



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

SABRINA NASCIMENTO SILVA

**Influência de variáveis ambientais e predadores na ocorrência de girinos de  
*Leptodactylus natalensis* na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré-PE**

RECIFE  
2025

SABRINA NASCIMENTO SILVA

**Influência de variáveis ambientais e predadores na ocorrência de girinos de  
*Leptodactylus natalensis* na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas - Bacharelado da Universidade  
Federal de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

Orientador: Pedro Ivo Simões

Coorientadora: Isabel Gonzalves Velasco

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Sabrina Nascimento.

Influência de variáveis ambientais e predadores na ocorrência de girinos  
de *Leptodactylus natalensis* na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré-PE /  
Sabrina Nascimento Silva. - Recife, 2025.

42 p. : il.

Orientador(a): Pedro Ivo Simões

Cooorientador(a): Isabel Gonzalves Velasco

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

1. *Leptodactylus natalensis*. 2. Girinos. 3. Fatores ambientais . 4. Predação. 5.  
Morfometria geométrica. 6. Mata Atlântica. I. Simões, Pedro Ivo. (Orientação). II.  
Velasco, Isabel Gonzalves. (Cooorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

SABRINA NASCIMENTO SILVA

**Influência de variáveis ambientais e predadores na ocorrência de girinos de  
*Leptodactylus natalensis* na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas - Bacharelado da Universidade  
Federal de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 02/12/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Pedro Ivo Simões (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Diego Astúa de Moraes (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Paola María Sánchez Martínez (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a todas as pessoas que caminharam comigo, oferecendo amor, paciência e força nos momentos em que mais precisei. A vocês, que me inspiraram a seguir em frente mesmo quando o caminho parecia difícil, dedico cada conquista e cada aprendizado desta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

São tantos agradecimentos que nem sei por onde começar, mas já peço desculpas se, por acaso, eu esquecer de mencionar alguém. Primeiramente, agradeço aos meus pais, Antônio e Gisele, que nunca mediram esforços para garantir o meu futuro. Sou eternamente grata por todo amor, cuidado e dedicação, e espero um dia retribuir ao menos uma parte de tudo o que fizeram por mim. Agradeço também ao meu namorado, Pedro, pelo apoio incondicional ao longo de toda a graduação. Obrigada por ouvir meus choros, surtos, alegrias e conquistas. Sua presença foi essencial e sem você, eu não seria nem metade do que sou hoje.

Sou imensamente grata pelas amizades que construí durante esses anos de curso, especialmente com Bia e Mari, que desde o primeiro contato, nos tornamos inseparáveis. Compartilhamos apoio, risadas, choros, trabalhos, viagens, almoços no RU e tantos momentos que deixaram marcas profundas. Sentirei muita falta dessa convivência diária, mas a Irmandade das Mãozinhas nunca será esquecida. Agradeço também aos Bilólogos, esse grupo grande e absolutamente aleatório, que me proporcionou ótimos momentos, muitas risadas e memórias que levarei comigo para sempre.

Meu sincero agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Ivo Simões, por ter me acolhido no Laboratório de Herpetologia da UFPE, mesmo eu nunca tendo tido contato com sapos antes da graduação. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Muito obrigada por toda a paciência, confiança e ensinamentos.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas de laboratório - Bel, João, Paola e Anninha - por tudo o que me ensinaram e por estarem sempre por perto, seja nos campos, nas análises e programas estatísticos, ou nas longas horas no laboratório (que muitas vezes era um verdadeiro caos!). Obrigada pela companhia, risadas, fofocas, surtos e lágrimas compartilhadas.

À APA Costa dos Corais e ao CEPENE pelo apoio logístico, cessão de guias e de alojamento. Em especial ao Eduardo Almeida (APA Costa dos Corais/ICMbio), à Livia Coelho (APA Costa dos Corais/ICMbio), à Carla Gabriela Lins (CEPENE/ICMBio) e aos guias José Cícero da Silva (Saberé) e Leonardo José da Silva (Léo). Agradeço também à UFPE, que, por meio da CTRANS, foi responsável pela cessão de veículos, motoristas e combustível, tornando possível o trabalho de campo. À Rede PPBio Mata

Atlântica (Projeto Ampliando o conhecimento sobre cenários da biodiversidade e serviços ecossistêmicos através de uma rede de monitoramento na Mata Atlântica - Nº Processo 441157/2023-8 - CNPq), pelo financiamento destinado à aquisição de equipamentos. Ao RAN/ICMBio/SISBIO, pela emissão da autorização para a realização da atividade de pesquisa na área (autorização RAN/ICMBio-SISBIO nº 92365-2).

Finalmente, agradeço imensamente a todas as pessoas que amo e que não foram citadas, mas saibam que eu reconheço e valorizo profundamente cada gesto de carinho, palavra de incentivo e demonstração de afeto que recebi ao longo dessa jornada. Cada um de vocês contribuiu, de alguma forma, para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO

A fase larval dos anuros (girinos) é altamente vulnerável a fatores ambientais e à predação, os quais influenciam sua ocorrência e morfologia. Este estudo investigou os fatores que determinam a ocorrência e a variação morfológica de girinos de *Leptodactylus natalensis* em poças de um remanescente de Mata Atlântica no litoral sul de Pernambuco. Ao longo de sete expedições, foram amostradas 14 poças, medindo-se parâmetros físico-químicos (pH, oxigênio dissolvido, turbidez), volume, hidroperíodo, abertura do dossel e abundância de predadores. A ocorrência da espécie foi analisada via modelos de regressão logística, e a morfologia de 88 girinos foi avaliada através de morfometria geométrica e Análise de Componentes Principais (PCA). Os resultados indicaram que a ocorrência de *L. natalensis* foi fortemente associada a poças temporárias com pH levemente ácido e baixa concentração de oxigênio dissolvido, demonstrando ainda uma relação negativa significativa com o volume de predadores e o tamanho da poça. A análise morfométrica revelou baixa diferenciação morfológica entre girinos de poças distintas, com variações sutis ao longo dos eixos principais, relacionadas principalmente à robustez do corpo e formato da cauda, mas sem formação de agrupamentos discretos. Conclui-se que a espécie é predominantemente associada a ambientes lânticos efêmeros, com condições físico-químicas específicas e baixa pressão de predação, exibindo um padrão morfológico larval conservado, com plasticidade limitada em resposta às variáveis locais investigadas. Os resultados reforçam a importância de poças temporárias para a conservação desta espécie na Mata Atlântica.

**Palavras-chave:** *Leptodactylus natalensis*; girinos; fatores ambientais; predação; morfometria geométrica; Mata Atlântica.



## ABSTRACT

The larval stage of anurans (tadpoles) is highly vulnerable to environmental factors and predation, which influence their occurrence and morphology. This study investigated the factors that determine the occurrence and morphological variation of *Leptodactylus natalensis* tadpoles in pools of a remnant of the Atlantic Forest on the southern coast of Pernambuco. Over seven expeditions, 14 ponds were sampled, measuring physicochemical parameters (pH, dissolved oxygen, turbidity), volume, hydroperiod, canopy openness, and predator abundance. The occurrence of the species was analyzed using logistic regression models, and the morphology of 88 tadpoles was evaluated through geometric morphometrics and Principal Component Analysis (PCA). The results indicated that the occurrence of *L. natalensis* was strongly associated with temporary ponds with slightly acidic pH and low dissolved oxygen concentration, also demonstrating a significant negative relationship with predator volume and pond size. Morphometric analysis revealed low morphological differentiation between tadpoles from distinct pools, with subtle variations along the main axes, mainly related to body robustness and tail shape, but without the formation of discrete clusters. It is concluded that the species is predominantly associated with ephemeral lentic environments, with specific physicochemical conditions and low predation pressure, exhibiting a conserved larval morphological pattern with limited plasticity in response to the local variables investigated. The results reinforce the importance of temporary pools for the conservation of this species in the Atlantic Forest.

**Keywords:** *Leptodactylus natalensis*; tadpoles; environmental factors; predation; geometric morphometrics; Atlantic Forest.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Morfologia larval de <i>Leptodactylus natalensis</i> LUTZ, 1930 .....	18
<b>Figura 2</b> - Localização da REBio de Saltinho .....	20
<b>Figura 3</b> - Localização das poças amostradas na REBio de Saltinho, indicando a ocorrência de <i>Leptodactylus natalensis</i> .....	21
<b>Figura 4</b> - Esquema ilustrativo do método utilizado para estimar o volume das poças na REBio de Saltinho .....	23
<b>Figura 5</b> - Girino de <i>Leptodactylus natalensis</i> , em vista lateral, utilizado nas análises morfométricas .....	25
<b>Figura 6</b> - Representação esquemática dos marcos anatômicos empregados nas análises morfométricas de girinos de <i>Leptodactylus natalensis</i> .....	26
<b>Gráfico 1</b> - Relações entre a ocorrência de <i>Leptodactylus natalensis</i> e variáveis ambientais e bióticas das poças amostradas na REBio de Saltinho .....	32
<b>Gráfico 2</b> - Análise de Componentes Principais da forma corporal de girinos de <i>Leptodactylus natalensis</i> provenientes de diferentes poças na REBio de Saltinho...	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Precipitação média mensal (mm) no município de Tamandaré, PE, durante os anos de 2024 e 2025 .....	21
<b>Tabela 2</b> - Quantidade de girinos de <i>Leptodactylus natalensis</i> (estágios 25 - 28 de Gosner) coletados em diferentes poças da REBio de Saltinho, entre setembro de 2024 e agosto de 2025 .....	28
<b>Tabela 3</b> - Valores médios dos parâmetros abióticos e do volume relativo de predadores nas 14 poças amostradas na REBio de Saltinho .....	29
<b>Tabela 4</b> - Valores do coeficiente de regressão (pseudo- $R^2$ ) obtidos a partir dos modelos de regressão logística .....	30
<b>Tabela 5</b> - Resultados da ANOVA de Procrustes para o tamanho do centróide e a forma de girinos de <i>Leptodactylus natalensis</i> .....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
3.1 ECOLOGIA DE GIRINOS EM FLORESTAS TROPICAIS .....	15
3.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DE GIRINOS.....	15
3.3 INFLUÊNCIA DE PREDADORES E PLASTICIDADE MORFOLÓGICA.....	16
3.4 MORFOMETRIA E VARIAÇÃO DE FORMA EM GIRINOS.....	16
3.5 ECOLOGIA E MORFOLOGIA DE LEPTODACTYLUS NATALENSIS.....	17
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	19
4.2 PARÂMETROS DAS POÇAS TEMPORÁRIAS.....	22
4.3 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE GIRINOS E PREDADORES .....	24
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA EXTERNA DOS GIRINOS.....	25
4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
5.1 ANÁLISE DE MODELOS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA .....	29
5.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA .....	32
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A ordem Anura é composta por anfíbios popularmente conhecidos como sapos, rãs e pererecas, caracterizados por apresentarem duas fases de vida morfológica e ecologicamente muito distintas: uma fase larval aquática e uma fase adulta predominantemente terrestre (WELLS, 2007). Este grupo abrange atualmente 7.892 espécies distribuídas em todo o mundo (FROST, 2025).

A maioria dos anuros apresenta fecundação externa e desenvolvimento embrionário indireto, o qual inclui uma fase larval aquática, conhecida como girino, que posteriormente passa por um processo de metamorfose até atingir a forma adulta (WELLS, 2007). Ao longo de seu crescimento, os girinos são altamente vulneráveis à predação e a variações nas propriedades físico-químicas do ambiente aquático (ROME, STEVENS & JOHN-ALDER, 1992). Dessa forma, a ocorrência e abundância desses organismos são influenciadas, em escala local, pela composição da comunidade de predadores, bem como pelas características abióticas e estruturais dos corpos d'água e de seu entorno (ROSSA-FERES & JIM, 1996; ETEROVICK & FERNANDES, 2002; HALVERSON et al., 2003; PELTZER & LAJMANOVICH, 2004; STRAUß et al., 2010; BOTH et al., 2011).

Em florestas tropicais como a Mata Atlântica, os girinos ocupam uma ampla gama de habitats aquáticos. O hidroperíodo, a profundidade, o tipo de substrato e a heterogeneidade ambiental são fatores determinantes para a sobrevivência, desenvolvimento e composição das assembleias de girinos. Nesse contexto, poças temporárias tendem a abrigar uma maior riqueza de espécies durante o período chuvoso, enquanto poças permanentes sustentam assembleias mais tolerantes à competição e à predação ao longo do ano (VASCONCELOS et al., 2011; JÚNIOR & ROCHA, 2013).

Além de determinar a presença e distribuição dos girinos, os fatores ambientais locais, em conjunto com a pressão de predação, podem induzir alterações em sua morfologia. A presença de predadores, em particular, é um dos principais indutores de mudanças morfológicas defensivas, como corpos mais robustos e caudas mais profundas, que aumentam a probabilidade de sobrevivência ao alterar a dinâmica de interação predador-presa (RELYEA, 2001; TOUCHON & WARKENTIN, 2008; MICHEL, 2012). No entanto, estudos de campo que integrem a influência de

predadores e variáveis ambientais na morfologia de girinos ainda são escassos para ambientes de Mata Atlântica (XAVIER JORDANI et al., 2019).

Dentre as espécies da Mata Atlântica, *Leptodactylus natalensis* LUTZ, 1930 destaca-se como um modelo ideal para investigar essas questões. Endêmica do Brasil e com ampla distribuição ao longo da faixa litorânea da costa leste brasileira, desde o Maranhão até o Rio de Janeiro (LEITE JUNIOR et al., 2008), esta espécie habita poças temporárias e permanentes em áreas florestadas.

Neste estudo, investigo a influência conjunta de variáveis ambientais e da comunidade de predadores sobre a ocorrência e a variabilidade da morfologia externa de girinos de *L. natalensis* em um pequeno remanescente de Mata Atlântica no litoral sul do Estado de Pernambuco, no nordeste do Brasil.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo geral investigar os fatores ambientais que determinam a ocorrência de girinos de *Leptodactylus natalensis* em poças temporárias em uma floresta de Mata Atlântica, bem como analisar como esses fatores e a presença de predadores podem estar associados à variação morfológica nos girinos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se propriedades físico-químicas da água influenciam a ocorrência de *Leptodactylus natalensis* em poças temporárias;
- Verificar se há diferenciação morfométrica entre girinos de poças distintas em função dessas variáveis ambientais e da pressão de predação.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ECOLOGIA DE GIRINOS EM FLORESTAS TROPICAIS

Os girinos desempenham papéis ecológicos fundamentais nos ecossistemas de água doce, atuando na ciclagem de nutrientes, no controle de algas e como elo essencial das cadeias tróficas (MCDIARMID & ALTIG, 1999). Em florestas tropicais, a diversidade de corpos d'água proporciona uma ampla gama de microhabitats, o que influencia diretamente a distribuição, o comportamento e a sobrevivência dessas larvas de anuros (DE MELO, GAREY & DE ROSSA-FERES, 2018).

As florestas tropicais apresentam uma grande variedade de habitats aquáticos e terrestres que sustentam ciclos ecológicos complexos (GOLDSMITH, 2012). Para os girinos, essa diversidade ambiental se traduz em uma ampla gama de opções de abrigo, alimentação e condições adequadas para o desenvolvimento. Esses ambientes também exibem elevada heterogeneidade estrutural e microclimática, favorecendo a coexistência de inúmeras espécies e mantendo processos ecológicos essenciais, como o equilíbrio das cadeias tróficas (KRICHER, 2011; NASH et al., 2023).

#### 3.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DE GIRINOS

Características do corpo d'água como suas dimensões, a presença de vegetação na margem, o regime hidrológico (fluxo e volume), heterogeneidade de microhabitats, concentração de oxigênio dissolvido e condutividade, atuam como filtros ecológicos em múltiplas escalas e têm efeitos distintos na sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de assembleias de girinos. Em ecossistemas tropicais, onde a diversidade de anuros é elevada, a interação desses fatores gera padrões complexos de distribuição espacial e temporal das larvas, sendo a heterogeneidade do habitat e a sazonalidade determinantes primários na estruturação das assembleias (BORGES JÚNIOR & ROCHA, 2013).



Além disso, parâmetros físico-químicos como o pH e a disponibilidade de oxigênio dissolvido exercem influência crítica sobre a fisiologia e o desenvolvimento larval (JUNG & JAGOE, 1995). Em relação ao pH, a acidificação do ambiente aquático está diretamente associada a anormalidades morfológicas, redução nas taxas de crescimento e sobrevivência, além da desregulação do balanço osmótico e iônico dos girinos (WIJETHUNGA, GREENLEES & SHINE, 2015; FARQUHARSON, WEPENER & SMIT, 2016). Já quanto ao nível de oxigênio dissolvido, ambientes hipóxicos podem afetar negativamente o metabolismo, a atividade locomotora e o comportamento antipredatório das larvas (MCINTYRE & MCCOLLUM, 2000).

### *3.3 INFLUÊNCIA DE PREDADORES E PLASTICIDADE MORFOLÓGICA*

Durante a fase larval, os anuros são altamente vulneráveis à predação, sendo consumidos por uma ampla variedade de organismos aquáticos e semiaquáticos, como insetos, peixes, répteis e aves. A intensa pressão de predação atua como um dos principais fatores seletivos na evolução de diferentes estratégias defensivas, que podem incluir tanto mecanismos de evasão e camuflagem quanto respostas morfológicas e comportamentais adaptativas, como a modificação na forma do corpo e da cauda em presença de predadores (BRODIE JR., FORMANOWICZ JR & BRODIE III, 1991; GÓMEZ & KEHR, 2011).

Estudos realizados em ambientes tropicais brasileiros evidenciam que variações no tipo de habitat e na presença de predadores resultam em alterações consistentes na morfologia larval, refletindo estratégias adaptativas para maximizar a sobrevivência (MARQUES, RATTIS & NOMURA, 2019).

### *3.4 MORFOMETRIA E VARIAÇÃO DE FORMA EM GIRINOS*

A análise morfométrica de girinos fornece informações essenciais sobre como fatores ecológicos e funcionais moldam a diversidade de formas larvais entre espécies de anuros, onde diferentes guildas ecológicas apresentam variações morfológicas consistentes que refletem adaptações ao tipo de microhabitat ocupado (CANDIOTI,

2006). Métodos de morfometria geométrica têm se mostrado altamente eficazes para detectar variações sutis na forma corporal de girinos, inclusive em estágios iniciais de desenvolvimento, superando limitações das medidas tradicionais (ILIC et al., 2019).

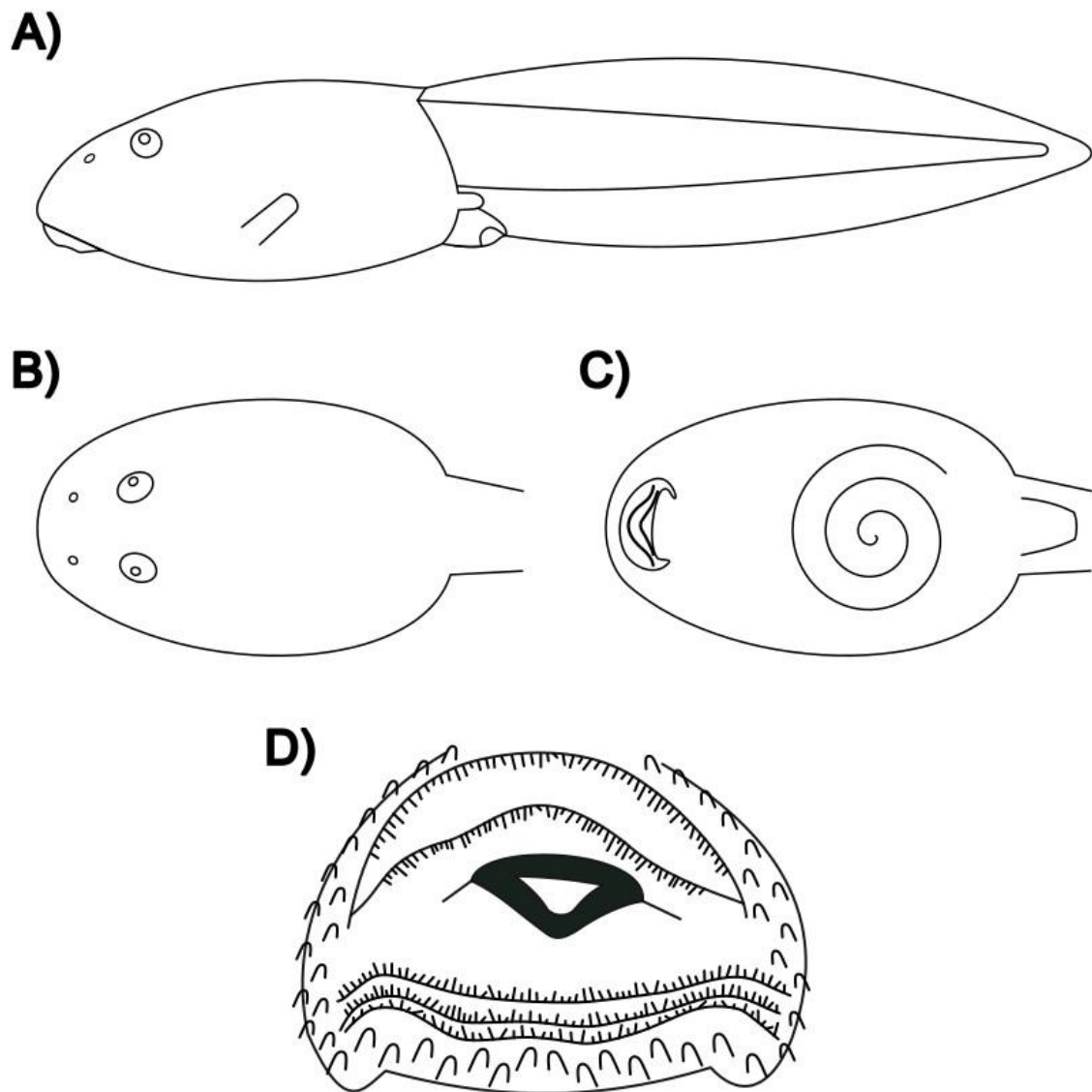
Girinos de ambientes lóticos, ambientes caracterizados por um fluxo constante e unidirecional da água, frequentemente exibem corpos mais deprimidos e caudas proporcionalmente maiores para estabilidade em correntes, enquanto os de ambientes lênticos, locais onde a água é parada ou tem um fluxo muito lento, possuem corpos altos e caudas arredondadas para maior manobrabilidade em águas paradas (DAS NEVES-DA-SILVA et al., 2023).

Girinos nectônicos podem exibir maior plasticidade morfológica em resposta à heterogeneidade ambiental, visto que exploram ativamente a coluna d'água, enquanto girinos bentônicos recorrem prioritariamente à seleção de microhabitat adequados no fundo, sem modificação de sua morfologia externa (MARQUES, RATTIS & NOMURA, 2019).

### 3.5 ECOLOGIA E MORFOLOGIA DE *LEPTODACTYLUS NATALENSIS*

*Leptodactylus natalensis* LUTZ, 1930 (Anura, Leptodactylidae) é uma espécie endêmica do Brasil, distribuída na Mata Atlântica, com registros abrangendo desde o Maranhão ao Rio de Janeiro (FROST, 2025). Os girinos são exotróficos, bentônicos e detritívoros, alimentando-se de material orgânico depositado no fundo de ambientes lênticos, onde permanecem até a metamorfose, podendo haver cuidado parental pelas fêmeas - comportamento que aumenta as taxas de sobrevivência (DE A. PRADO, UETANABARO & HADDAD, 2002; SANTOS & AMORIM, 2006).

Morfologicamente, as larvas têm corpo elíptico em vista dorsal e ventral, deprimido e triangular em perfil lateral, com olhos localizados dorsalmente e direcionados dorsolateralmente. O disco oral é arredondado, com duas dobras ventrolaterais e uma fileira de papilas marginais que se estende pela maior parte da porção dorsal do lábio superior, tornando-se dupla nas regiões laterais e no lábio inferior (Figura 1) (DUBEUX et al., 2020).



**Figura 1** - Morfologia larval de *Leptodactylus natalensis* LUTZ, 1930. Vista lateral (A), dorsal (B) e ventral (C), evidenciando o corpo elíptico e deprimido, olhos posicionados dorsalmente e direcionados dorsolateralmente. Detalhe do disco oral (D), mostrando o formato arredondado, as dobras ventrolaterais e a disposição das papilas marginais.

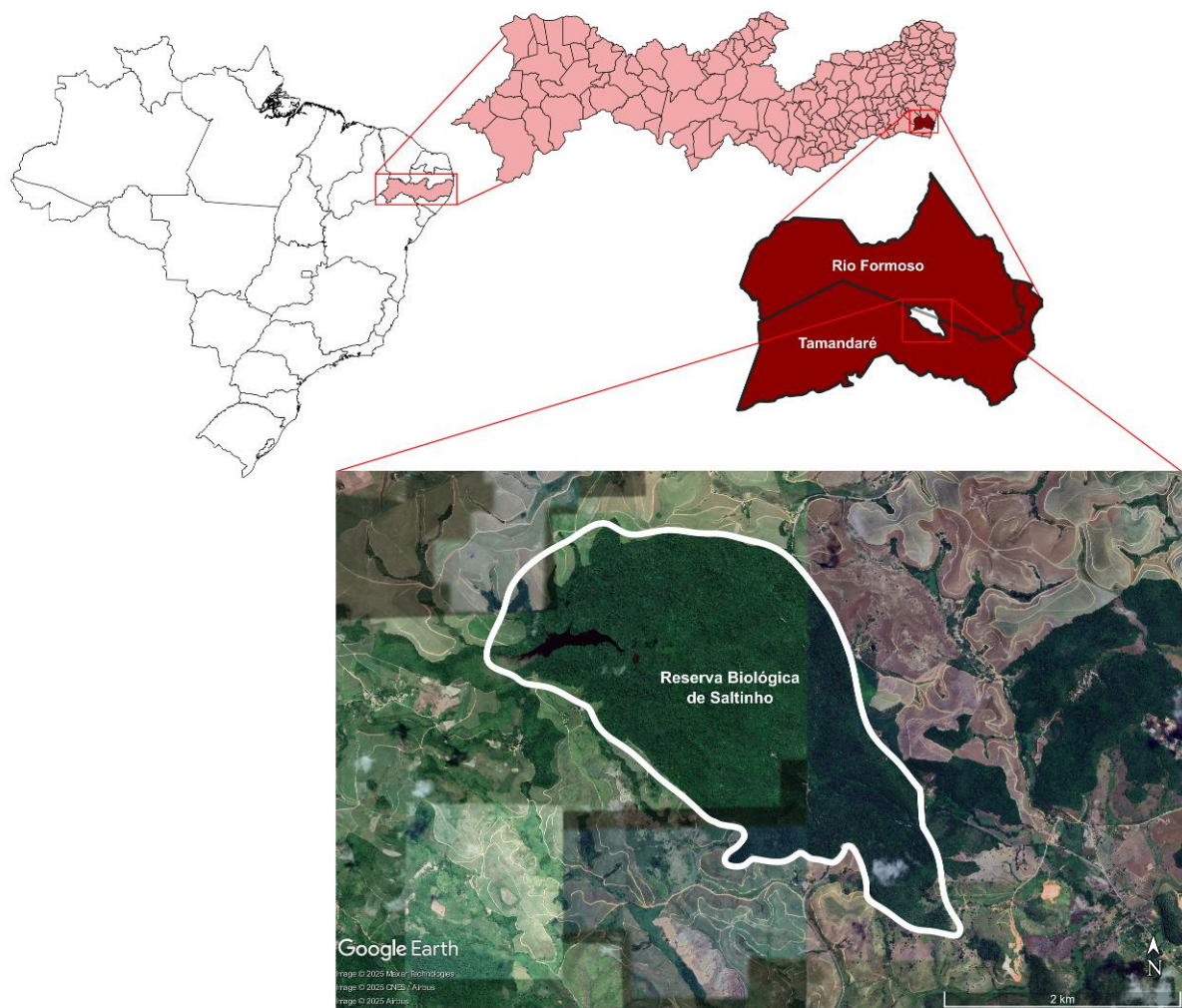
**Fonte:** Elaborada pela própria autora.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

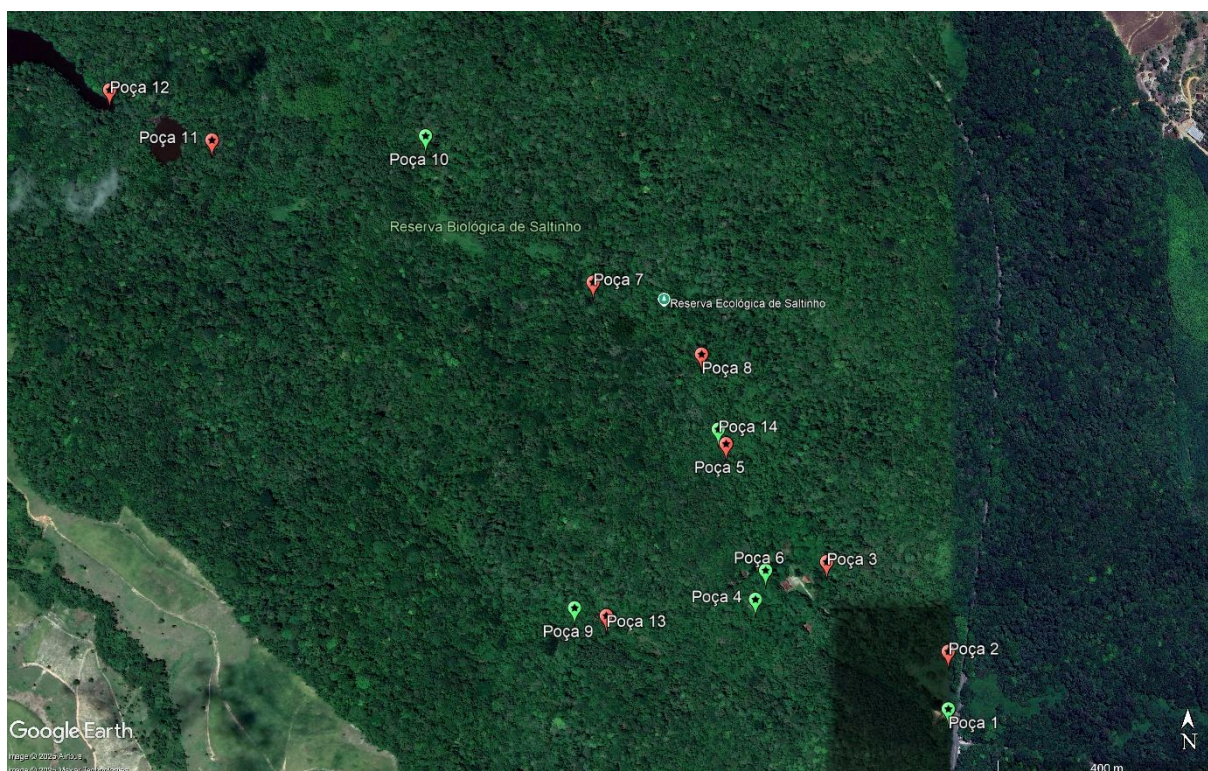
As coletas foram realizadas na Reserva Biológica de Saltinho (REBio de Saltinho) (08° 43' 33.23" S, 35° 10' 45.01" W), localizada entre os municípios de Tamandaré e Rio Formoso, no litoral Sul de Pernambuco (Figura 2). Entre setembro de 2024 e agosto de 2025, foram conduzidas sete expedições à Reserva, abrangendo as estações seca e chuvosa. Na primeira expedição, foram selecionadas 14 poças naturais, temporárias e permanentes, para monitoramento e coleta de dados (Figura 3).

O clima da região é tropical úmido, com variações marcantes no regime pluviométrico entre os anos de 2024 e 2025 (Tabela 1). De acordo com dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a precipitação concentrou-se principalmente entre os meses de fevereiro e agosto, caracterizando a estação chuvosa. Já o período seco estendeu-se de setembro a dezembro.



**Figura 2** - Localização da REBio de Saltinho. O mapa mostra, em destaque, o estado de Pernambuco em relação ao território brasileiro, os municípios de Tamandaré e Rio Formoso (em vermelho escuro) e, na imagem inferior, o limite da REBio de Saltinho (contorno branco). **Fonte:** Elaborada pela própria autora.





**Figura 3** - Localização das poças amostradas na REBio de Saltinho, indicando a ocorrência de *Leptodactylus natalensis*. Os marcadores em verde representam poças com presença da espécie e os em vermelho, poças onde não houve registro. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

**Tabela 1** - Precipitação média mensal (mm) no município de Tamandaré, PE, durante os anos de 2024 e 2025. Dados obtidos da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). **Fonte:** Tabela elaborada pela autora com base nos dados da APAC.

Precipitação média mensal (mm)	Tamandaré/2024	Tamandaré/2025
Janeiro	56,7	387,3
Fevereiro	191,0	150,4
Março	247,0	129,1
Abril	112,9	130,0
Mai	274,7	535,1
Junho	766,0	297,7
Julho	211,3	297,7
Agosto	81,4	388,2
Setembro	34,3	104,2
Outubro	23,8	38,1
Novembro	17,9	-
Dezembro	62,3	-

#### 4.2 PARÂMETROS DAS POÇAS TEMPORÁRIAS

Em cada poça, a cada visita à REBio de Saltinho, foram mensurados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e turbidez. O pH foi medido com um medidor digital tipo caneta PH-220 (Incoterm; faixa de medição de 0,01 a 14,0), o oxigênio dissolvido e a temperatura foram medidos com uma sonda multiparâmetro AKSO AK87v2 com sensores específicos, e a turbidez foi avaliada utilizando um disco de Secchi.

Além disso, o volume das poças foi estimado a partir das medidas máximas de comprimento, largura e profundidade, obtidas com fita métrica, calculando-se o produto entre esses valores (Figura 4). Adicionalmente, registrou-se o hidroperíodo, baseado na presença ou ausência de água durante as sete campanhas de coleta, e a abertura do dossel acima de cada poça, determinada a partir de fotografias com lente olho de peixe, tiradas em quatro pontos ao redor da poça, a 1,5 m acima da superfície da água. A análise referente à abertura do dossel foi conduzida no *software* R versão 4.5.0. (R CORE TEAM, 2025). Nessa etapa, cada imagem teve seus pixels binarizados, onde valores iguais a 0 representaram áreas sem cobertura vegetal (abertas) e valores iguais a 1 representaram áreas com vegetação. A partir disso, o programa contabilizou a proporção de pixels correspondentes à abertura do dossel (valores 0), gerando um valor percentual que foi utilizado nas análises posteriores.





**Figura 4** - Esquema ilustrativo do método utilizado para estimar o volume das poças na REBio de Saltinho. O volume foi calculado a partir do produto entre as medidas máximas de comprimento (MC), largura (ML) e profundidade (MP), obtidas com fita métrica. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.



#### 4.3 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE GIRINOS E PREDADORES

Os girinos foram coletados manualmente com o auxílio de peneiras de malha fina (1 mm) com 17 x 17 mm de área, durante um esforço padronizado de cinco minutos por poça. Os girinos capturados foram armazenados em potes com água do próprio ambiente de coleta. Após a coleta, os girinos foram anestesiados e eutanasiados com aproximadamente 1 mg de lidocaína tópica na água e, posteriormente fixados em formol a 10% e armazenados para as análises no Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Após a conclusão das análises, os girinos foram depositados na Coleção Herpetológica da UFPE, sob os números de tombamento CHUFPE 2547-2555.

A identificação dos espécimes seguiu a chave proposta por Dubeux et al. (2020) para girinos da Mata Atlântica do Centro de Endemismo de Pernambuco, e para a caracterização dos estágios de desenvolvimento, utilizou-se a tabela de Gosner (1960). A partir dos girinos coletados, foram selecionados até vinte indivíduos de *Leptodactylus natalensis*, por poça, para análises morfométricas (Figura 5).

Para a coleta dos predadores, utilizou-se a mesma metodologia empregada para os girinos. Os predadores foram armazenados em potes com água do ambiente de coleta e após a coleta, foram eutanasiados por resfriamento, fixados em solução de álcool 70% e armazenados para posterior análise. A identificação taxonômica foi realizada até o nível de família, seguindo a literatura especializada para os grupos coletados (MOREIRA et al., 2010).

Todas as atividades de campo e laboratório foram realizadas de acordo com procedimentos aprovados pela licença de atividade de pesquisa RAN/ICMBio-SISBIO nº 92365-2.



**Figura 5** - Girino de *Leptodactylus natalensis*, em vista lateral, utilizado nas análises morfométricas. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

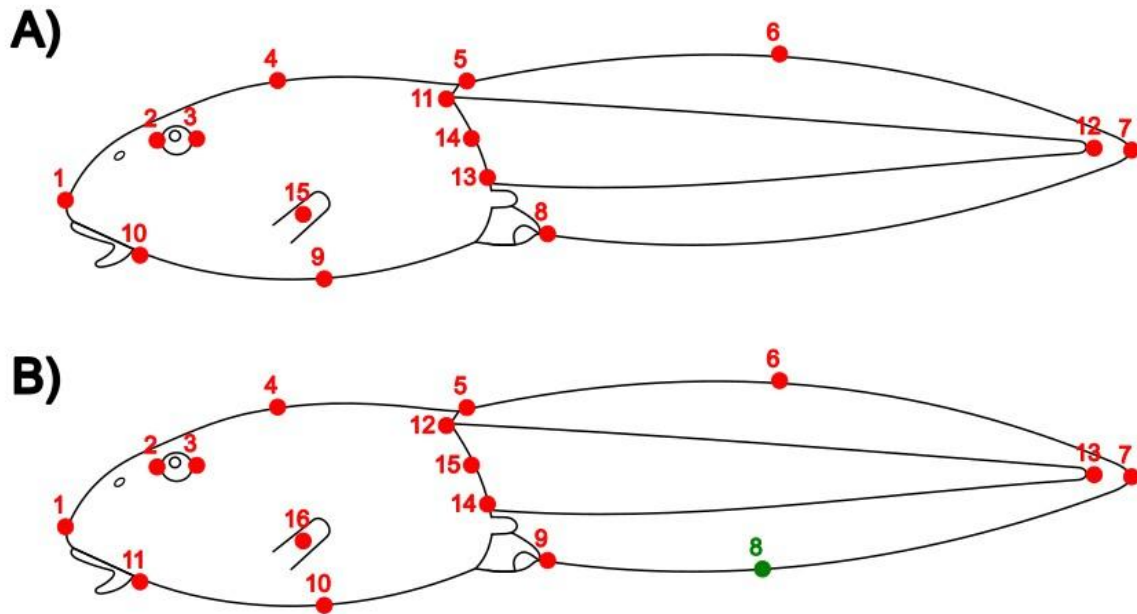
#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA EXTERNA DOS GIRINOS

Para as análises morfométricas, foram utilizados indivíduos nos estágios de desenvolvimento de Gosner de 25 a 28, os quais correspondem às fases mais comuns observadas nas poças e apresentam baixa variação morfológica. Nesse intervalo de desenvolvimento ocorre apenas o crescimento do membro posterior, sem alterações significativas na morfologia do corpo ou da cauda.

As medidas morfométricas seguiram as propostas por Acosta & Candiotti (2017), com o acréscimo de um marco anatômico (8) para representar a altura máxima da nadadeira ventral (Figura 6). Os girinos foram fotografados com auxílio de uma lupa estereoscópica acoplada com câmera, utilizando o *software* ZEISS ZEN Lite (versão 3.7). A criação dos arquivos necessários para a análise morfométrica foi realizada no programa TpsUtil (versão 1.74), e a marcação dos marcos anatômicos foi efetuada no TpsDig2 (versão 2.30) (ROHLF, 2015).

Para identificar os principais eixos de variação na forma dos espécimes, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) no *software* MorphoJ (KLINGENBERG, 2011), permitindo visualizar os padrões predominantes de variação morfológica. O primeiro componente principal (PC1) representa a maior parte da variação total, enquanto o segundo componente (PC2) descreve a maior parte da variação remanescente, sendo ortogonal ao primeiro (NETO, 1995).

A diferenciação morfométrica entre girinos provenientes de poças distintas foi avaliada graficamente, observando a distribuição dos indivíduos nos eixos PC1 e PC2 e a formação de agrupamentos (*clusters*) associados a diferentes poças.



**Figura 6** - Representação esquemática dos marcos anatômicos empregados nas análises morfométricas de girinos de *Leptodactylus natalensis*. A) Posição dos marcos anatômicos segundo Acosta & Candiotti (2017). B) Versão adaptada utilizada neste estudo, incluindo o marco anatômico adicional (8), correspondente à máxima curvatura da nadadeira ventral. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

#### 4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para investigar se as propriedades físico-químicas da água, a abertura do dossel, o hidroperíodo ou a abundância de predadores influenciam a ocorrência de *Leptodactylus natalensis* entre as poças amostradas, foram ajustados modelos de regressão logística.

Em cada modelo, as variáveis ambientais foram consideradas variáveis independentes, e a ocorrência ou ausência da espécie em cada poça foi a variável dependente binária. A presença da espécie foi definida pela ocorrência de girinos em ao menos uma das sete campanhas de coleta.

Para a análise, foram utilizados os valores médios das variáveis físico-químicas obtidos ao longo das expedições. Visando atender aos pressupostos de normalidade dos modelos estatísticos, as variáveis contínuas volume da poça e turbidez foram transformadas por  $\log_{10}(x + 1)$  no *software* R versão 4.5.0. (R CORE TEAM, 2025). Esta transformação logarítmica permite reduzir a assimetria na distribuição dos dados e estabilizar a variância, melhorando a adequação dos dados às premissas dos testes paramétricos. As análises de regressão logística foram realizadas no *software* PAST - Palaeontological Statistics (versão 5.3) (HAMMER & HARPER, 2001).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das sete expedições de coleta, que abrangeram períodos das estações seca e chuvosa, girinos de *Leptodactylus natalensis* foram registrados em seis poças distintas, distribuídas entre duas campanhas na estação seca e duas na estação chuvosa. Foram selecionados até vinte indivíduos por poça para posterior análise, porém cinco deles foram excluídos por apresentarem predação parcial ou total das nadadeiras ou deslocamento das mesmas, o que inviabilizou a marcação dos marcos anatômicos. No total, foram coletados 234 indivíduos entre os estágios 25 e 28 de Gosner, dos quais 88 foram utilizados nas análises morfométricas (Tabela 2).

Os valores médios dos parâmetros abióticos das 14 poças amostradas, juntamente com o volume relativo de predadores e a ocorrência da espécie, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 2** - Quantidade de girinos de *Leptodactylus natalensis* (estágios 25 - 28 de Gosner) encontrados em diferentes poças da REBio de Saltinho, entre setembro de 2024 e agosto de 2025. Os valores são apresentados em relação à precipitação média mensal no período. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

Expedição	Mês de coleta	Precipitação média (mm)	Poça	Nº indivíduos (Estágios 25-28)
1	Setembro/24	34,3	4	9
1	Setembro/24	34,3	10	71
1	Setembro/24	34,3	12	15
3	Fevereiro/25	150,4	14	5
4	Abril/25	130,0	14	3
7	Agosto/25	388,2	1	110
7	Agosto/25	388,2	4	6
7	Agosto/25	388,2	9	15
<b>Total:</b>				<b>234</b>
<b>Total analisado:</b>				<b>88</b>

**Tabela 3** - Valores médios dos parâmetros abióticos e do volume relativo de predadores nas 14 poças amostradas na REBio de Saltinho. Tabela acompanhada da presença (1) ou ausência (0) de *Leptodactylus natalensis*. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

Poça	pH	O <sup>2</sup> dissolvido	Turbidez (log10)	Hidroperíodo	Volume poça (m <sup>3</sup> ) (log10)	Abertura dossel (%)	Predadores (ml)	Ocorrência <i>L. natalensis</i>
1	7,43	2,98	1,096910013	0,85	1,908062583	4,84	0,0857	1
2	7,35	3,47	0,56427143	0,71	0,45331834	18,3	0	0
3	8,46	4,95	0,929418926	0,57	-0,283162277	25,91	0,0286	0
4	6,72	2,6	0,574031268	0,57	0,820201459	12,771845	0,5143	1
5	6,78	3,1	0,84509804	0,43	-0,142667504	0	0,0286	0
6	6,79	3,4	0,544068044	0,57	1,046885191	17,17	0,1428	0
7	7,15	3,5	0,301029996	0,57	1,050089614	11,84	0,0143	0
8	7,57	3,95	0,653212514	0,57	0,707995746	14,9	0,7429	0
9	5,91	2,975	0,812913357	0,28	0,54555797	0	0	1
10	6,24	3,7	1,477121255	0,14	1,485721426	14,76	0,2143	1
11	9,44	4,43	0,425968732	0,71	-0,216406061	0	0,1428	0
12	9,06	5,18	1,164352856	1	5,533476649	48,08	0,5714	1
13	7,01	3,78	1,243038049	0,85	0,607723024	9,19	0	0
14	6,75	2,95	0,84509804	0,57	-0,602059991	5,1	0,3571	1

## 5.1 ANÁLISE DE MODELOS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA

Para identificar os fatores ecológicos associados à ocorrência de girinos de *Leptodactylus natalensis*, foram ajustados modelos de regressão logística. Os valores de pseudo-R<sup>2</sup> (Tabela 4) revelaram que o oxigênio dissolvido (0,4643) e o pH (0,3095) foram as variáveis com maior poder explicativo, seguidas pelo hidroperíodo (0,1799) e pelo volume de predadores (0,1178), que tiveram menor influência. Por outro lado, volume da poça (0,0757), abertura do dossel (0,0303) e turbidez (0,0019) não se mostraram relevantes na determinação da ocorrência da espécie.

**Tabela 4** - Valores do coeficiente de regressão (pseudo- $R^2$ ) obtidos a partir dos modelos de regressão logística. Os modelos relacionam variáveis ambientais à ocorrência de girinos de *Leptodactylus natalensis* na REBio de Saltinho. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

Valor pseudo- $R^2$	<i>Leptodactylus natalensis</i>
pH	0,3095
O <sup>2</sup> dissolvido	0,4643
Turbidez (log10)	0,0019
Hidroperíodo	0,1799
Volume poça (m <sup>3</sup> ) (log10)	0,0757
Abertura dossel (%)	0,0303
Predadores (ml)	0,1178

Os modelos de regressão logística (Gráfico 1) indicaram que a ocorrência de *L. natalensis* está fortemente associada a condições específicas de pH e oxigênio dissolvido. A probabilidade de ocorrência foi maior em poças com pH próximo ao neutro ou levemente ácido, com declínio acentuado a partir de valores superiores a 6,5 (Gráfico 1A), indicando preferência por ambientes com tendência ácida, comuns em poças temporárias com acúmulo de matéria orgânica.

Quanto ao oxigênio dissolvido, observou-se tendência negativa (Gráfico 1B), com maior ocorrência em poças pouco oxigenadas ( $\approx 2,5$ - $3,5$  mg/L) e redução drástica em concentrações acima de 4 mg/L. Essa condição de baixa oxigenação está frequentemente associada a ambientes rasos e com decomposição ativa de matéria orgânica, típica de poças efêmeras, onde a pressão de predação tende a ser menor.

O hidroperíodo esteve moderadamente relacionado à ocorrência de girinos de *L. natalensis*, com tendência a uma menor probabilidade de ocorrência da espécie em poças permanentes ou quase permanentes, a despeito de um ajuste fraco a um modelo logístico (Gráfico 1C). Se confirmado, padrão estaria em acordo com uma possível associação da espécie a corpos d'água temporários, que oferecem menor risco de predação e competição. Poças permanentes são relativamente raras na

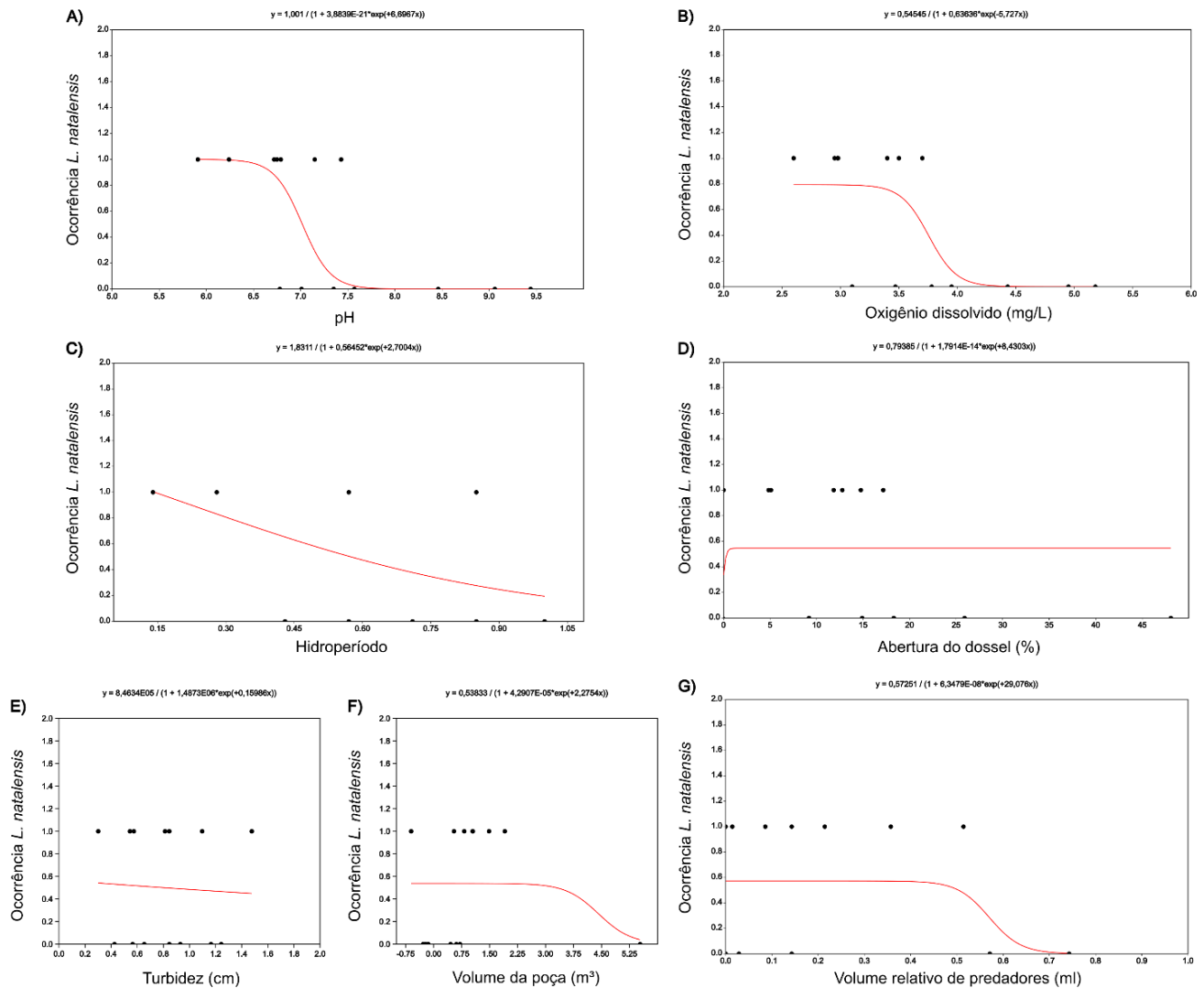
REBio de Saltinho, dificultando a confirmação deste padrão a partir da inclusão de um número maior de amostras destes ambientes em estudos futuros.

Em contrapartida, a abertura do dossel (Gráfico 1D) não apresentou efeito expressivo, sugerindo que *L. natalensis* possui plasticidade em relação à luminosidade do habitat. A turbidez e volume da poça também não se mostraram preditores fortes da ocorrência de girinos da espécie em poças (Gráficos 1E e 1F).

Por fim, observou-se uma forte relação negativa entre a ocorrência de *L. natalensis* e o volume de predadores (Gráfico 1G). A espécie apresentou alta frequência em poças com baixa abundância de predadores, mas sua presença caiu drasticamente quando o volume relativo ultrapassou 0,5 ml. Esse padrão sugere que a predação constitui um fator limitante importante, refletindo tanto a vulnerabilidade das larvas quanto possíveis estratégias de seleção de sítios reprodutivos com menor risco de predação.

De modo geral, os resultados indicam que a fase larval de *Leptodactylus natalensis* está associada a ambientes temporários, rasos, pouco oxigenados e com baixa abundância de predadores, condições essas típicas de ambientes efêmeros. Esses achados corroboram com observações sobre o gênero *Leptodactylus*, cujas espécies geralmente habitam poças temporárias e apresentam desenvolvimento larval rápido, uma adaptação para escapar da seca das poças (VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005). Além disso, o comportamento de construção de ninhos de espuma, observado em outras espécies do gênero (DOWNIE, 1989), atua como uma estratégia adicional de proteção dos ovos e girinos recém-eclodidos contra a dessecação e a predação, permitindo que o desenvolvimento inicial ocorra em um microambiente protegido antes da liberação nas poças temporárias.





**Gráfico 1** - Relações entre a ocorrência de *Leptodactylus natalensis* e variáveis ambientais e bióticas das poças amostradas na REBio de Saltinho. A) pH; B) Oxigênio dissolvido (mg/L); C) Hidroperíodo; D) Abertura do dossel (%); E) Turbidez (cm); F) Volume da poça (m³); G) Volume relativo de predadores (ml). Os pontos pretos representam os valores observados e as linhas vermelhas indicam os ajustes dos modelos logísticos. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

## 5.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

A análise gráfica da distribuição dos girinos de *Leptodactylus natalensis* ao longo dos componentes principais (PC1 e PC2) revelou padrões de variação morfométrica bastante distintos entre as poças amostradas. Enquanto em algumas

poças os girinos de *L. natalensis* mantiveram uma morfologia muito similar (por exemplo, poças 01, 12 e 14 - Gráfico 2), em outras poças, os girinos tiveram grande variação morfométrica, com grande dispersão no espaço formado pelos componentes principais (por exemplo, poças 04, 09 e 10). Em geral, houve sobreposição morfométrica dos girinos das diferentes poças analisadas (Gráfico 2). Entretanto, a ANOVA de Procrustes apontou a existência de diferenças morfométricas estatisticamente significativas entre os girinos de diferentes poças, mais fortemente influenciada pela distância do centróide, que tem relação com o tamanho dos girinos (Tabela 5), mas também significativa em relação à forma dos girinos, inferida a partir dos componentes principais baseados nos *landmarks*. Este resultado foi provavelmente influenciado pela distinção morfométrica clara entre os girinos das poças 01 e 12 e poça 14, que não se sobrepõem no espaço morfométrico e onde a variação morfométrica entre girinos da mesma poça foi bastante baixa. A ausência de agrupamentos distintos na Análise de Componentes Principais (PCA) indica que tais diferenças são sutis e ocorrem dentro de um padrão morfológico comum à espécie.

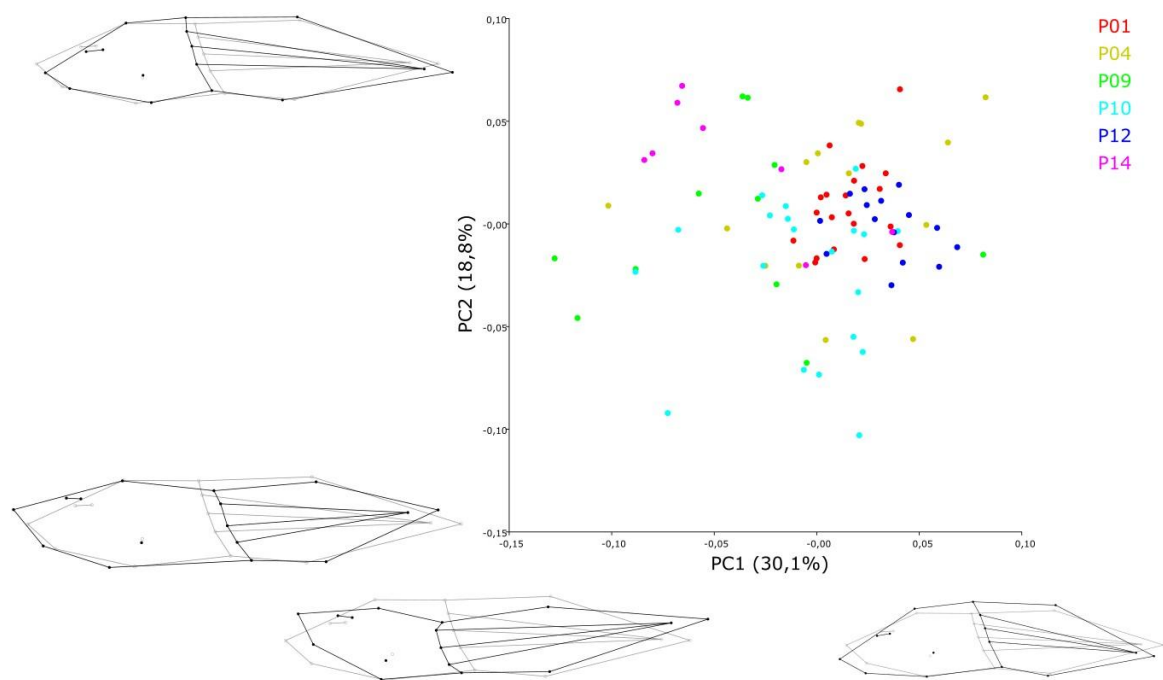
O *wireframe* associado ao PC1 (30,1% da variação total - Gráfico 2) evidencia alterações na largura do corpo e da cabeça, além de variações no comprimento e na altura da cauda. O lado negativo do eixo representa girinos com corpo e cabeça mais alongados e estreitos, cauda mais delgada e contorno corporal hidrodinâmico, possivelmente favorecendo maior velocidade de natação e eficiência na fuga de predadores. Em contraste, o lado positivo indica indivíduos com corpo mais robusto e compacto, cabeça proporcionalmente mais alta e cauda mais curta e larga, com nadadeira dorsal mais elevada, morfotipo típico de ambientes rasos e estáveis, nos quais a robustez contribui para a estabilidade corporal e o deslocamento controlado.

O *wireframe* correspondente ao PC2 (18,8% da variação total - Gráfico 2), destaca variações na orientação e proporção da nadadeira, refletindo ajustes entre a forma do corpo e o modo de natação. O lado negativo do eixo mostra girinos com cauda mais curta e inclinada, e nadadeira ventral mais proeminente, sugerindo adaptação ao nado próximo ao substrato. Já o lado positivo apresenta cauda mais retilínea e alinhada ao eixo corporal, além de focinho ligeiramente inclinado para baixo, indicando morfologia mais aerodinâmica, possivelmente vantajosa para nado sustentado em coluna d'água.

De forma geral, a PCA demonstra que a morfologia larval de *L. natalensis* varia de forma contínua e gradual entre poças, com algumas poças contendo girinos com grande variação morfométrica, e outras poças contendo girinos com morfologia muito similar. Esse padrão é coerente com um cenário de plasticidade morfológica intraespecífica, frequentemente observada em anuros generalistas que ocupam poças temporárias, onde a seleção favorece formas versáteis e adaptáveis a diferentes condições ambientais (NEWMAN, 1992). Outra possibilidade é que a variação morfométrica dos girinos de *L. natalensis* seja influenciada por componentes genéticos. Assim, poças que apresentaram maior variação morfométrica entre girinos podem conter indivíduos oriundos de diferentes desovas, enquanto poças com girinos morfologicamente muito semelhantes poderiam refletir a presença de indivíduos pertencentes à mesma desova. Estudos futuros que incorporem um número maior de informações morfométricas (por exemplo, com a utilização de *semilandmarks*) e dados genéticos poderão ser úteis para confirmar essa hipótese.

**Tabela 5** - Resultados da ANOVA de Procrustes para o tamanho do centróide e a forma de girinos de *Leptodactylus natalensis*. Amostras provenientes de diferentes poças da REBio de Saltinho. **Fonte:** Elaborada pela própria autora.

Análise	Efeito	SS	MS	df	F	P (param.)	Pillai trace
Tamanho do centróide	Poça	5,523716	1,104743	5, 140	97,81	< 0,0001	—
	Resíduo	0,926167	0,011295	—	—	—	—
Forma (Procrustes ANOVA)	Poça	0,17338139	0,0012384385	5, 140	7,55	< 0,0001	3,94
	Resíduo	0,37664039	0,000164042	—	—	—	—



**Gráfico 2** - Análise de Componentes Principais da forma corporal de girinos de *Leptodactylus natalensis* provenientes de diferentes poças na REBio de Saltinho. O eixo PC1 explica 30,1% e o PC2 18,8% da variação total da forma. As cores representam indivíduos de diferentes poças (P01-P14). Os diagramas de deformação (*wireframes*) ilustram as principais variações morfológicas associadas a cada eixo.  
**Fonte:** Elaborada pela própria autora.

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a ocorrência de girinos de *Leptodactylus natalensis* na Reserva Biológica de Saltinho é determinada por um conjunto específico de fatores ambientais e bióticos, com destaque para as condições físico-químicas da água e a pressão de predação. A espécie mostrou clara preferência por poças temporárias com pH levemente ácido e baixa concentração de oxigênio dissolvido, características típicas de ambientes efêmeros com acúmulo de matéria orgânica em decomposição. A forte relação negativa com o volume de predadores reforça a hipótese de que a seleção de sítios reprodutivos com menor risco de predação é uma estratégia fundamental para esta espécie. A análise morfométrica revelou baixa diferenciação morfológica entre as populações das diferentes poças, indicando que *L. natalensis* mantém um padrão morfológico conservado, com variações contínuas associadas a ajustes ecológicos de pequena escala.

Nesse contexto, a Reserva Biológica de Saltinho cumpre um papel essencial na manutenção desses ambientes efêmeros e de sua fauna associada. Ao preservar áreas de Mata Atlântica que ainda abrigam poças temporárias, a REBio garante não apenas a sobrevivência de espécies como *L. natalensis*, mas também a continuidade de processos ecológicos fundamentais que dependem diretamente da integridade desses microhabitats.

Desta forma, o presente trabalho reforça a importância de poças temporárias como habitats críticos para a reprodução de *L. natalensis* e destaca a sensibilidade da espécie a alterações nas propriedades físico-químicas da água e na estrutura da comunidade de predadores. Além disso, destaca-se que estudos realizados diretamente em poças temporárias e em condições de campo ainda são relativamente escassos, o que torna estes resultados particularmente relevantes para a compreensão das dinâmicas ecológicas locais. Assim, os achados deste estudo contribuem de maneira significativa para estratégias de conservação em fragmentos da Mata Atlântica.

## 7. REFERÊNCIAS

ACOSTA, G. N. & CANDIOTI, F. V. Alometría y heterocronías durante el desarrollo temprano de cinco especies de *Hypsiboas* (Anura: Hylidae). **Cuadernos de Herpetologia**. 31(1):11-22, 2017.

BORGES JÚNIOR, Vitor Borges; ROCHA, Carlos Frederico. Tropical tadpole assemblages: which factors affect their structure and distribution?. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 217-228, 2013.

BOTH, Camila et al. What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands?. **Austral ecology**, v. 36, n. 5, p. 530-536, 2011.

BRODIE JR, E. D.; FORMANOWICZ JR, D. R.; BRODIE III, E. D. Predator avoidance and antipredator mechanisms: distinct pathways to survival. **Ethology Ecology & Evolution**, v. 3, n. 1, p. 73-77, 1991.

CANDIOTI, M. Ecomorphological guilds in anuran larvae: an application of geometric morphometric methods. **The Herpetological Journal**, v. 16, n. 2, p. 149-162, 2006.

DAS NEVES-DA-SILVA, Dener et al. Ecological guilds display different morphological traits in tadpoles inhabiting Neotropical streams. **South American Journal of Herpetology**, v. 28, n. 1, p. 47-54, 2023.

DE A. PRADO, Cynthia P.; UETANABARO, Masao; HADDAD, Célio FB. Description of a new reproductive mode in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), with a review of the reproductive specialization toward terrestriality in the genus. **Copeia**, v. 2002, n. 4, p. 1128-1133, 2002.

DE MELO, Lilian Sayuri Ouchi; GAREY, Michel Varajão; DE CERQUEIRA ROSSAFERES, Denise. Looking for a place: how are tadpoles distributed within tropical ponds and streams?. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 379-386, 2018.

DOWNIE, J. R. A new example of female parental behaviour in *Leptodactylus validus*, a frog of the leptodactylid 'melanonotus' species group. **Herpetological Journal**, v. 6, n. 1, p. 32-34, 1996.

DUBEUX, Marcos Jorge Matias et al. Morphological characterization and taxonomic key of tadpoles (Amphibia: Anura) from the northern region of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 2, p. e20180718, 2020.

ETEROVICK, Paula Cabral; FERNANDES, Geraldo Wilson. Why do breeding frogs colonize some puddles more than others. **Phyllomedusa**, v. 1, n. 1, p. 31-40, 2002.

FARQUHARSON, Charon; WEPENER, Victor; SMIT, Nico J. Acute and chronic effects of acidic pH on four subtropical frog species. **Water SA**, v. 42, n. 1, p. 52-62, 2016.

FROST, Darrel R. 2025. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (08 November 2025). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. **American Museum of Natural History**, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001

GOLDSMITH, Frank Barrie (Ed.). Tropical rain forest: a wider perspective. **Springer Science & Business Media**, 2012.

GÓMEZ, V. I., & KEHR, A. I. Morphological and developmental responses of anuran larvae (*Physalaemus albonotatus*) to chemical cues from the predators *Moenkhausia dichoroura* (Characiformes: Characidae) and *Belostoma elongatum* (Hemiptera: Belostomatidae), 2011.

GOSNER, Kenneth L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v. 16, n. 3, p. 183-190, 1960.

HALVERSON, M. A. et al. Forest mediated light regime linked to amphibian distribution and performance. **Oecologia**, v. 134, n. 3, p. 360-364, 2003.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David AT. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

ILIĆ, Marija et al. Geometric vs. traditional morphometric methods for exploring morphological variation of tadpoles at early developmental stages. **Amphibia-Reptilia**, v. 40, n. 4, p. 499-509, 2019.

JUNG, Robin E.; JAGOE, Charles H. Effects of low pH and aluminum on body size, swimming performance, and susceptibility to predation of green tree frog (*Hyla cinerea*) tadpoles. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, n. 12, p. 2171-2183, 1995.

KLINGENBERG, Christian Peter. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. **Molecular ecology resources**, v. 11, n. 2, p. 353-357, 2011.

KRICHER, John C. Tropical ecology. **Princeton University Press**, 2011.

LEITE JUNIOR, João Manoel A. Leite et al. *Leptodactylus natalensis* (Lutz, 1930) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae): first record from Maranhão state and new geographic distribution map. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 153-156, 2008.

LUTZ, Adolpho. Segunda memoria sobre especies brasileiras do genero *Leptodactylus*, incluindo outras aliadas. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 23, p. 1-34, 1930.

MARQUES, N. C. S.; RATTIS, L.; NOMURA, F. Local environmental conditions affecting anuran tadpoles' microhabitat choice and morphological adaptation. **Marine and Freshwater Research**, v. 70, n. 3, p. 395-401, 2019.

MCDIARMID, Roy W.; ALTIG, Ronald (Ed.). **Tadpoles: the biology of anuran larvae**. University of Chicago Press, 1999.



MCINTYRE, Peter B.; MCCOLLUM, S. Andy. Responses of bullfrog tadpoles to hypoxia and predators. **Oecologia**, v. 125, n. 2, p. 301-308, 2000.

MICHEL, Matt J. Phenotypic plasticity in complex environments: effects of structural complexity on predator-and competitor-induced phenotypes of tadpoles of the wood frog, *Rana sylvatica*. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 105, n. 4, p. 853-863, 2012.

MOREIRA, L. F. B. et al. Factors influencing anuran distribution in coastal dune wetlands in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 44, n. 23-24, p. 1493-1507, 2010.

NASH, Liam N. et al. Tropical and temperate differences in the trophic structure and aquatic prey use of riparian predators. **Ecology letters**, v. 26, n. 12, p. 2122-2134, 2023.

NETO, Pedro Rodrigues Peres. Introdução a análises morfométricas. **Oecologia Australis**, v. 2, p. 57-89, 1995.

NEWMAN, Robert A. Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis. **BioScience**, v. 42, n. 9, p. 671-678, 1992.

PELTZER, Paola M.; LAJMANOVICH, Rafael C. Anuran tadpole assemblages in riparian areas of the Middle Paraná River, Argentina. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 10, p. 1833-1842, 2004.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2025. <<https://www.R-project.org/>>.

RELYEA, Rick A. The relationship between predation risk and antipredator responses in larval anurans. **Ecology**, v. 82, n. 2, p. 541-554, 2001.

ROHLF, F. James. The tps series of software. **Hystrix**, v. 26, n. 1, p. 9-12, 2015.

ROME, L. C., STEVENS, E.D. & JOHN-ALDER, H.B. The influence of temperature and thermal acclimation on physiological function. In: Feder, M. E. & W.W. Burggren (eds), **Environmental Physiology of Amphibians**. University of Chicago Press, Chicago: 183–205, 1992.

ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Distribuição espacial em comunidades de girinos na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n. 2, p. 309-316, 1996.

SANTOS, E. M. DOS & AMORIM, F. O. DE. Cuidado parental em *Leptodactylus natalensis* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Iheringia. Série Zoologia*, 96(4), 491-494. doi:10.1590/s0073-47212006000400015, 2006.

STRAUß, Axel et al. The world's richest tadpole communities show functional redundancy and low functional diversity: ecological data on Madagascar's stream-dwelling amphibian larvae. **BMC ecology**, v. 10, n. 1, p. 12, 2010.

TOUCHON, Justin C.; WARKENTIN, Karen M. Fish and dragonfly nymph predators induce opposite shifts in color and morphology of tadpoles. **Oikos**, v. 117, n. 4, p. 634-640, 2008.

VASCONCELOS, Tiago da S. et al. Spatial and temporal distribution of tadpole assemblages (Amphibia, Anura) in a seasonal dry tropical forest of southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 673, n. 1, p. 93-104, 2011.

VASCONCELOS, Tiago da Silveira; ROSSA-FERES, Denise de C. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 137-150, 2005.

WELLS, Kentwood D. **The ecology and behavior of amphibians**. University of Chicago press, 2007.

WIJETHUNGA, Uditha; GREENLEES, Matthew; SHINE, Richard. The acid test: pH tolerance of the eggs and larvae of the invasive cane toad (*Rhinella marina*) in southeastern Australia. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 88, n. 4, p. 433-443, 2015.

XAVIER JORDANI, Mainara et al. Intraspecific and interspecific trait variability in tadpole meta-communities from the Brazilian Atlantic rainforest. **Ecology and evolution**, v. 9, n. 7, p. 4025-4037, 2019.