio.rj.gov.br/apifront/portal/edicoes/imprimir_materia/839376/5359.
- Prefeitura do Município do Rio de Janeiro. 2023. Decreto Rio nº 51931, de 12 de janeiro de 2023. Rerratifica o Decreto Rio nº 50.894, de 31 de maio de 2022, que cria a Área de Proteção Ambiental – APA das Serras de Inhoaíba, Cantagalo e Santa Eugênia, e dá outras providências. Acessível em <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2023/5194/51931/decreto-n-51931-2023-rerratifica-o-decreto-rio-n-50894-de-31-de-maio-de-2022-que-cria-a-area-de-protecao-ambiental-apa-das-serras-de-inhoaiba-cantagalo-e-santa-eugenia-e-da-outras-providencias>.
- Regio, L. E .M, Pontes, J. A. L. 2020. First record of *Dipsas variegata* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) (Serpentes, Dipsadidae) from the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Check List* 16 (6): 1531–1535. Doi: [10.15560/16.6.1531](https://doi.org/10.15560/16.6.1531).
- Rocha, C. F. D., Barros-Filho, J. D., Sluys, M. V. 2023. A new *Amphisbaena* species from a Restinga habitat of Southeastern Brazil (Reptilia, Squamata, Amphisbaenidae). *International Journal of Zoology*

and *Animal Biology* 6 (4): 000501. Doi:[10.23880/izab-16000501](https://doi.org/10.23880/izab-16000501).

Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro – SECONSERMA. 2018. *Relatório final do grupo de trabalho criado pela Resolução SECONSERMA nº 70 de 12 de dezembro de 2017 para a atualização dos estudos relativos à proposição de proteção legal para a Serra de Inhoaíba*. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho para atualização dos estudos relativos à proposição de proteção legal para a Serra de Inhoaíba, 182 p. Acessível em www.rio.rj.gov.br/web/irph.

Silveira, A. L., Salles, R. O. L., Pontes, R. C. 2009. Amphibia, Anura, Bufonidae, *Rhinella pygmaea*: Distribution extension and geographic distribution map. *Check List* 5 (3): 749–752. Doi:[10.15560/5.3.749](https://doi.org/10.15560/5.3.749).



Jorge Antônio Lourenço Pontes “Biólogo, Doutorado pelo PPGEU/UERJ (2010). Mestrado em Biologia com concentração em Ecologia pelo PPGB / UERJ (2005). Desde 2000 realiza pesquisas sobre vertebrados do Bioma Mata Atlântica, recuperação ecológica de paisagens, manejo de fauna e flora com reintrodução e revigoramento populacional, e na criação e gestão de unidades de conservação da natureza. Professor no PPGEAS/FFP/UERJ e na Graduação em Ciências Biológicas, orientando alunos desde 2012. Também Biólogo na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro desde 2000.”



Luiz Eduardo Mendonça Regio “Biólogo, Mestrado pelo PPGEAS/FFP/UERJ. Especialista em herpetofauna. Experiência nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia. Atuou durante sete anos como Guarda-Parques do INEA-RJ, no Parque Estadual da Pedra Branca, onde fez levantamento de serpentes e desenvolveu trabalho de conscientização sobre a importância da herpetofauna, contribuindo para a preservação desses animais.”

First record of *Dendropsophus anataliasiasi* (Bokermann, 1972) (Anura, Hylidae) for the state of Pará, Brazil

Lucas S.F. Rachid^{1,2*}, Gabriel N.C. Coelho², Augusto N. Carvalho³, Renato Recoder², Carolina Farhat², Miguel T. Rodrigues², Leandro J.C.L. Moraes²

1 Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema, Avenida Professor Artur Riedel, 275, Jardim Eldorado, CEP 09972-270, Diadema, SP, Brasil.

2 Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, CEP 05508-090, São Paulo, SP, Brasil.

3 Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, CEP 05508-090, São Paulo, SP, Brasil.

*Corresponding author: lucas.rachid@unifesp.br

DOI: [10.5281/zenodo.17423444](https://doi.org/10.5281/zenodo.17423444)

Submetido 12/05/2025

Aceito: 22-10-2025

Editora: Ariadne Sabbag

Resumo

Este estudo reporta o primeiro registro de *Dendropsophus anataliasiasi* para o estado do Pará, Brasil (município de Santana do Araguaia). Esta descoberta expande a distribuição geográfica conhecida da espécie, que habita o Cerrado, em aproximadamente 229 km para noroeste da localidade tipo. A identificação dos espécimes coletados foi confirmada por análises morfológicas e genéticas. Morfologicamente, os indivíduos apresentaram os caracteres diagnósticos da espécie (como listras dorsais), embora com leves variações nas medidas da cabeça. A análise de DNA confirmou sua identidade taxonômica, agrupando-a com as demais sequências conhecidas da espécie. Este achado representa a 196ª espécie de anfibio documentada para o Pará.

Palavras-chave: Dendropsophini, Extensão Geográfica, 16S

Abstract

The study reports the first record of *Dendropsophus anataliasiasi* for the state of Pará, Brazil (municipality of Santana do Araguaia). This finding expands the known geographic distribution of the species, which inhabits the Cerrado, by approximately 229 km northwest of its type locality. The identification of the collected specimens was confirmed through morphological and genetic analyses. Morphologically, the individuals exhibited the species' diagnostic characters (such as dorsal stripes), while with slight variations in head measurements. The DNA analysis confirmed the taxonomic identity, with sequences clustering with known sequences for the species. This finding represents the 196th amphibian species documented for the state of Pará.

Key-words: Dendropsophini, Geographic Extension, 16S

The *Dendropsophus rubicundulus* subgroup comprises 11 species of small treefrogs distributed across the Brazilian Cerrado and adjacent regions of Argentina, Bolivia, and Paraguay (Orrico et al., 2021). One of those species, *Dendropsophus anataliasiasi* (Bokermann, 1972), is known for the Brazilian states of Goiás, Maranhão, Mato Grosso, and Tocantins (Napoli and Caramaschi, 1999; 2000; Arantes et al., 2023; Fig. 1). Morphologically, *D. anataliasiasi* is characterized by a snout-vent length (SVL) of 16.0–21.8 mm in males and 16.6–21.6 mm in females, a dorsum with nearly parallel dark brown stripes, the two anterior ones in close contact and continuous with the two sacral stripes, and a head longer than wide (Bokermann, 1972; Napoli and Caramaschi, 1999; 2000). The most recent international assessment of the species conservation status, by International Union for Conservation of Nature (IUCN), classified it as Least Concern (LC) of extinction (IUCN, 2023). Herein, we report the first record of *Dendropsophus anataliasiasi* from the state of Pará, Brazil, and provide an updated distribution map for the species. We also present morphometric data for the newly recorded specimens.

On January 25th, 2024, in the early evening, we observed many breeding individuals of *D. anataliasiasi* on the grassy vegetation at the margin of a large pond on a private farm (Fazenda Fartura; -9.738°S, -50.188°W), in the municipality of Santana do Araguaia, Pará state (Fig. 1), and collected five adult males. On the same day, a third-party brought us an additional adult male from a different site at the same farm (-9.838°S, -50.334°W), within the municipality of Santa Terezinha, Mato Grosso state (Fig. 1). The specimens were euthanized with a topic solution of 5 % lidocaine, fixed in 10 % formaldehyde solution, stored in 70 % ethanol and deposited in the Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo (MZUSP, Brazil), under the accession numbers MZUSP 161273–8. For genetic analyses, we collected a piece of liver from each specimen before fixation and stored them in ethanol P.A.. Specimens were collected under permit ICMBio #10126–7 issued by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation.

To confirm species identification, specimens were morphologically compared with the original *D. anataliasiasi* description, following the nomenclature used in the diagnosis (Bokermann, 1972; Napoli and Caramaschi, 2000). Eighteen morphometric

measurements were taken (in millimeters) by GNCC: SVL (snout-vent length); HW (head width); HL (head length); ED (eye diameter); UEW (upper eyelid width); IOD (interorbital distance); END (eye-nostril distance); IND (internarial distance); THL (thigh length); TD (tympanum diameter); NSD (nostril to tip of snout distance); UAR (upper arm length); FAR (forearm length); HAL (hand length); 3FD (third finger disk diameter); TL (tibia length); FL (foot length); and 4TD (fourth toe disk diameter). We measured all characters on the right side of each specimen using a Mitutoyo digital caliper accurate to 0.1 mm at Laboratório de Herpetologia of the Universidade de São Paulo (USP) under a Nikon binocular stereomicroscope (Model C-PS). The dorsal color pattern was examined and compared with descriptions available in the literature (Napoli and Caramaschi, 1999). We conducted DNA-based identification for two specimens (MZUSP 161273–4). Genomic DNA was extracted following the protocol described by Fetzner (1999) and we amplified fragments of the final portion of 16S rRNA gene using forward (5'-CGCCTGTTTATCAAAAACAT-3') and reverse (5'-CCGGTCTGAACTCAGATCACGT-3') primers (16Sar-L and 16Sbr-H, respectively; Palumbi et al. 1991). The amplification, through polymerase chain reaction (PCR), consisted of initial denaturation at 95 °C for 3 min, 45 cycles of a denaturing step of 30 s at 95 °C, annealing at 50 °C for 40 s and extension at 72 °C for 40 s with final extension at 72 °C for 5 min. PCR products were purified with Exonuclease I and Alkaline Phosphatase (ExoSAP protocol). Sequencing was performed using the BigDye Terminator 3.1 Cycle Sequencing kit (Applied Biosystems), followed by analysis in ABI Prism Genetic Analyzer (3100, Applied Biosystems) at the Instituto de Biociências of the Universidade de São Paulo (USP, Brazil). We used Geneious v.6 (Kearse et al., 2012) to edit the raw sequences. The sequences were deposited in the GenBank online repository (GB) (accession numbers: PV920703–4). After editing the sequences, we submitted them to a BLAST® search under the Standard Nucleotide BLAST function (*blastn*, Johnson et al., 2008). For each analyzed sample, we downloaded the 100 most similar sequences from the GB online repository (Clark et al., 2016) and aligned the dataset using the MAFFT online server with default parameters, except using the E-INS-I strategy for the RNA. Uncorrected pairwise genetic distances were estimated for the alignment using MEGA v.11 (Tamura et al., 2021) with pairwise deletion. Following Fouquet et

al. (2007), we considered the maximum of 3 % of genetic distance as a threshold to interspecific differentiation.

All specimens exhibited the diagnostic characters of the species, including acuminate snouts, mid-dorsal pin stripes, and a SVL range of 20.5–21.9 mm (Fig 2, Tab. 1). Most morphometric measurements also fell within the known range of intraspecific variation (Bokermann, 1972; Napoli and Caramaschi, 1999), except for the UAR, which was slightly reduced in all specimens. Despite

this discrepancy, we consider these measurements to fall within the species' expected variation, as one of the specimens with reduced UAR was among those molecularly identified (MZUSP 161273). In fact, the two newly generated DNA sequences confirmed the taxonomic identity of *D. anataliasiasi*, as they fully clustered with previously published sequences of this species by Orrico et al. (2021) and Arantes et al. (2023), with uncorrected pairwise genetic distances ranging from 0.2 % to 0.5 %.

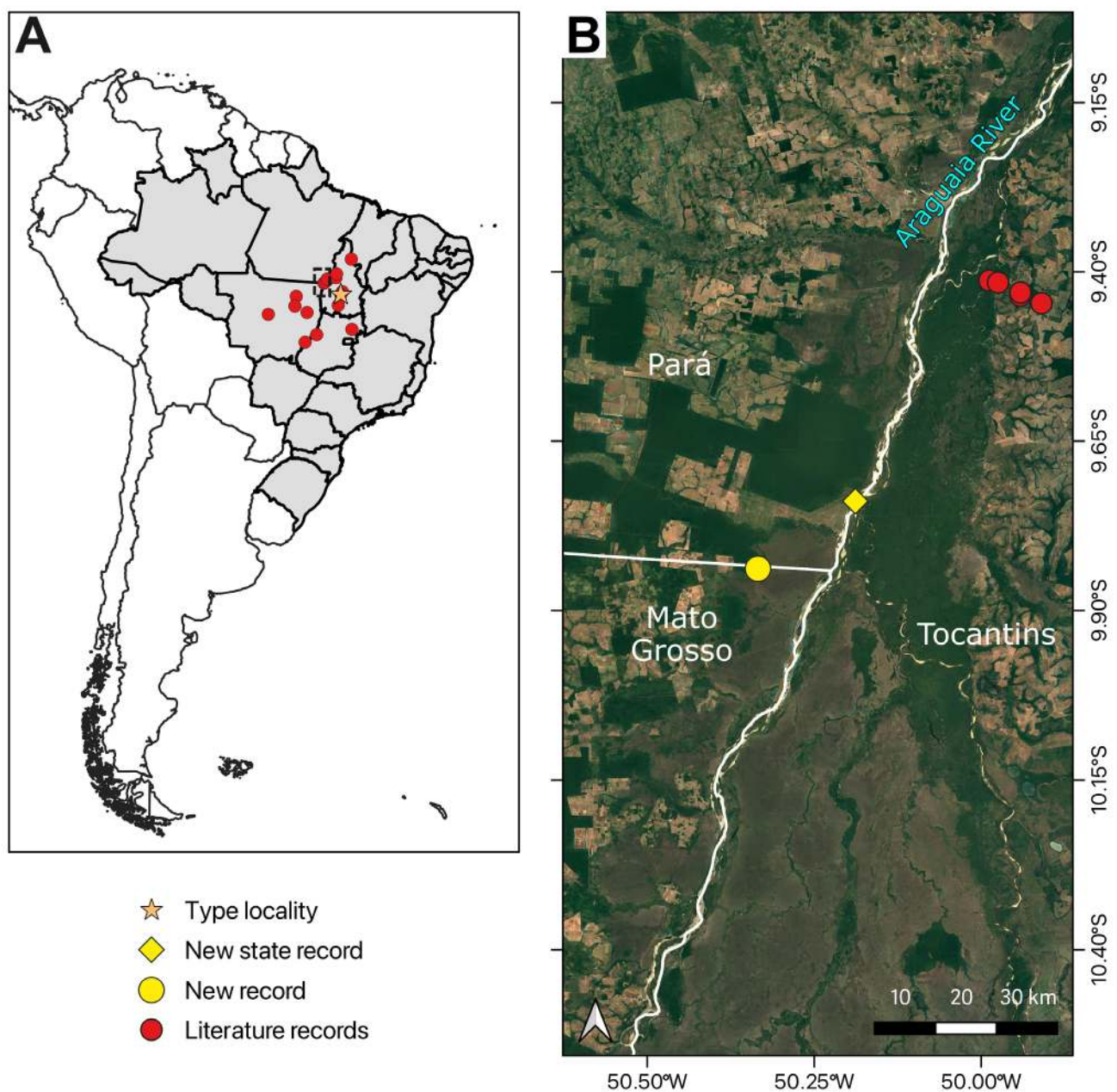


Figure 1. Updated geographic distribution of *Dendropsophus anataliasiasi* in central Brazil, with our new records highlighted in yellow from Santa Terezinha municipality, Mato Grosso state and from Santana do Araguaia municipality, Pará state. Background of the inset map from Google Earth (Map data ©2020 Google/Landsat/Copernicus).

Our records of *D. anataliasiasi* from the municipality of Santana do Araguaia, Pará state, extend the known geographic distribution of the species by approximately 40 km from its nearest previously known locality, in Caseara, Tocantins state, and 229 km northwest of its type locality, in Brejinho de Nazaré, Tocantins state (Fig.

1). In a recent review of amphibians from the Pará state, Cassundé et al. (2022) did not include *D. anataliasiasi*. Therefore, our record represents the 196th amphibian species documented for the state and may contribute to future state-level conservation assessments.



Figure 2. Newly recorded specimens of *Dendropsophus anataliasiasi* in Brazil.

A – MZUSP 161273; field number MTR 41824, male, from Santa Terezinha municipality, Mato Grosso state (diurnal coloration).

B – Unvouchered male from Santana do Araguaia municipality, Pará state (nocturnal coloration). Not on scale.

Table 1. Morphometric measurements of newly collected specimens of *Dendropsophus anataliasiasi*, from the municipalities of Santa Terezinha (Mato Grosso state) and Santana do Araguaia (Pará state), Brazil. Values are shown in millimeters.

Measurements	MZUSP 161273	MZUSP 161274	MZUSP 161275	MZUSP 161276	MZUSP 161277	MZUSP 161278
Snout-vent length (SVL)	21.9	21.7	21.2	21.0	20.5	21.8
Head width (HW)	5.4	5.6	5.3	5.3	5.6	5.5
Head length (HL)	5.6	5.9	5.7	5.9	5.9	5.6
Eye diameter (ED)	2.0	1.7	1.9	1.8	2.3	2.0
Upper eyelid width (UEW)	1.3	1.4	1.2	1.4	1.5	1.5
Interorbital distance (IOD)	1.4	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5
Eye-nostril distance (END)	1.4	1.6	1.3	1.5	1.5	1.4
Internarial distance (IND)	1.5	1.4	1.2	1.5	1.4	1.4
Thigh length (THL)	9.3	9.5	9.3	9.6	9.1	8.8
Tympanum diameter (TD)	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.6
Nostril to tip of snout distance (NSD)	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
Upper arm (UAR)	4.0	4.2	4.3	4.0	3.5	4.2
Forearm (FAR)	3.5	3.8	3.8	3.5	3.5	3.2
Hand length (HAL)	5.2	5.3	5.2	4.8	5.1	5.4
Third finger disk diameter (3FD)	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7
Tibia length (TL)	9.5	9.5	9.4	9.1	9.1	9.1
Foot length (FL)	13.4	13.1	12.9	12.9	12.7	13.0
Fourth toe disk diameter (4TD)	0.7	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Juliana Luzete (USP-RP) for support in the image editing, Manuel Antunes Júnior, Beatriz Vieira Freire and Juliana N. Tanaka by aiding at IB-USP with tissue collection and in the molecular laboratory, and to Luis Fábio Silveira, Bruno Fermino, and Wilson Lemos de Moraes Neto and all the residents and workers of the Fazenda Fartura for their assistance in the fieldwork. We also thank Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP/Processes #2023/06268-7 to ANC, #2011/50146-6 and #2024/05630-7 to MTR, #2023/04311-2 to GC and #2022/01213-7 to LJCLM) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq #145703/2024 to LSFR, and #302864/2020-2 to MTR) for funding and fellowship grants.

REFERENCES

- Arantes Í.C., Vasconcellos M.M., Smith M.L., Garrick R.C., Colli G.R., Noonan B. P. 2023. Species limits and diversification of the *Dendropsophus rubicundulus* subgroup (Anura, Hylidae) in Neotropical savannas. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 186:107843. doi:[10.1016/j.ympev.2023.107843](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107843).
- Bokermann W.C.A. 1972. Uma nova espécie de *Hyla* de Goiás, Brasil (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia* 32:593–594.
- Cassundé G., Sturaro M., Maciel A., Prudente A., Sarmento J., Peloso P. 2022. Os anfíbios do Pará, Brasil. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais* 17:445–473. doi:[10.46357/bcnaturais.v17i2.782](https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v17i2.782).
- Fetzner J.W. 1999. Extracting high-quality DNA from shed reptile skins: a simplified method. *BioTechnique* 26:1052–1054. doi:[10.2144/99266bm09](https://doi.org/10.2144/99266bm09).
- Fouquet A., Gilles A., Vences M., Marty C., Blanc M., Gemmell N.J. 2007. Underestimation of species richness in Neotropical frogs revealed by mtDNA analyses. *PLoS ONE* 2:e1109. doi:[10.1371/journal.pone.0001109](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001109).
- IUCN 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. Accessed on 30 April 2025. Available at: <http://www.iucnredlist.org>.
- Johnson M., Zaretskaya I., Raytselis Y., Merezuk Y., McGinnis S., Madden, T.L. 2008. NCBI BLAST: a better web interface. *Nucleic Acids Research* 36:W5–W9. doi:[10.1093/nar/gkn201](https://doi.org/10.1093/nar/gkn201).
- Kearse M., Moir R., Wilson A., Stones-Havas S., Cheung M., Sturrock S., Buxton S., Cooper A., Markowitz S., Duran C., Thierer T., Ashton B., Meintjes P., Drummond, A. 2012. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28:1647–1649. doi:[10.1093/bioinformatics/bts199](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199).
- Napoli M.F., Caramaschi U. 1999. Geographic variation of *Hyla rubicundula* and *Hyla anataliasiasi*, with the description of a new species (Anura, Hylidae). *Alytes* 16:165–189.
- Napoli M.F., Caramaschi, U. 2000. Description and variation of a new Brazilian species of the *Hyla rubicundula* group (Anura, Hylidae). *Alytes* 17:165–184.
- Orrico V.G.D., Grant T., Faivovich J., Rivera-Correa M., Rada M.A., Lyra M.L., ... Haddad C.F.B. 2021. The phylogeny of Dendropsophini (Anura: Hylidae: Hyalinae). *Cladistics* 37:73–105. doi:[10.1111/cla.12429](https://doi.org/10.1111/cla.12429).
- Palumbi S.R., Martin A.P., Romano S., McMillan W.O., Stice L., Grabowski, G. 1991. The Simple Fool's Guide to PCR. University of Hawaii Press, Honolulu
- Tamura K., Stecher G., Kumar, S. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular biology and evolution* 38:3022–3027. doi:[10.1093/molbev/msab120](https://doi.org/10.1093/molbev/msab120).



Lucas S. F. Rachid “Estudante de graduação e bolsista PIBIC do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Paulo (Campus Diadema). Tem interesse em evolução cromossômica e taxonomia e sistemática de Répteis e Anfíbios Neotropicais. Atualmente vinculado ao Laboratório de Genética Evolutiva de Vertebrados da UNIFESP (campus Diadema) e Laboratório de Herpetologia da USP.”



Gabriel N.C. Coelho “Graduado em Ciências Biológicas (Bacharelado) pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB/USP; bolsista FAPESP de Iniciação Científica). Atualmente vinculado ao Laboratório de Herpetologia da USP, tem interesse na área de Zoologia especialmente em taxonomia, sistemática e morfologia da herpetofauna neotropical.”



Augusto N. Carvalho “Sou biólogo e educador, bacharel e licenciando em Ciências Biológicas. Tenho interesse em compreender como o uso da terra influencia as interações ecológicas e em promover o ensino de Biologia como instrumento de transformação social.”



Renato Recoder “Herpetólogo com graduação em Ciências Biológicas e doutorado em Zoologia pela Universidade de São Paulo. Os principais interesses são taxonomia e sistemática de répteis e anfíbios neotropicais.”



Carolina Farhat “Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP) e mestre pela mesma universidade (Ciências Biológicas - Zoologia). Realizou o trabalho de iniciação científica no departamento de Ecologia, sobre diversidade de lagartos do cerrado do interior de São Paulo.”



Miguel T. Rodrigues “Professor Emérito do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo foi Diretor do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Chefe do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências USP (2002-2007), Presidente do Conselho Orientador da Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Membro do Conselho Deliberativo de Curadoria das Coleções Científicas Zoológicas do Instituto Butantan e do International Herpetological Committee. É Research Associate do American Museum of Natural History, membro titular da Academia Brasileira de Ciências e da Academia de Ciências do Estado de São Paulo.”



Leandro J.C.L. Moraes “Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, campus Sorocaba) e Mestrado em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil. Atualmente, é aluno de doutorado em Zoologia na Universidade de São Paulo (USP), Brasil, onde investiga os padrões e processos subjacentes à megadiversidade de anuros amazônicos. Seus interesses de pesquisa mais amplos incluem a diversidade, sistemática, evolução, biogeografia e conservação de anfíbios e répteis neotropicais.”

Obituário

Carlos Eduardo Costa de Campos

O Professor e Pesquisador Carlos Eduardo Costa de Campos, faleceu vítima de infarto, em Macapá, Amapá, no dia 14 de setembro de 2025, aos 50 anos de idade.

Nascido em 21 de dezembro de 1974, em Tabatinga, Distrito Federal, era filho único de Maria Salete Costa e João Carlos de Campos. Viveu parte da sua infância e juventude em Brasília, até se mudar para o Rio Grande do Norte, onde iniciou sua trajetória acadêmica marcada pela dedicação à ciência, à educação e ao conhecimento e conservação da biodiversidade brasileira.

Graduou-se em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar, Natal/RN, em 1998 e, em seguida, em 1999, fez Especialização em Aquicultura e Ecologia Aquática na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); cursou Mestrado nessa mesma Instituição, entre 1999 e 2000, no Programa de Pós-graduação em Ecologia, sob orientação do Prof. Dr. Jorge Eduardo Lins Oliveira.

Entre 1998 e 2001, atuou na Reserva Biológica do Atol das Rocas, onde desenvolveu pesquisas sobre tubarões, educação ambiental, além de monitoramento de tartarugas marinhas em parceria com o Projeto TAMAR/IBAMA.

Em 2003, ingressou, após aprovação em concurso público, como docente da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), para o curso de Ciências Biológicas, no qual lecionava a disciplina de Anatomia Comparada. Ao mesmo tempo e até sua partida, coordenou o Laboratório de Herpetologia da UNIFAP, espaço onde orientava e inspirava novas gerações de estudantes. Até seu falecimento, contava com 22 anos de atividades acadêmicas na UNIFAP.

No ano de 2011, após cursar dois anos de Doutorado na UNIFAP, ficou sem orientação em virtude do seu orientador à época, ter sido aprovado em concurso público para outra IES, e não se dispôs a manter a orientação à distância. Foi aconselhado por um amigo, que estava cursando doutorado no PPG em Psicobiologia da UFRN, a buscar orientação no Doutorado deste Programa.



Figura 1. Foto realizada durante o XI CBH, Manaus, 29/08/2025, com diversos alunos, ex-alunos e dos Professores Carlos Eduardo (UNIFAP), Geraldo Jorge (UFRPE), Eliza Freite e Prof. Carlos Eduardo Campos.

Foi nesse contexto e cenário que tive o privilégio de conhecer o Carlos Eduardo e me tornar sua orientadora de Doutorado. Privilégio, sim, pois passei a contar, não apenas com um excelente e dedicado doutorando, mas também com um ser humano maravilhoso, gentil, cavalheiro, um verdadeiro gentleman. Concluiu seu Doutorado em Psicobiologia na UFRN em 2015, mas manteve sempre contato comigo, quer fosse para dar continuidade aos papers advindos do Doutorado (estou na revisão final de um destes), para outros projetos ou para alimentar nossa amizade e respeito mútuos.

Após seu Doutorado, passou a atuar na Pós-graduação, como docente nos cursos de Especialização em Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva, no Mestrado em Ciências da Saúde e no Doutorado da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Rede BIONORTE). Era Bolsista de Produtividade em pesquisa do CNPq e integrava o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), Amazônia Oriental (Protocolo

Herpetofauna); era membro da Sociedade Brasileira de Herpetologia, desde 2010 e da Society for the Study of Amphibians and Reptiles, desde 2013.

Ao longo de sua carreira acadêmica, concluiu as orientações de 4 mestrados, 3 especializações, 40 Trabalhos de Conclusão de Curso de graduação, e 39 trabalhos de Iniciação Científica. No momento de seu falecimento, orientava 4 doutorandos, 4 mestrados, 35 graduandos e 2 bolsistas de iniciação científica. Cabe destacar ainda sua liderança/orientação a um grupo de jovens mulheres estudantes, interessadas pela herpetologia, que se autodenominava “Herpeto Girls”.



Figura 2. Eliza Freire, Albertina e Carlos Eduardo Campos em almoço durante o XI CBH, Manaus, 26/08/2025

Exercia atualmente o cargo de Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação da UNIFAP, desde 2024.

No Amapá, Carlos Eduardo encontrou não apenas seu espaço profissional, mas também de sua vida pessoal. Ali conheceu e se tornou companheiro de Mayara Fabiana de Melo Furtado, com quem constituiu sua família e deixou dois filhos, Maria Eduarda Lima Costa e João Eduardo Lima Costa. Além dos seus amados pais, especialmente da sua mãe, deixou uma numerosa família de primos, primas, tios e tias, todos moradores no Rio Grande do Norte, mas sempre estiveram presentes em sua bela trajetória acadêmica. Também deixou uma legião de amigos e colegas de trabalho no Amapá.

Enfim, além da excelência em sua carreira acadêmica, eu, e certamente todos(as) que tiveram o privilégio de conviver com o Prof. Dr. Carlos Eduardo, somos imensamente

gratas(os) por todos os momentos compartilhados, quer seja como docente e pesquisador, ou nos momentos de descontração como Dudu Costa Campos. O nosso último encontro foi durante o XI CBH em Manaus (Fig 1), quando almoçamos na companhia da Profa. Albertina. Ainda bem que ele registrou, por meio dessa fotografia, esse nosso último encontro (Fig. 2).

Texto de autoria de Eliza Maria Xavier Freire