

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



Anurofagia em rãs neotropicais do gênero *Leptodactylus* Fitzinger, 1826

Ubiratã Ferreira Souza

RECIFE
2022

UBIRATÃ FERREIRA SOUZA

Anurofagia em rãs neotropicais do gênero *Leptodactylus* Fitzinger, 1826

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Geraldo J. Barbosa de Moura

Coorientador: Me. Marcos J. Matias Dubeux

RECIFE
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S729a

Souza, Ubiratã Ferreira

Anurofagia em rãs neotropicais do gênero *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 / Ubiratã Ferreira Souza. - 2022.
54 f. : il.

Orientador: Geraldo Jorge Barbosa de Moura.

Coorientador: Marcos Jorge Matias Dubeux.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2022.

1. Batrachiofagia. 2. Mecanismo antipredação. 3. Relação predador-presa. 4. Predação. I. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de, orient. II. Dubeux, Marcos Jorge Matias, coorient. III. Título

CDD 574

UBIRATÃ FERREIRA SOUZA

Anurofagia em rãs neotropicais do gênero *Leptodactylus* Fitzinger, 1826

Comissão Avaliadora:

Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura – UFRPE

Orientador

Dr. Reuber Albuquerque Brandão – UnB

Titular 1

Dr. Marcelo Felgueiras Napoli – UFBA

Titular 2

Dr^a. Mônica Lúcia Botter-Carvalho – UFRPE

Suplente

RECIFE

2022

“O homem em sua arrogância pensa em si como uma obra grandiosa, digna da intervenção de uma divindade. É mais humilde – e mais verdadeiro, acredito – considerar que foi criado a partir de animais”

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

Uma graduação que na verdade deveria ser nomeada como jornada. Um trabalho de conclusão de curso, permita-me, caro leitor, tomar como livre a interpretação de que embora os agradecimentos sejam inerentes ao trabalho, este trabalho só foi possível graças a essa jornada, composta de aventuras, conhecimentos, laços forjados e aprendizados. Então, trato o trabalho como a conclusão desse processo que não teria ocorrido sem o mesmo.

Com isso, primeiramente agradeço a Geraldo Moura e Marcos Dubeux, meus orientadores que conduziram este trabalho com tanta paciência e empenho, depois os também autores e companheiros no qual permitiram esse trabalho ser executado com precisão: Afonso Santiago e Lucas Rosado. Coautores que mostraram o significado de parceria e colaboração. Mas além de parceiros e colaboradores, tenho o prazer de chamá-los de amigos.

No decorrer da minha história, em minha formação enquanto ser humano, ninguém me ensinou tanto de ciência quanto meus pais: Ubiratan da Silva Souza e Angela de C. Ferreira Souza. Meu pai, oferecendo-me o questionar, mas além, estimulando-me a cada dia a curiosidade, mas principalmente, a busca incessante por aquilo que se almeja, pelas respostas nunca vindouras ou definitivas. Mas além, agradecer minha mãe, por me ensinar a alma da ciência, que moveu boa parte de meus estudos, saber que naquele consultório, ajudando os estudantes de medicina em suas coletas de dados, ela falava: “ajudo com prazer, porque um dia meu filho estará no lugar de vocês, e eu desejo que ele encontre pessoas como eu para ajudá-lo naquilo que ele quiser fazer”. Esses dias chegaram, e por minha felicidade, pude contar com muitas pessoas incríveis! Ensinou-me muito, afinal, ciência não se faz sozinho. Só quando unimos forças, crescemos mais e mais. Obrigado por todo afeto, apoio e aprendizado.

Agradeço aos professores, orientadores e orientadora que participaram da construção de minha formação universitária. Alcina Santos, Geraldo Moura, Alan Araújo e Moacir Tinôco por acreditarem em mim, e dedicarem carinho, atenção e tempo na minha formação, lançando bases em mim para o profissional que sou hoje, mas além também, a pessoa que sou! Começando com Alan, incentivando os primeiros aprendizados e experiências, me apontando o Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos (LEHP),

laboratório que tão orgulhosamente hoje faço parte. Em tudo investiram e acreditaram em mim, mesmo nos momentos que nem eu mesmo não acreditava, principalmente Alcina, que continuou minha formação e dedicação em minha orientação, mesmo diante das discordâncias, ofereceu uma parceria para todas as horas e empreitadas: sejam pessoais ou profissionais. Assim como o professor Geraldo que em tudo me assistenciou, acreditou e investiu em mim. Muito obrigado por me proporcionarem tudo isso!

E além, agradeço aos amigos mais presentes nesse processo, que encontrei no decorrer da jornada e me ofereceram desde as mais belas experiências até os mais duros e necessários aprendizados. Lucas Rosado, amigo e companheiro de todas as horas, desde os campos mais difíceis, seja nas mais altas montanhas (coloque alta nisso), nos brejos mais complicados, até nas linhas infundáveis dos artigos, mostrou-se mais que um amigo, mas um irmão. Obrigado pelo apoio, discordâncias, discussões, ajudas, ensinamentos, mas principalmente, obrigado por sua amizade. Embora eu não tenha irmãos, o mais próximo do sentimento que posso imaginar sentir, creio que seja assim. Ao Alexander Mônico, que além de ser uma das pessoas que mais admirava, e admiro, tenho o prazer de chamar de amigo, agradeço cada um dos ensinamentos, apoio, abrigo, experiências e conversas, mesmo distante, mas ainda assim, tão presente: de Santa Teresa para a vida! O Igor Yuri pelos vastos conhecimentos de forma tão apaixonada, nos detalhes e beleza dos animais Amazônicos, pelos conselhos e apoio, mas também pelas risadas nas coisas simples do dia a dia. Obrigado por mostrar que temos sempre a capacidade de fazer melhor e ir além. A Letícia Leitão pelo carinho e amizade, mostram-se sempre presentes até nas maiores distâncias. Agradeço ao Henrique Nogueira pela amizade, parceria, abrigo e aventuras, desde as areias fluminenses até as fechadas florestas da Amazônia. Muito obrigado ao Marcos Dubeux pela amizade, companheirismo e paciência em cada trabalho, cada dia enfrentando os desafios para nos superarmos a cada empreitada. Meus agradecimentos a Thaynara Mendes pelos ensinamentos, apoio, conselhos e incentivo, ainda mais nesses tempos de mudanças onde os momentos tendem a ser mais tenebrosos, e ao Felipe Toledo por me receber de braços abertos de forma tão atenciosa e dedicada em seu grupo neste período de transição.

Agradeço aos amigos da Rural: Raíza, Bruna, Cláudio, Mariana e Duda. Aos grupos de pesquisa, a começar pelo primeiro que compus, o Grupo de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos do Nordeste (GEHP-NE) em especial: Ricardo Nagô, Alan Araújo,

Rogério Oliveira, Leonardo Oitaven, Ana Paula Tavares. O Herpetofauna do Litoral Norte da Bahia (HLNB), em especial: Mateus Bonfim, José Augusto, Leticia Azevedo, Lara Costa, Guilherme Henrique, André Leite, Magno Travassos, Francisco Bahiense, e o Herpeto em Foco (HeF) em especial: Leticia Leitão, Maria Eduarda Bernardino, Thaynara Mendes, Afonso Santiago. Meus agradecimentos por proporcionarem um ambiente favorável à discussão, parcerias, trabalhos, troca de informações e - principalmente - amizade. Sou extremamente grato pela amizade e carinho de cada um de vocês, saibam que mais do que qualquer relação profissional, carrego vocês além da minha memória e experiência, mas em meu coração. Em especial estes, pois foram os mais próximos, mas estendo meus agradecimentos, sentimento e carinho aos grupos como um todo. Por último, mas não menos importante, agradeço ao meu amorzinho, minha namorada Thaís Vieira. Acompanhou a última etapa desta jornada, mas em tudo me apoiou e incentivou, mesmo nos dias mais difíceis, deixando-os mais leves e belos, e abrilhantando os mais saborosos de serem vividos. Nas conquistas ou nas derrotas, sou extremamente grato por compartilhar com você cada momento desta vida, sendo não só uma companheira e amiga, mas também um lar. Obrigado por estar aqui sempre comigo, eu te amo demais!

Muito obrigado a todos! Amo cada um de vocês, graças a cada um de vocês essa jornada, essa história, foi possível. E que venha mais e mais!

DEDICATÓRIA

Mesmo com gratidão infindável e dedicação qual merecida a tal gratidão, em minha dedicatória extrapolo o limite do círculo dos laços e dos afetos. Olhando adiante, dedico este trabalho a todo aquele que mesmo diante dos inebriantes enlaces de uma sociedade crédula, permitiram-se o questionar! Mesmo diante da adversidade, da imposição da autoridade aparente, do orgulho arrogante, ainda sim insistiram acima de tudo nas perguntas, no âmago do ceticismo, e em tudo duvidar. Mas além da dúvida conveniente, depositaram sem mensurar esforços na busca incessante por conhecer, entender, saber! Até mesmo abandonando as suas mais apaixonadas convicções. Por esses que dedicaram, dedicam ou vão dedicar sua vida à luta que nos move quanto humanos, a capacidade de sermos conduzidos às mais longínquas fronteiras impostas à nossa curiosidade, assim, desafiando-as. Essa dedicatória vai a todo aquele que faz de sua vida uma jornada, dando lugar a esse ímpeto, esse incômodo, essa angústia, e acima de tudo, que recusa a posição cômoda de tudo aceitar. Aqueles que carregam mesmo diante da adversidade, da tentativa incessante de amordaçar-nos em preconceitos e crenças infundadas sobre nós mesmos e aquilo que nos cerca. Afinal, como disse Neil deGrasse Tyson: “ciência é sobre não nos enganarmos a nós mesmos”! Com isso, trago essa dedicatória, a todos meus companheiros de labuta - os que se foram, os que compartilham comigo as lutas, mas principalmente aqueles que virão. Convido-lhes a olhar este universo por aquilo que é, sem nossas arrogâncias, ambições, chauvinismos ou egocentrismos. Olhemos para o Cosmos, para a natureza que nos cerca, em sua devida majestade, beleza e grandeza. Talvez assim reconheçamos um pouco melhor nosso insignificante, diminuto e devidamente humilde lugar.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 17 |
| 2. Material e Métodos | 19 |
| 2.1. Obtenção dos dados | 19 |
| 2.2. Análises de dados | 20 |
| 3. Resultados | 21 |
| 3.1. Distribuição temporal e espacial dos registros | 21 |
| 3.2. Anurofagia em <i>Leptodactylus</i> | 24 |
| 3.3. Correlação do tamanho na interação predador-presa | 31 |
| 4. Discussão | 32 |
| 4.1. Distribuição temporal e espacial dos registros | 32 |
| 4.2. Dos hábitos alimentares ao sucesso da predação | 34 |
| 4.3. A relação do tamanho na interação predador-presa | 36 |
| Referências | 39 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de registros publicados por revista. N= Número de registros. 23

Tabela 2. Registros de anurofagia por espécies de *Leptodactylus* ao longo da região Neotropical entre os anos de 1977 e 2022. ND= não disponível. 24

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribuição temporal de registros de anurofagia por espécies de <i>Leptodactylus</i> | 21 |
| Figura 2. Distribuição geográfica dos registros de anurofagia por espécies de <i>Leptodactylus</i> publicados para o Neotrópico. Sub-regiões Neotropicais seguem Morrone (2022). | 22 |
| Figura 3. Representatividade numérica de (A) predadores por grupo de espécies, (B) presas por família e, (C) presas por gênero dos registros de anurofagia por espécies de <i>Leptodactylus</i> | 29 |
| Figura 4. (A) Relação de tamanho dos <i>Leptodactylus</i> predadores e suas presas, baseado em dados da literatura (N= 38, p= 0.0004633, r ² = 0.2919). (B) Distribuições de tamanhos de sapos presas a partir de dados da literatura. Densidades mais altas representam um número maior de publicações envolvendo o tamanho dos animais. | 30 |
| Figura 5. Eventos de anurofagia por <i>Leptodactylus</i> . (A) <i>Leptodactylus fuscus</i> predando <i>L. caatingae</i> (Novaes-e-Fagundes & Zina, 2017), (B) <i>L. chaquensis</i> predando <i>Physalaemus centralis</i> (Costa-Pereira et al., 2015), (C) <i>L. latrans</i> predando <i>Boana raniceps</i> (Ferreira et al., 2011), (D) <i>L. macrosternum</i> predando <i>L. troglodytes</i> (Sales et al., 2015), (E) <i>L. chaquensis</i> predando <i>L. fuscus</i> (Costa & Trevelin, 2020) e (F) <i>L. vastus</i> predando <i>L. latrans</i> (Santana et al., 2012). Imagens: Gabriel Novaes-e-Fagundes (A), Raul Costa-Pereira (B), Anthony S. Ferreira (C), Raul F. D. Sales (D), William P. Costa (E), Daniel O. Santana (F). | 37 |

Artigo submetido na Food Webs

Anurofagia em rãs neotropicais do gênero *Leptodactylus* Fitzinger, 1826

Ubiratã Ferreira Souza^{a*}, *Marcos J. Matias Dubeux*^b & *Geraldo Jorge Barbosa de*

Moura^c

^aUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos, CEP 52171-900 Recife, Pernambuco, Brazil.

^bUniversidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zoologia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, CEP 50670-901 Recife, Pernambuco, Brazil

^cUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos, CEP 52171-900 Recife, Pernambuco, Brazil. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade-UFRPE. Programa de Pós-graduação em Biociência Animal-UFRPE. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-UFRPE. Rede Nordeste de Ensino/RENOEN-UFRPE.

***Autor de correspondência: ubirataferreirasouza@gmail.com**

Resumo

A interação predador-presa é um componente relevante que auxilia na compreensão de como se dá o fluxo de energia nas teias tróficas, além de servir como mecanismo que atua na estruturação da comunidade. Os anuros ocupam posição crucial na rede trófica, servindo como predador e presa de muitas espécies, inclusive para o próprio grupo. Dentre os anuros neotropicais, há diversos registros de predação de anuros por espécies de *Leptodactylus*, tornando o gênero de grande interesse para a descrição dos padrões ecológicos na relação predador-presa, em especial a anurofagia. Assim, revisamos registros de anurofagia pelo gênero *Leptodactylus* publicados nos últimos 50 anos na região Neotropical e discutimos os padrões de tamanho entre predadores e presas, além dados sobre o que até então foi publicado sobre anurofagia, identificando padrões de distribuição espaciais e temporais de

amostragem. Os registros de predação por *Leptodactylus* aumentaram substancialmente nas últimas décadas, principalmente após 2002. Há relação significativa no tamanho de anuros predadores e suas presas, havendo uma tendência de quanto maior o predador, maior a sua presa. O tamanho dos anuros predados variou de 19.8 mm a 86 mm de comprimento rostro-cloacal (CRC), sendo o tamanho corporal um fator determinante para interações predador-presa. Quando encontrado presas maiores os *Leptodactylus* compensam isso com mais presas de tamanhos variados. As famílias de sapos com registro de predação pelo gênero foram Leptodactylidae, Hylidae, Bufonidae e Microhylidae. O déficit de detalhes nos dados publicados, como precisão taxonômica, CRC dos predadores e presas, é grande. Muitos relatos trazem mecanismos antipredação como fatores relevantes para evitar alguns eventos de predação. Apesar de comum, futuros estudos sobre eventos de predação de sapos-sapos devem incluir informações como tamanho e identificação de presas/predadores, estratégias antipredação, tempo de captura e ingestão (quando pertinente), estágio de desenvolvimento dos anuros e características do habitat.

Palavras chaves: Batrachiofagia; Mecanismo antipredação, Relação predador-presa, Predação

1. Introdução

A interação predador-presa é relevante no estudo da estrutura de comunidades (Morin, 1986; Tilmans, 1986; Pianka, 1973; Bohannan & Lenski, 2000; Roslin et al., 2017). Essas interações descrevem, em parte, como ocorre o fluxo de energia na rede ecológica (Verburg et al., 2007), além de atuar como uma força seletiva, onde a seleção natural pode atuar (Duellman & Pianka, 1977; Pontarp & Patchey, 2018). Dessa forma, como e porque essas interações ocorrem e evoluem são questões de grande relevância para o estudo ecológico e evolutivo (Duellman & Pianka, 1990; Zu et al., 2011).

Dentre os componentes das redes ecológicas em ecossistemas neotropicais, destacam-se os anuros, que ocupam uma posição crucial na teia trófica, servindo como predadores e presas de muitas espécies, tanto em ambientes aquáticos como terrestres (Toledo et al., 2007; Verburg et al., 2007; Andrade et al., 2012; Andrade et al., 2013). Esse grupo é fonte de alimento para uma série de predadores, desde vertebrados (Toledo et al., 2007; Oliveira et al., 2014; Souza et al., 2021) a diversos grupos de invertebrados (Costa-Pereira et al., 2010; Dubeux et al., 2020; Meneses et al., 2020; Hernández-Baltazar et al., 2021; More, 2021). Além disso, são predadores generalistas, se alimentando, em geral, de invertebrados (Verburg et al., 2007; Duré et al., 2009), mas também de pequenos vertebrados, como lagartos (Couto & Menin, 2014), serpentes (Fonseca et al., 2012; Costa et al., 2015), aves (Carvalho et al., 2020), mamíferos (Filho et al., 2014) e até mesmo outros anfíbios (Silva et al., 2013; Measey et al. 2015; Ceron et al., 2018), quando a relação de tamanho os favorece (Pough et al., 2016; Cuthbert et al., 2020).

Embora frequentemente reportados, os registros de anurofagia por anuros são geralmente apresentados de forma pontual. Apenas um trabalho (Measay et al., 2015)

buscou entender a anurofagia de forma aprofundada, através da revisão de diversos estudos, indicando que o tamanho corporal e hábito generalista são relevantes para a ocorrência de anurofagia em anfíbios. Em detrimento a essas variáveis, a família Leptodactylidae teve significativa representatividade (Measay et al. 2015), especialmente por alocar muitas espécies de grande tamanho, com hábitos e dietas generalistas, bem como sua ampla distribuição geográfica.

Dentre os Leptodactílídeos neotropicais, o gênero *Leptodactylus* destaca-se por cumprir a maioria dos critérios que favorecem a ocorrência da anurofagia, o que os torna um relevante modelo para a compreensão da dinâmica dessa interação. Atualmente, o gênero aloca 83 espécies, com ampla distribuição ao longo do Sul da América do Norte, América do Sul e Índias Ocidentais (Frost, 2022), sendo encontradas tanto em ambientes naturais quanto antropizados (Rojas-Padilla et al., 2018). Apresentam dieta generalista, composta principalmente por artrópodes (Sanabria et al., 2005; Ceron et al., 2018), mas com registros eventuais de predação de pequenos vertebrados, como lagartos (Couto & Menin, 2014), mamíferos (Filho et al., 2014; Marques-Pinto et al., 2019) e anfíbios (Coelho et al., 2022). Além disso, são generalistas quanto ao uso de habitat (Prado et al., 2000; Measay et al., 2015; Faggioni et al., 2021; Souza et al., 2022), com espécies com tamanhos (comprimento rostro-cloacal – CRC) de médio à grande porte (entre 30.7 e 190 mm).

Há diversos registros de anurofagia no gênero *Leptodactylus* (Maneyro et al., 2004; Oda et al., 2016; Ceron et al., 2018; Silva et al., 2018; Escalante & Sánchez, 2021; Coelho et al., 2022). No entanto, ainda é necessária uma revisão ampla e sistematizada sobre as relações entre predador-presa e quais os possíveis mecanismos ecológicos que influenciam nessa relação no gênero. Dessa forma, aqui foi realizado uma revisão na literatura, acessando os registros de anurofagia pelo gênero *Leptodactylus* publicados nos últimos 50

anos. Assim, discutindo os padrões ecológicos e suas implicações na ocorrência da anurofagia em *Leptodactylus*, identificando os padrões de amostragem, avaliando a eletividade alimentar e oportunismo no consumo de outros anuros.

2. Material e Métodos

2.1. Obtenção dos dados

Realizamos uma revisão bibliográfica sistematizada baseada na proposta por de van der Burg (2020), utilizando artigos publicados disponíveis na plataformas acadêmicas eletrônicas de indexação, tais como Google Scholar (disponível em <https://scholar.google.com.br/>), Web of Science (disponível em <https://www.webofknowledge.com>), Scientific Electronic Library Online - Scielo (disponível em <https://www.scielo.br/>), Scopus (disponível em <https://www.scopus.com>) e ResearchGate (disponível em <https://www.researchgate.net/>). As palavras-chaves e/ou conjuntos de palavras utilizadas nas pesquisas não tiveram variação de idioma, no qual foram “Diet predation”, “Predation *Leptodactylus*”, “Diet *Leptodactylus*”, “Batrachiphagy” e “Batrachiphagy *Leptodactylus*”. Além do mais, não aplicamos uma data inicial, incorporando o trabalho mais antigo até fevereiro de 2022, ao longo de toda a distribuição do gênero *Leptodactylus* (região Neotropical). Para cada artigo encontrado utilizamos a técnica de procura “bola de neve simples” (Goodman, 1961; Biernacki & Waldorf, 1981), verificando registros adicionais nas referências de cada trabalho. Apenas registros de predação de anuros em estágios pós-metamórficos foram considerados (tanto presa quanto predador). Nos registros encontrados, registramos as espécies de predadores do gênero

Leptodactylus, dos anuros predados, além de CRC dos predadores e presas (quando disponível), coordenadas geográficas, ano da publicação e periódicos que os registros foram publicados. Para o agrupamento dos registros nos quatro grupos de *Leptodactylus* (De Sá et al., 2014) revisamos a taxonomia das espécies baseada em hipóteses filogenéticas e taxonômicas propostas recentemente (Magalhães et al., 2020; Gazoni et al., 2021) com os registros feitos para *L. ocellatus* e *L. macrosternum* atualizados para *L. latrans* respectivamente. Para isso fizemos correspondência geográfica dos registros feitos com a distribuição dos grupos propostos nas últimas revisões taxonômicas. A nomenclatura utilizada segue Frost (2022).

2.2. Análises de dados

Avaliamos graficamente a taxa de publicação de registros ao longo dos anos descrevendo a distribuição temporal dos registros. A divisão de seções das revistas foram divididas entre notas científicas, como artigos que não são divididos em seções convencionais (introdução, métodos, resultados e discussão) e artigos completos, cujo apresentam essas seções. A distribuição geográfica dos registros foi plotada no mapa das sub-regiões biogeográficas Neotropicais propostas por Morrone et al. (2022), utilizando o *shapefile* disponibilizado.

Para avaliar o efeito do tamanho (Comprimento Rostro-Cloacal - CRC) entre predador e presa realizamos uma análise de regressão linear. E na avaliação de densidade de registros e a distribuição de tamanhos de sapos presas a partir de dados da literatura, foi feita uma análise não paramétrica de densidade de Kernel (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962). O cálculo da densidade de probabilidade de Kernel assume que X_1, X_2, \dots, X_i é uma

sequência de variáveis aleatórias independentes selecionadas de uma distribuição com densidade limitada onde \hat{f} é um estimador de kernel para $f(x)$ sendo fornecido por:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K(x-x_i)$$

Onde K é Kernel (uma função não negativa), n é o número total de observações e h é a largura de banda da função. Para estas análises, utilizamos o CRC de presas e predadores disponíveis. Foi traçado e calculado os valores de densidade de probabilidade com dados pareados (espécie predador \times tamanho da presa) de cada registro utilizando os pacotes “ggplot2” e “viridis” (Wickham, 2016) no software R Studio v.3.5.1 (R Core Team, 2019).

3. Resultados

3.1. Distribuição temporal e espacial dos registros

Foram encontrados 60 artigos científicos, com registro mais antigo de anurofagia no gênero *Leptodactylus* data de 1977 (Cardoso & Sazima, 1977). A distribuição temporal dos registros indica aumento significativo no número de publicações a partir dos anos 2000 (Figura 1), com crescimento aumentado nos últimos vinte anos (entre 2002 e 2022; N= 98; 94,2% dos registros).

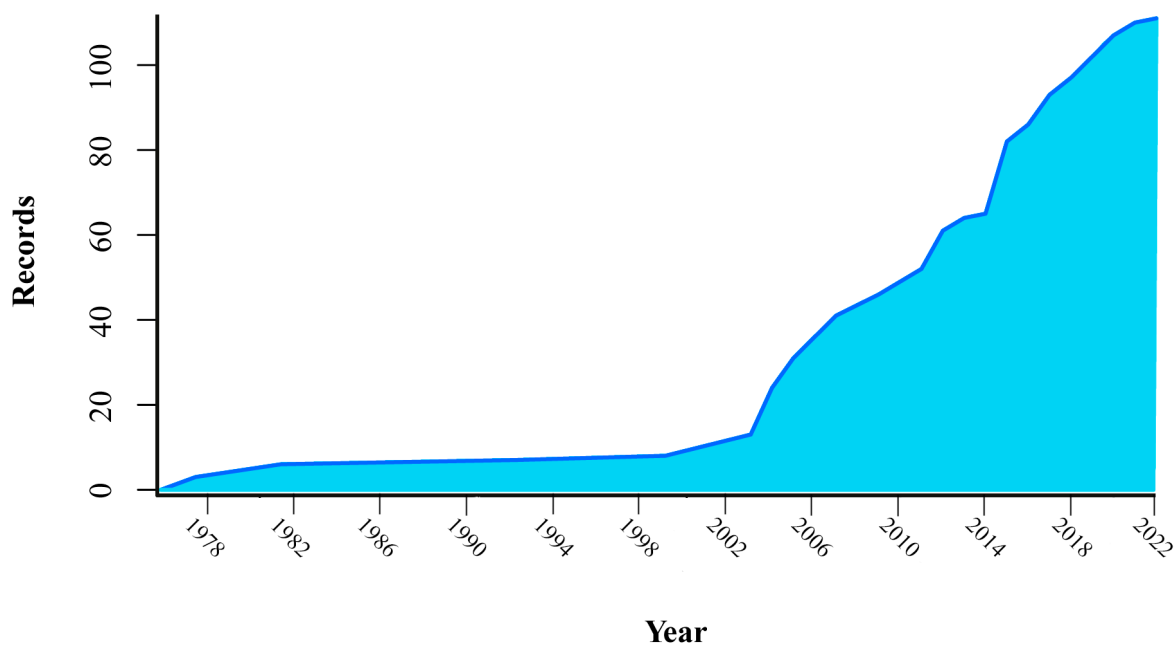


Figura 1. Distribuição temporal da densidade de registros de anurofagia por espécies de *Leptodactylus*.

Embora os registros tenham sido realizados em três das seis sub-regiões Neotropicais (Figura 2), a maioria concentra-se na sub-região chacoana e brasileira, respectivamente. A sub-região da chacoana deteve o maior número de registros (N= 75; 78.9%), principalmente acompanhando a linha costeira atlântica. A família de presas mais registradas para esta sub-região foi Leptodactylidae (N= 36; 48%), seguida por Hylidae (N= 18; 24%), Bufonidae (N= 5; 6,7%) e Microhylidae (N= 2; 2,7%). A sub-região brasileira deteve o segundo maior número de registros (N= 19; 20%), com presas das famílias Leptodactylidae (N= 12; 54,5%), Bufonidae (N= 5; 36,4%) e Hylidae (N= 2; 9,1%), seguido pela Zona de Transição Sul-americana (N= 1; 1,1%) com apenas um registro de predação de Bufonidae.



Figura 2. Distribuição geográfica dos registros de anurofagia por espécies de *Leptodactylus* publicados para o Neotrópico. Sub-regiões Neotropicais seguem Morrone (2022).

Uma parte considerável dos registros veio de revistas tradicionais da Herpetologia, onde notas científicas foram as mais comuns (N= 85; 77,3%) e artigo completo com menor quantidade de estudos (N= 25; 22,7%). O periódico que mais concentrou trabalhos de anurofagia em *Leptodactylus* foi Herpetological Review (N= 33; 30%), seguido de Herpetology Notes (N= 22; 20%), Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N= 7; 7,3%), Cuadernos de Herpetología (N= 6; 5,5%), Studies on Neotropical Fauna and Environment (N= 5; 5,5%), Iheringia (N= 4; 3,6%), Journal of Zoology (N= 4; 3,6%), Ciência e Cultura (N= 3; 2,7%), Herpetological Bulletin (N= 3; 2,7%), Miscellaneous Publication, Museum of Zoology University of Michigan (N= 3; 2,7%), Biotemas (N= 2; 1,8%),

Herpetozoa (N= 2; 1,8%), Revista Brasileira de Zoologia (N= 2; 1,8%), Acta Biologica Peruana (N= 1; 0,9%), Copeia (N= 1; ,9%), Herpetologia Brasileira (N= 1; 0,9%), Lundiana International Journal of Biodiversity (N= 1; 0,9%), Natureza Online (N= 1; 0,9%), Reptile & Amphibian (N= 1; 0,9%), Neotropical Biodiversity (N= 1; 0,9% e Revista Peruana de Biologia (N= 1; 0,9%).

Tabela 1. Número de registros publicados e suas respectivas revistas. N= Número de registros.

| Periódico | N | Registros (%) |
|--|------------|----------------------|
| Herpetological Review | 33 | 30,0 |
| Herpetology Notes | 22 | 20,0 |
| Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão | 8 | 7,3 |
| Cuadernos de Herpetología | 6 | 5,5 |
| Revista Peruana de Biología | 6 | 5,5 |
| Studies on Neotropical Fauna and environment | 5 | 4,5 |
| Iheringa | 4 | 3,6 |
| Journal of Zoology | 4 | 3,6 |
| Miscellaneous Publication, Museum of Zoology University Michigan | 3 | 2,7 |
| Ciência e Cultura | 3 | 2,7 |
| Herpetological Bulletin | 3 | 2,7 |
| Biotemas | 2 | 1,8 |
| Herpetozoa | 2 | 1,8 |
| Revista Brasileira de Zoologia | 2 | 1,8 |
| Acta Biologica Colombiana | 1 | 0,9 |
| Copeia | 1 | 0,9 |
| Herpetologia Brasileira | 1 | 0,9 |
| Lundiana International Journal of Biodiversity | 1 | 0,9 |
| Natureza Online | 1 | 0,9 |
| Reptile & Amphibian | 1 | 0,9 |
| Neotropical Biodiversity | 1 | 0,9 |
| Total | 110 | 100 |

3.2. Anurofagia em *Leptodactylus*

Registramos 110 eventos de anurofagia. Os predadores foram representados por onze espécies de *Leptodactylus*, pertencentes aos quatro grupos de espécies reconhecidas no gênero (Tabela 1; Figura 3A). O predador mais frequente foi *L. latrans* (N= 41; 36,9%), seguido por *L. macrosternum* (N= 20; 18%), *L. vastus* (N= 16; 14,4%), *L. labyrinthicus* (N= 12; 10,8%), *L. natalensis* (N= 5; 4,5%), *L. pentadactylus* (N= 3; 2,7%), *L. podicipinus* (N= 3; 2,7%), *L. bufonius* (N= 2; 1,8%), *L. savagei* (N= 2; 1,8%), *L. melanonotus* (N= 1; 0,9%), *L. furnarius* (N= 1; 0,9%), *L. fuscus* (N= 1; 0,9%), *L. mystaceus* (N= 1; 0,9%), *L. mystacinus* (N= 1; 0,9%) e *L. insularum* (N= 1; 0,9%). A maior parte dos eventos reportados são de espécies pertencentes ao grupo *L. latrans* (N= 62; 55,9%), seguido pelo grupo *L. pentadactylus* (N= 34; 30,6%), *L. melanonotus* (N= 9; 8,1%) e *L. fuscus* (N= 6; 5,4%), respectivamente (Figura 3A).

Tabela 2. Registros de anurofagia por espécies de *Leptodactylus* na região Neotropical, entre 1977 e 2022. ND= não disponível.

| Predador | CRC (mm) | Presa | CRC (mm) | Registros | Referências |
|--|----------|---|----------|-----------|--------------------------------|
| Grupo <i>Leptodactylus fuscus</i> | | | | | |
| <i>Leptodactylus bufonius</i> | ND | <i>Elachistocleis</i> sp. | ND | 1 | Faggioni et al., 2017 |
| Boulenger, 1894 | ND | <i>Leptodactylus</i> sp. | ND | 1 | Faggioni et al., 2017 |
| <i>Leptodactylus furnarius</i> | 30,7 | <i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925) | 20,5 | 1 | Rolim et al., 2009 |
| Sazima & Bokermann, 1978 | | | | | |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799) | 31,2 | <i>Leptodactylus caatingae</i> Heyer & Juncá, 2003 | 24,2 | 1 | Novaes-e-Fagundes & Zina, 2017 |
| <i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824) | ND | <i>Atelopus hoogmoedi</i> Lescure, 1974 | ND | 1 | Pinto & Costa-Campos. 2015 |
| <i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861) | ND | <i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864) | ND | 1 | Santos & Vaz-Silva, 2012 |
| Grupo <i>Leptodactylus pentadactylus</i> | | | | | |

| | | | | | |
|---|-------|---|------|---|---|
| | ND | <i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Toledo et al., 2007 |
| | ND | <i>Boana faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | ND | 1 | Toledo et al., 2007 |
| | 43,4 | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | 35 | 1 | Diaz-Ricaurte & Marques, 2021 |
| <i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824) | ND | <i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863) | ND | 2 | Silva et al., 2003 |
| | 190 | <i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824) | ND | 3 | Cardoso & Sazima, 1977 |
| | ND | <i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758) | ND | 1 | Landgref-Filho et al., 2012 |
| | ND | ND | ND | 3 | França et al., 2004 |
| <i>Leptodactylus pentadactylus</i> (Laurenti, 1768) | 151 | <i>Boana rosenbergi</i> (Boulenger, 1898) | 86 | 3 | Kluge, 1981 |
| <i>Leptodactylus rhodonotus</i> (Günther, 1869) | 75 | <i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758) | 34 | 1 | Thomas et al., 2017 |
| <i>Leptodactylus savagei</i> Heyer, 2005 | 58,7 | <i>Engystomops pustulosus</i> (Cope, 1864) | 26,8 | 2 | González-Duran & Gutiérrez-Cárdenas 2013. |
| | | | 24,7 | | |
| | 114,6 | <i>Boana albomarginata</i> (Spix, 1824) | ND | 2 | Santana et al., 2012 |
| | 135 | <i>Boana faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | ND | 1 | Neto et al., 2015 |
| | 114,6 | <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) | 75,2 | 1 | Santana et al., 2012 |
| | ND | <i>Leptodactylus natalensis</i> Lutz, 1930 | ND | 1 | Santos et al., 2009 |
| <i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930 | ND | <i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930 | ND | 1 | Guimarães et al 2015. |
| | 108 | <i>Physalaemus albifrons</i> (Spix, 1824) | 23 | 7 | Teles et al 2015. |
| | ND | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | ND | 1 | Santos et al., 2009 |
| | 44,1 | <i>Rupirana cardosoi</i> Heyer, 1999 | 28,9 | 1 | Coelho et al., 2022 |
| | ND | NA | ND | 1 | Caldas et al., 2019 |
| Grupo <i>Leptodactylus latrans</i> | | | | | |
| <i>Leptodactylus insularum</i> Barbour, 1906 | ND | <i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877) | | 1 | Escalante & Sanches, 2021 |
| <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) * | ND | <i>Boana albomarginata</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Toledo et al., 2007 |
| | ND | <i>Boana albomarginata</i> | ND | 1 | Teixeira & |

| | | | | |
|--------|---|-------|---|-----------------------------|
| | (Spix, 1824) | | | Vrcibradic, 2003 |
| ND | <i>Boana faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | ND | 1 | Haddad & Sazima, 1992 |
| 62,4 | <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) * | 30 | 1 | Kokubum & Rodrigues. 2005. |
| ND | <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) * | ND | 1 | Teixeira & Vrcibradic, 2003 |
| 93,90 | <i>Leptodactylus</i> aff. <i>mystaceus</i> (Spix, 1824) | 44,82 | 1 | Da Silva et al., 2010 |
| ND | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | ND | 1 | Da Silva et al., 2010 |
| ND | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | ND | 1 | Da Silva et al., 2010 |
| ND | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | ND | 1 | Santos et al., 2009 |
| ND | <i>Physalaemus crombiei</i> Heyer and Wolf, 1989 | ND | 1 | Teixeira & Vrcibradic, 2003 |
| 80 | <i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863) | 41 | 1 | Rodrigues & Filho, 2004 |
| ND | <i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Santos et al., 2009 |
| ND | ND | ND | 6 | Sanabria et al., 2005 |
| ND | ND | ND | 2 | França et al., 2004 |
| ND | ND | ND | 3 | Maneyro et al., 2004 |
| ND | <i>Boana faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | ND | 1 | Pombal, 2007 |
| ND | <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) * | ND | 1 | Toledo et al., 2007 |
| ND | NA | ND | 1 | Pombal, 2007 |
| ND | <i>Boana bischoffi</i> (Boulenger, 1887) | ND | 1 | Peres et al., 2017 |
| 79,5 | <i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862) | 66 | 1 | Chaves et al., 2012 |
| 81,6 | <i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862) | 72,3 | 1 | Ferreira et al., 2011 |
| 55,05 | <i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867) | ND | 1 | Mendonça et al., 2020 |
| 59,32 | <i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867) | ND | 1 | Mendonça et al., 2020 |
| ND | <i>Physalaemus marmoratus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862) | ND | 1 | Santos et al., 2021 |
| ND | <i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Braun et al., 2020 |
| 125,02 | <i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824) | 68,75 | 1 | Bovo et al. 2014. |
| ND | <i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925) | ND | 1 | Bezerra et al 2015. |

| | | | | | |
|--|-------|---|-------|---|----------------------------|
| | ND | NA | ND | 2 | Pazinato et al., 2011 |
| <i>Leptodactylus</i> cf. <i>latrans</i> (Steffen, 1815) | ND | <i>Boana pardalis</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Heitor et al., 2012 |
| | 140 | <i>Rhinella crucifer</i> (Wied-Neuwied, 1821) | 70 | 1 | Rojas-Padilla et al., 2018 |
| | ND | <i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824) | ND | 1 | Capela et al., 2020 |
| | 130 | <i>Trachycephalus mesophaeus</i> (Hensel, 1867) | ND | 1 | Mendes et al., 2012 |
| | 72,9 | <i>Boana albomarginata</i> (Spix, 1824) | 42,9 | 1 | Baracho et al., 2013 |
| <i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926 | 92 | <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799) | 39 | 1 | Silva et al. 2018. |
| | ND | <i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926 | ND | 1 | Forti et al., 2017 |
| | 77 | <i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926 | 38,6 | 2 | Sousa et al., 2016 |
| | ND | <i>Leptodactylus troglodytes</i> Lutz, 1926 | ND | 1 | Sales et al., 2015 |
| | 77 | <i>Rhinella major</i> (Müller & Hellmich, 1936) | 32,9 | 1 | Sousa et al., 2016 |
| <i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926 ** | 64,7 | <i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889) | 21,1 | 1 | Carrillo et al., 2019 |
| | ND | <i>Elachistocleis matogrosso</i> Caramaschi, 2010 | ND | 1 | Costa-Pereira et al., 2015 |
| | 84 | <i>Leptodactylus elenae</i> Heyer, 1978 | 40 | 1 | Moreira & Smaniotto, 2017 |
| | ND | <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799) | ND | 1 | Costa & Trevelin, 2020 |
| | ND | <i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815) | ND | 1 | Costa-Pereira et al., 2015 |
| | ND | <i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926 | ND | 1 | Costa-Pereira et al., 2015 |
| | ND | <i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862) | ND | 1 | Costa-Pereira et al., 2015 |
| | 69,2 | <i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862) | 28,7 | 1 | Carrillo et al., 2019 |
| | 82,79 | <i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962 | 35,91 | 1 | Costa-Pereira et al., 2015 |
| | 80 | <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826 | 30 | 1 | Queiroz et al., 2019 |
| | ND | <i>Pseudis platensis</i> Gallardo, 1961 | ND | 1 | Oda et al., 2016 |
| | 80 | <i>Scinax nasicus</i> (Cope, 1862) | 35 | 1 | Queiroz et al., 2019 |

| | | | | | |
|---|-------|--|-------|---|-------------------------|
| | ND | NA | ND | 1 | Dure. 1999 |
| Grupo <i>Leptodactylus melanonotus</i> | | | | | |
| <i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861 “1860”) | ND | <i>Tlalocohyla smithii</i> (Boulenger, 1902) | ND | 1 | Avila-López et al 2012. |
| | ND | <i>Dendropsophus</i> aff. <i>decipiens</i> (Lutz, 1925) | ND | 1 | Ferreira et al., 2007 |
| <i>Leptodactylus natalensis</i> Lutz, 1930 | ND | <i>Physalaemus</i> sp. | ND | 1 | Ferreira et al., 2007 |
| | ND | <i>Scinax argyreornatus</i> (Miranda-Ribeiro, 1926) | ND | 2 | Ferreira et al., 2007 |
| | ND | NA | ND | 1 | Santos et al., 2004 |
| | 33,9 | <i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824) | 19,8 | 1 | Guimarães et al 2004 |
| <i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862) | 41 | <i>Rhinella major</i> (Müller & Hellmich, 1936) | 25 | 1 | Santos et al. 2018. |
| | 32,25 | <i>Rhinella schneideri</i> = <i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862) | 11,52 | 1 | Ceron et al., 2018 |

* Registrado como *Leptodactylus ocellatus*; ** Registrado como *Leptodactylus chaquensis*.

As presas estão distribuídas em quatorze gêneros alocados em quatro famílias (Figura 3B-C). A maioria das presas eram pertencentes à família Leptodactylidae (N= 47; 42,3%), seguida por Hylidae (N= 29; 26,1%), Bufonidae (N= 19; 17,1%) e Microhylidae (N= 2; 1,8%). Em nível de gênero, a distribuição das presas ocorreu de forma equitativa, sendo os gêneros mais representativos *Physalaemus* (N= 21; 18,9%) e *Leptodactylus* (N= 21; 18,9%), seguido de *Boana* (N= 17; 15,3%), *Rhinella* (N= 12; 10,8%), *Scinax* (N= 6; 4,8%), *Elachistocleis* (N= 2; 1,8%), *Dendropsophus* (N= 2; 1,8%), *Engystomops* (N= 2; 1,8%), *Trachycephalus* (N= 2; 1,8%), *Pseudopaludicola* (N= 2; 1,8%), *Atelopus* (N= 1; 0,9%), *Pseudis* (N= 1; 0,9%), *Rupirana* (N= 1; 0,9%), e *Tlalocohyla* (N= 1; 0,9%), respectivamente (Figura 3C). Adicionalmente, 20 registros (18%) não tiveram a presa identificada a nível genérico e uma presa (0,9%) não teve sua identificação realizada nem mesmo a nível de família.

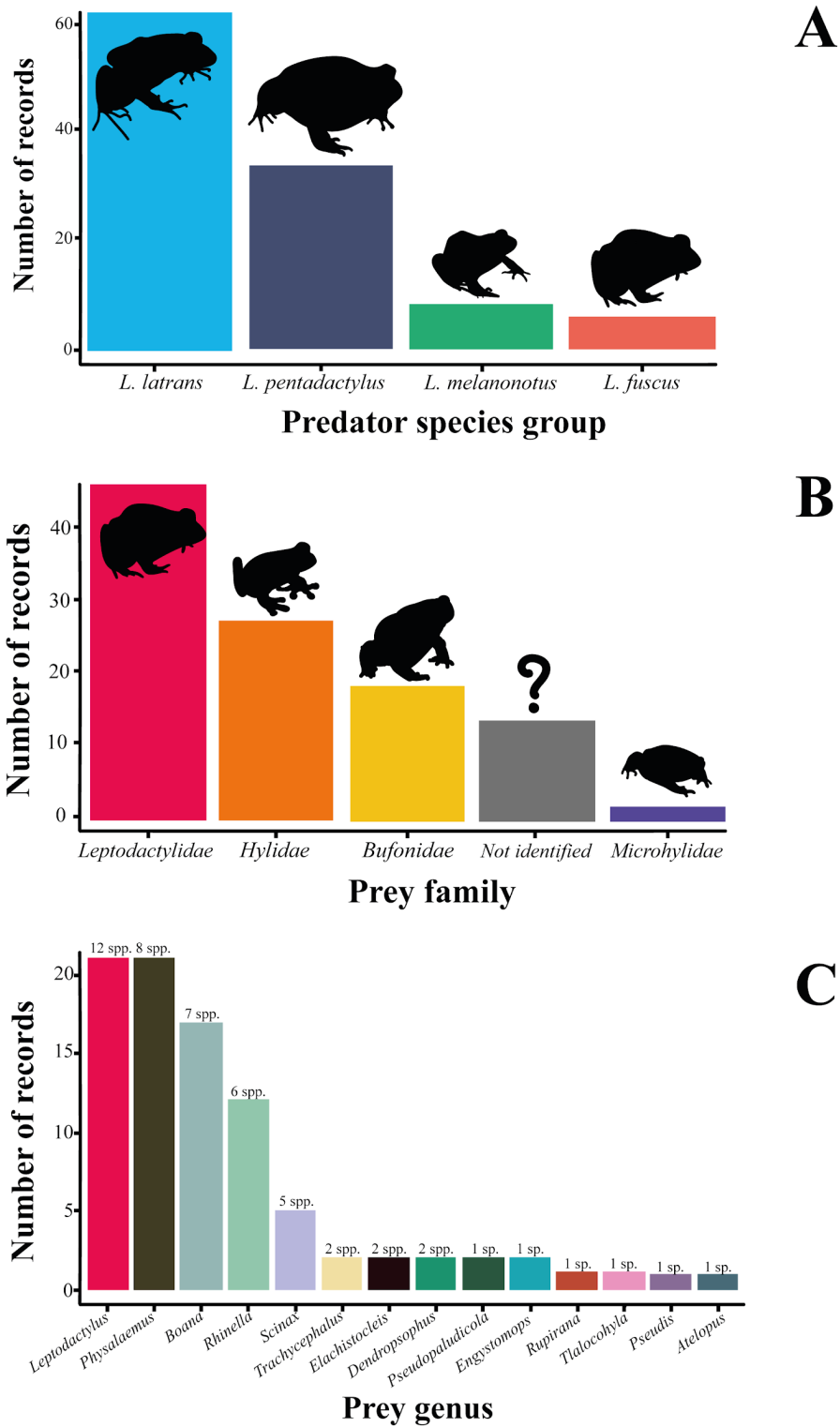


Figura 3. Representatividade numérica de (A) predadores por grupo de espécies, (B) presas por família e, (C) presas por gênero nos registros de anurofagia por espécies de *Leptodactylus*.

3.3. Relação do tamanho na interação predador-presa

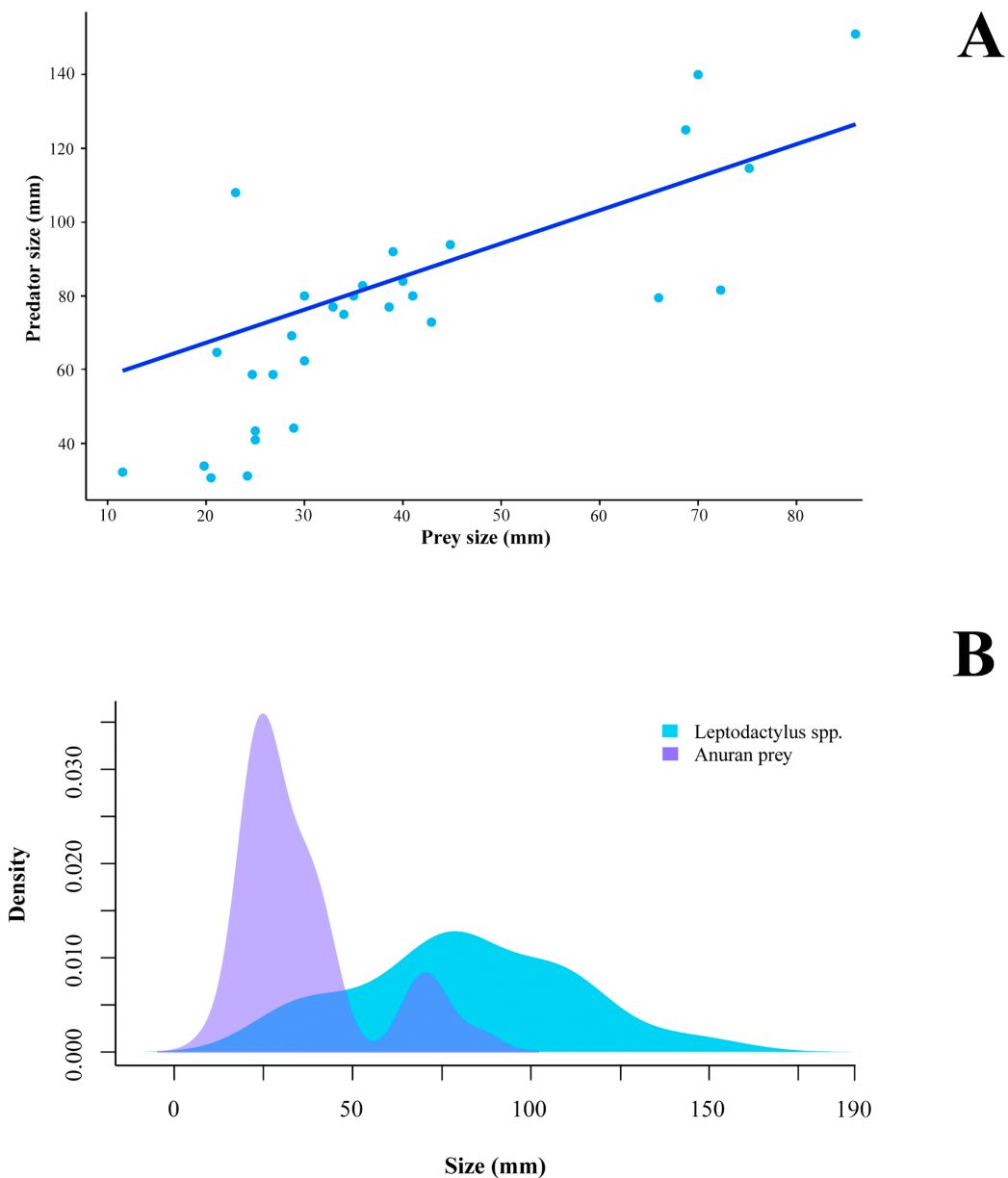


Figura 4.(A) Relação de tamanho dos *Leptodactylus* predadores e suas presas, baseado em dados da literatura (N= 38, $p= 0.0004633$, $r^2= 0.2919$). (B) Gráfico de densidade do kernel para avaliar distribuições de tamanhos de sapos presas a partir de dados da literatura. Densidades mais altas representam um número maior de publicações envolvendo determinado tamanho dos animais.

O tamanho dos *Leptodactylus* quanto predadores de anuros foi consideravelmente maior que o das presas em todos os eventos no qual os indivíduos tiveram o CRC aferido. O CRC médio dos predadores foi de 91,80 mm \pm 40,22 (30,7–190 mm), e das presas 35,58 mm \pm 17,28 (19,8–86 mm). A regressão linear indicou relação positiva de tamanho entre predador e presa ($p= 0,000463$, $r^2= 0,2919$; $N= 38$; Figura 4A), reforçando que predadores maiores tendem a consumir presas maiores. Este padrão foi reforçado pelos resultados do índice de densidade de Kernel, evidenciando uma faixa de densidade de registros de tamanhos de presas estimados entre 20 mm e 90 mm, enquanto para predadores os valores de CRC estiveram entre 80 mm e 150 mm (Figura 4B).

4. Discussão

4.1. Distribuição temporal e espacial dos registros

Embora ampla, a literatura acerca da anurofagia em *Leptodactylus* se restringe a registros pontuais (Measey et al., 2015) e, no máximo, trazem a lista de itens ingeridos por determinada espécie de predador. Por sua vez, quando comparado com outros gêneros de anuros, esse hábito alimentar não pode ser tomado apenas como fortuito para o gênero, considerando a densidade de registros já realizados. A maioria dos registros estão concentrados na sub-região brasileira e chacoana, o que pode estar diretamente associado à maior área (Morrone et al., 2022) e à riqueza de espécies de *Leptodactylus* concentradas nestas sub-regiões (de Sá et al., 2014; Magalhães et al., 2020). Além disso, alguns fatores intrínsecos podem explicar a distribuição geográfica desses registros, tais como: (1) a maior diversidade de espécies de anuros nas regiões tropicais (Hof et al., 2014; Bonetti & Wiens, 2014), que torna mais propensa a ocorrência de interações predatórias sobrepostas entre as espécies do grupo, fazendo com que eventos de anurofagia sejam mais comuns (Fritz &

Rahbek, 2012; Ochoa-Ochoa et al., 2019, 2020); (2) a região com maior densidade de registros - da sub-região chacoana, detém dois dos biomas considerados *hotspots* de biodiversidade mundial - a Mata atlântica e o Cerrado (*sensu* Myers et al., 2000), assim, além da consequente maior riqueza de espécies, essas regiões recebem proporcionalmente maior atenção de pesquisadores, crescendo maior probabilidade de registros observacionais de campo associada às amostragem. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos que tratavam dos padrões de registros de predação de lagartos por aranhas na região Neotropical (Reyes-Olivares et al., 2020).

Embora muito cedo relatada na literatura, a anurofagia em *Leptodactylus* só começou a ser descrita com maior frequência a partir dos últimos 20 anos, demonstrando um crescente interesse na divulgação de eventos pontuais em notas (N= 77; 74%). e registros realizados em estudos sistematizados de dieta para o gênero em formato de artigos completos (N= 27; 26%). Isso reforça ainda mais o que Measey et al., (2016) aponta sobre esses registros. As revistas de maior veículo dessas publicações são a Herpetological Review (N= 34; 33%) e Herpetology Notes (N= 22; 21.4%), correspondendo juntas a mais da metade do trabalhos publicados sobre o assunto (N= 56; 54.4%), tendo as seções dessas revistas favoráveis a registros pontuais, se limitam a especificidade da área que estas contemplam, concentrando nessas revistas muitos dos dados publicados, sem muita diversidade de periódicos de áreas do conhecimento mais abrangentes.

Além do mais, esforços financeiros e humanos foram mais direcionados aos *Hotspots* de biodiversidade, onde são concentradas boa parte dos registros feitos, salientando o fator humano na amostragem, e consequentemente nos padrões obtidos.

Entretanto, ainda há muito para ser investigado em relação a esses padrões e tendências, que, por sua vez, podem ser melhor compreendidos com o refinamento e

padronização das informações fornecidas nos registros. Disponibilização de informações mais detalhadas sobre os eventos de predação, características morfológicas dos indivíduos (e.g. medidas morfométricas, peso), coordenadas geográficas precisas, itens adicionais do conteúdo estomacal, e identificações taxonômicas precisas, por exemplo, são de extrema importância. De acordo com os padrões dos dados achados pelo estudo, sugerimos maior incentivo para estudos semelhantes, além de maior exigência dos periódicos quanto à precisão e detalhes dos dados obtidos e consequentemente publicados.

4.2. Dos hábitos alimentares ao sucesso da predação

Alguns registros apontam uma tentativa de predação, e uma falha subsequente, em geral, devido ao vasto repertório de mecanismos antipredação presente nos anfíbios anuros (Ferreira et al., 2019). Para *Leptodactylus*, essas presas são normalmente pertencentes à família Bufonidae, onde muitos representantes são capazes de secretar substâncias que podem ser potencialmente tóxicas para alguns predadores (Toledo et al., 2011), levando à regurgitação da presa (Bovo et al., 2014; Pinto & Costa-Campos, 2015; Thomas et al., 2017; Rojas-Padilha et al., 2018; Santos et al., 2018; Capela et al., 2020). Apesar disso, existem casos de sucesso na predação de indivíduos jovens de Bufonidae (Cardoso & Sazima, 1977; Ceron et al., 2019). Tal fato, levanta interessantes questões acerca dos fatores limitantes no sucesso de predação de espécies potencialmente tóxicas, por exemplo, se existe alguma relação espécie-específica na interação predador-presa para resistir às toxinas? O estágio de desenvolvimento ou tamanho da presa pode afetar o sucesso da predação de animais tóxicos? Essas e outras questões podem ser melhor avaliadas em estudos experimentais inerentes ao efeito dessas toxinas em predadores (e.g. Jolly et al. 2016; Pettit et al. 2021).

O hábito alimentar generalista de *Leptodactylus* acompanha o uso generalista do habitat, com essa ocupação vasta de ambientes em diferentes condições, além de uma

grande variedade de possíveis recursos leva a nichos ecológicos amplos e potencialmente sobrepostos (Baia et al., 2020). Essa elevada taxa de simpatria e sintopia aumenta as chances de encontro com outros anuros (Measey et al., 2015), isso justifica a maior parte dos registros serem do grupo *L. latrans* (N= 62; 55.9%), que apresenta maior distribuição (Magalhães et al., 2020). Isso ainda em localidade de grande amostragem como áreas de *hotspots* de biodiversidade - como Cerrado e mata Atlântica (Figura 4), ainda mais por serem regiões megadiversas como o direcionado a este estudo, o Neotrópico (Hof et al., 2014; Bonetti & Wiens, 2014). Por apresentarem hábitos predominantemente terrestres, é esperado que suas presas também ocupem habitats semelhantes favorecidas pela oportunidade (Woodward & Hildrew, 2002). De fato, dos quatorze gêneros de presas registrados, nove são fundamentalmente terrestres, como *Physalaemus*, *Leptodactylus*, *Rhinella*, *Elachistocleis*, *Engystomops*, *Pseudopaludicola*, *Atelopus* e *Rupirana*, e representam quase 60% dos registros (N= 63). Todavia, representantes da família Hylidae, frequentemente registradas sobre a vegetação arbustiva e arbórea (Nin-Xin et al. 2018; Moser et al., 2019), com registros de predação normalmente reportados para os gêneros *Boana*, *Tlalocohyla*, *Scinax*, *Dendropsophus* e *Trachycephalus*. O alto número de registros de predação de espécies arborícolas por *Leptodactylus* (N= 29; 26,1% dos registros), reforça o comportamento oportunista de emboscada desse gênero. Kluge (1981) observou que *L. pentadactylus* permaneciam parados observando indivíduos de *B. rosenbergii* vocalizando no poleiro, aguardando que caíssem ou descessem ao chão.

A condição simpátrica e sintópica das espécies dos grupos podem também aumentar as chances de eventos de predação entre indivíduos do mesmo gênero e até da mesma espécie. Para *Leptodactylus*, indivíduos do mesmo gênero representaram a maior parte dos registros de anurofagia (N= 21; 18.9%; e.g. Da Silva et al., 2010; Sales et al., 2015; Sousa et

al., 2016; Silva et al., 2018; Escalante & Sánchez, 2021) e destes, sete representam eventos de canibalismo (e.g. Kokubum & Rodrigues, 2005; Costa-Pereira et al., 2015; Guimarães et al., 2015; Forti et al., 2017).

4.3. A relação do tamanho na interação predador-presa

A relação positiva do tamanho na interação predador-presa é fenômeno conhecido (Wiggins, 1992; Lima & Moreira, 1993; Toledo et al., 2007; Meneses et al., 2020; Reyes-Oliveira et al., 2020). Especialmente na anurofagia, em espécies generalistas, essa relação é considerada um dos principais fatores preditores para a ocorrência desta interação (Wells 2007; Toledo et al., 2007; Measey et al., 2015). Ainda que esse padrão seja amplamente corroborado em registros observacionais, estudos de dieta de *Leptodactylus* desafiam essa premissa (Teles et al., 2018; Solé et al., 2018; Baia et al., 2020). Os dados aqui reunidos corroboram a relação positiva do tamanho dos predadores em relação a suas respectivas presas, reforçando a hipótese de que este é um elemento crucial para a ocorrência do evento. Essa relação significativa é comumente observada para predadores vertebrados (Lima & Moreira, 1993; Rodrigues et al., 2004), diferente do que é observado para predadores invertebrados, onde suas presas são, em geral, maiores que os predadores (Meneses et al., 2020; Reyes-Olivares et al., 2020) onde nesse caso, revela o papel atuante de toxinas que permitem esse consumo ativo de presas maiores, sem a limitação de um aparelho bucal proporcionada pelas adaptações morfofisiológicas do grupo. Para os *Leptodactylus* essa busca energética apresenta dois modos, seja por presas maiores ou por vezes, em quantidade quando não suprida pelo encontro de presas maiores (Spitz et al., 2012; Burian et al., 2020) ainda que seja energeticamente mais custoso. Em nossos dados, ambas as tendências se mostraram relevantes na anurofagia, desde predadores maiores consumirem presas maiores, ou até mesmo em maior quantidade (Figura 5A-E).

A busca por presas nem sempre culmina em presas maiores, mas em uma compensação com maior quantidade de indivíduos predados (Spitz et al., 2012; Burian et al., 2020). Para *Leptodactylus*, registros de dois ou até mesmo três anuros consumidos por um único indivíduo já foram realizados (e. g. Cardoso & Sazima, 1971; Silva et al., 2010; Santana et al., 2012; González-Duran & Gutiérrez-Cárdenas, 2013; Sousa et al., 2016). Evidentemente, a tendência de consumir maior número de anuros também está relacionada ao tamanho, pois quanto maior o predador, maior sua capacidade de consumir mais indivíduos. Relaciona-se isto à capacidade de abertura da boca, na busca por mais presas (Van Sluys et al., 2001), ou por presas maiores (Lima & Moreira, 1993; Rodrigues et al., 2004) assumindo uma elevada diversidade de presas desde que respeitadas estas limitações. Ambas as estratégias utilizadas vão de acordo com a tendência do gênero como predadores de hábito generalista e de senta-espera (Rodrigues et al., 2004; Sanabria et al., 2005 Solé et al., 2009; Teles et al., 2018; Solé et al., 2018; Baia et al., 2020), gastando menos energia comparado a espécies de forrageamento ativo (Anderson & Karasov, 1981).

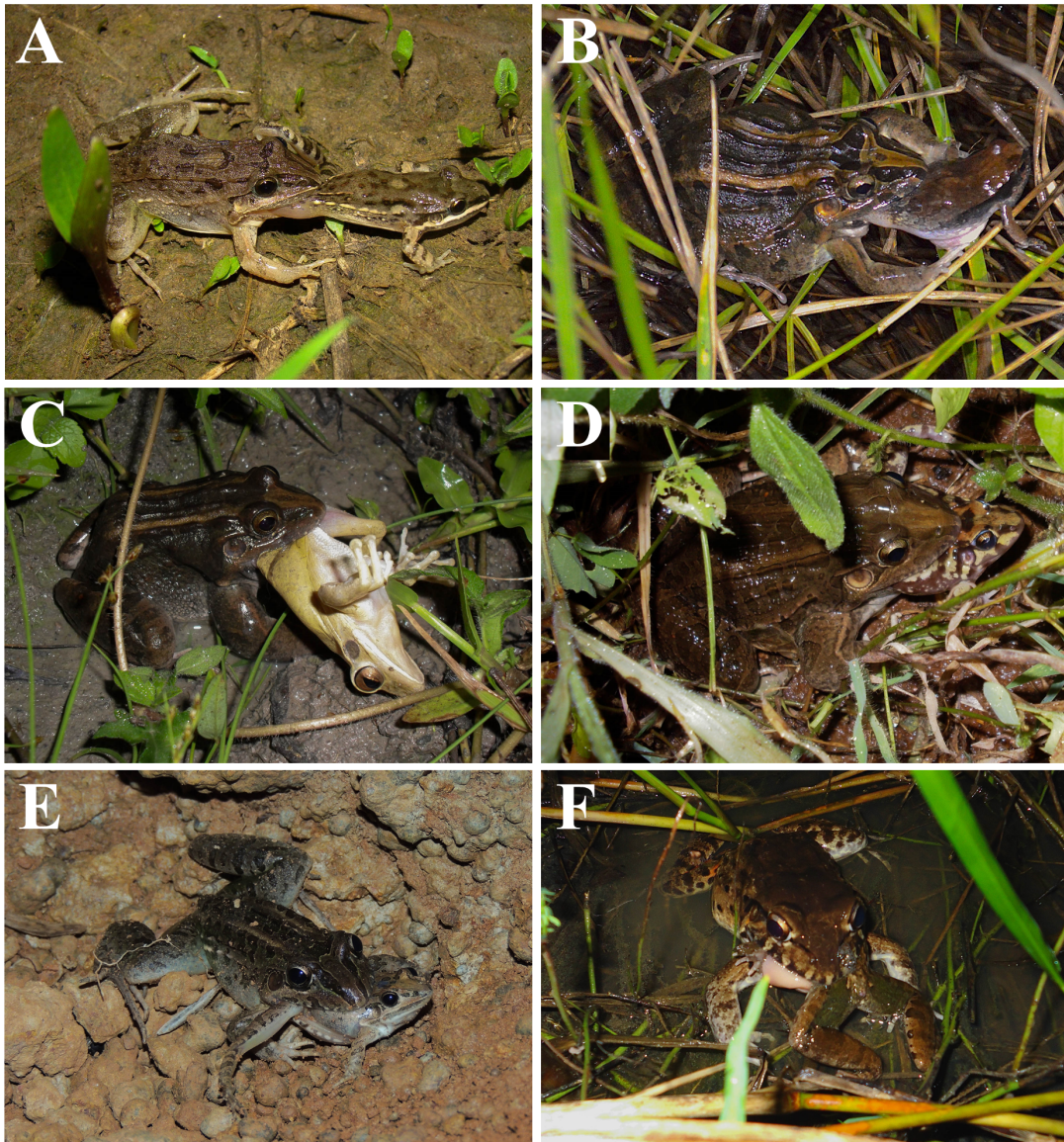


Figura 2. Eventos de anurofagia por *Leptodactylus*. (A) *Leptodactylus fuscus* predando *Leptodactylus caatingae* (Novaes-e-Fagundes & Zina, 2017), (B) *Leptodactylus chaquensis* predando *Physalaemus centralis* (Costa-Pereira et al., 2015), (C) *Leptodactylus latrans* predando *Boana raniceps* (Ferreira et al., 2011), (D) *Leptodactylus macrosternum* predando *Leptodactylus troglodytes* (Sales et al., 2015), (E) *Leptodactylus chaquensis* predando *Leptodactylus fuscus* (Costa & Trevelin, 2020) e (F) *Leptodactylus vastus* predando *Leptodactylus latrans* (Santana et al., 2012). Fotos por Gabriel Novaes-e-Fagundes (A), Raul Costa-Pereira (B), Anthony Santana Ferreira (C), Raul Fernandes Dantas Sales (D), William P. Costa (E), Daniel Oliveira Santana (F).

Dessa forma, o presente estudo fornece um panorama geral do conhecimento acerca da anurofagia no gênero *Leptodactylus* e apresenta uma avaliação inicial em relação aos

seus padrões e tendências. Embora seja um primeiro passo para entender aspectos relacionados à essa relação predador-presa, estamos longe de compreender a complexidade da dinâmica ecológica envolvida nessa interação. Reforçamos a necessidade de estudos adicionais com testes *in-situ* e *ex-situ* para avaliar quais os fatores limitantes para a ocorrência de anurofagia em *Leptodactylus* e quais as espécies de predadores e presas mais propensas a essa interação.

Agradecimentos

Agradecemos ao Projeto de Pesquisa e Conservação Herpeto em foco, por permitir o ambiente propício e estimulante para a troca de informações, contatos e conhecimentos que permitiu a devida constituição deste trabalho. Agradecemos a todos os fotógrafos que se mostraram solícitos a contribuir com o trabalho cedendo as permissões de suas fotos, como Dr. Gabriel Novaes-e-Fagundes, Dr. Raul Costa-Pereira, Ms. Anthony Santana Ferreira, Dr. Raul Fernandes Dantas Sales, Ms. William P. Costa e Dr. Daniel Oliveira Santana. MJMD Marcos J. M. Dubeux agradece à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE (IBPG-1117-2.04/19), Lucas Rosado Mendonça agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (008/2021) pela bolsa cedida. E ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa cedida ao Dr. G.J.B. de Moura.

Referências

Anderson, R. A., W. H. Karasov. 1981. Contrasts in energy intake and expenditure in sit-and-wait and widely foraging lizards. *Oecologia*. 49, 67–72.

- Andrade, E. B., Júnior, T. B. L., Júnior, J. M. A. L., Leite, R. S. A., 2012. Predation by native fish and feeding by crab species on *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) in northeastern, Brazil. Herpetol. Notes. 5, 173–175.
- Andrade, E. B., Melo, S. C. A. Cunha, J. A. S., 2013. Predation on *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) by *Botaurus pinnatus* (Pelecaniformes: Ardeidae) in Northeastern Brazil. Herpetol. Notes. 6, 201–202
- Avila-López, O. A., Reyes-Velasco, C., Hermosillo-López, A., 2012. *Leptodactylus melanonotus* (Sabinal Frog). Prey. Herpetol. Rev. 43(1), 122–123.
- Baía, R. R. J., Sanches, P. R., Santos, F. P., Florentino, A. C., Costa-Campos, C. E., 2020. Diet overlap of three sympatric species of *Leptodactylus* Fitzinger (Anura: Leptodactylidae) in a Protected area in the Brazilian Amazon. Cuad. herpetol. 34, 175–184.
- Baracho, E. B. O., Queiroz, M. H. C., Mângia, S., 2013. Predation of *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824) (Anura: Hylidae) by Miranda's White-lipped Frog *Leptodactylus macrosternum* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Anura: Leptodactylidae). Herpetol. Notes. 6, 599–601.
- Bezerra, A. M., Ruggeri, J., Carvalho-e-Silva, S. P., 2015. *Scinax fuscovarius* (Snouted Treefrog). Predation. Herpetol. Rev. 46(2), 239.
- Biernacki, P., & Waldorf, D., 1981. Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. Sociol. Methods. Res. 10(2), 141–163.
<https://doi.org/10.1177%2F004912418101000205>

- Bohannan, B. J., Lenski, R. E., 2000. The relative importance of competition and predation varies with productivity in a model community. *Am. Nat.* 156, 329–340. <https://doi.org/10.1086/303393>
- Bonetti, M. F., Wiens, J. J., 2014. Evolution of climatic niche specialization: a phylogenetic analysis in amphibians. *Proc. Biol. Soc. B-Biol. Sci.* 281, 20133229. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3229>
- Bovo, R. P., Bandeira, L. N., Condez, T. H., 2014. *Rhinella ornata* (Mexican Spadefoot). Predation by *Leptodactylus latrans*. *Herpetol. Rev.* 45(1), 115.
- Braun, D. V., Campinhos, E. C., Silva-Soares, T., 2020. *Leptodactylus latrans* (Butter Frog). Feeding Attempt. *Herpetol. Rev.* 51(3), 564–465.
- Burian, A. Nielsen, J. M., Winder, M., 2020. Food quantity–quality interactions and their impact on consumer behavior and trophic transfer. *Ecol.* 90(1), e01395. <https://doi.org/10.1002/ecm.1395>
- Caldas, F. L. S., Garda, A. A., Cavalcanti, L. B. Q., Leite-Filho, E., Faria, R. G., Mesquita, D. O., 2019. Spatial and Trophic Structure of Anuran Assemblages in Environments with Different Seasonal Regimes in the Brazilian Northeast Region. *Copeia.* 107(3), 567–584. <https://doi.org/10.1643/CH-18-109>
- Capela, D. J. V., Struett, M. M., Leivas, P. T., 2020. Predation attempt of *Rhinella ornata* (Spix, 1824) (Anura, Bufonidae) by *Leptodactylus* cf. *latrans* (Anura, Leptodactylidae) in the Atlantic Forest, Brazil. *Herpetol. Notes.* 13, 11–13.
- Cardoso, A. J., Sazima, I., 1977. Batracofagia na fase adulta e larvária da rã pimenta, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) - Anura, Leptodactylidae. *Cienc. Cult.* 29(10), 1130–1132.

- Carrillo, J. F. C., Ferreira, V. G., Santana, D. J., 2019. Batrachophagy by *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in the Brazilian Cerrado and Pantanal. Herpetol. Notes. 12, 261–263.
- Carvalho, D., Vasconcelos, B. D., Fernandes, M. A. R., Álvares, G. F. R., Brandão, R. A. (2020): Predation on *Amazonetta brasiliensis* (Gmelin, 1789) (Aves: Anseriformes: Anatidae) by *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura: Leptodactylidae) in Central Brazil. Herpetol. Notes. 13, 291–292.
- Ceron, K., Moroti, M. T., Benício, R. A., Balboa, Z. P., Marçola, Y., Pereira, L. B., Santana, D. J., 2018. Diet and first report of batrachophagy in *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae). Neotrop. Biodivers. 4(1), 70–74
<https://doi.org/10.1080/23766808.2018.1467173>
- Chavez, L. S., Vega, E. S. F., Moura, C. C. M., Muniz, S. L. S. Moura, G. J. B., 2012. *Leptodactylus latrans* (Caçote Frog). Predation. Herpetol. Rev. 43(3), 464–465.
- Chávez, G., Venegas, P. J., Lescano, A. Two new records in the diet of *Ceratophrys cornuta* Linnaeus, 1758 (Anura: Ceratophryidae). Herpetol. Notes. 4, 285–286
- Coelho, F. E. A., Magalhães, F. M., Silva-Neta, A. F., Marques, R., 2022. *Leptodactylus vastus* (Leptodactylidae) predation on an endemic frog, and a compilation of its diet. Acta. Biolo. Colomb. 27(1), 135–139. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.90678>
- Costa, W. P., Trevelin, C. C., 2020. Congeneric predation of *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799) by *Leptodactylus chaquensis* Cei, 1950 (Anura, Leptodactylidae). Herpetol. Notes. 13, 109–111.
- Costa-Pereira, R., Martins, F. I., Sczesny-Moraes, E. A. Brascovit, A., 2010. Predation on young treefrogs (*Osteocephalus taurinus*) by arthropods (Insecta, Mantodea and Arachnida, Araneae) in Central Brazil. Biota. Neotrop. 10(3), 469–472

- Costa-Pereira, R. Sugai, J. L. M. M., Duleba, S. Sugai, L. S. M., Terra, J. S., Souza, F. L., 2015. Predation on *Physalaemus centralis* by the Chaco Frog *Leptodactylus chaquensis*. Herpetol. Notes. 8, 345–346.
- Costa, R.N., Bauer, A.G., Magalhães, R.F., Nomura, F., 2015. *Leptodactylus labyrinthicus* (Pepper Frog) Diet. Herpetol. Rev. 46(2), 233
- Couto, A. P., Menin, M., 2014. Predation on the lizard *Alopoglossus angulatus* (Squamata: Gymnophthalmidae) by the Smoky Jungle Frog, *Leptodactylus pentadactylus* (Anura: Leptodactylidae) in Central Amazonia. Herpetol. Notes. 7, 37–39
- DeClerck, F. A. J., Chazdon, R., Holl, K. D., Milder, J. C., Finegan, B., Martinez-Salinas, A., Imbach, P., Canet, L., Ramos, Z., 2010. Biodiversity conservation in human-modified landscapes of Mesoamerica: Past, present and future. Biol. Conserv. 143, 2301–2313. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.026>
- de Sá, R. O., T. Grant, A. Camargo, W. R. Heyer, M. L. Ponsa, E. Stanley., 2014. Systematics of the Neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. South American Journal of Herpetology 9, S1–S128. <https://doi.org/10.2994/sajh-d-13-00022.1>
- Diaz-Ricaurte, J. C., Marques, P. R., 2021. *Leptodactylus labyrinthicus* (Pepper Frog). Batrachyophagy. Herpetol. Rev. 52(1), 117.
- Dubeux, M. J. M., Andrade, A. B., Rodrigues, H. D. D., 2020. *Hylomantis granulosa* (Granular Leaf Frog). Predation. Herpetol. Rev. 51(4), 819.
- Duellman, W. E., Trueb, L. 1994. Biology of amphibians. Baltimore & London: John Hopkins University Press.

- Duellman, W. E., Pianka, E. R., 1990. Biogeography of nocturnal insectivores: historical events and ecological filters. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21, 57–68. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.000421>
- Duré, M. I., 1999. *Leptodactylus chaquensis* (NCN). *Diet. Herpetol. Rev.* 30(2), 92.
- Duré, M. I., Kehr, A. I., Schaefer, E. F., 2009. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa*. 8, 27–39. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v8i1p27-39>
- Escalante, R. N., Sanches, M. M., 2021. Predation on a Middle American White-lipped Frog (*Leptodactylus fragilis*) (Anura: Leptodactylidae) by a Caribbean Ditchfrog (*Leptodactylus insularum*) (Anura: Leptodactylidae) in Costa Rica. *Reptiles Amphib.* 28(1), 98–99. <https://doi.org/10.17161/randa.v28i1.15339>
- Faggioni, G. P., Souza, F. L., Uetanabaro, M., Landgraf-Filho, P., Prado, C. P. A., 2017. Diet of *Leptodactylus bufonius* Boulenger, 1894, in the Brazilian Chaco. *Herpetozoa*. 30(1–2), 72–76.
- Ferreira, R. B., Dantas, R. B., Teixeira, R. L., 2007. Reproduction and ontogenetic diet shifts in *Leptodactylus natalensis* (Anura, Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão*. 22, 45–55.
- Ferreira, A. S., Faria, R. G., Silva, I. R. S., Schettino, S. C., 2011. *Hypsiboas raniceps* (Chaco Treefrog). Predation. *Herpetol. Rev.* 42(1): 86–87.
- Ferreira, R. B. Lourenço-de-Moraes, R., Zocca, C., Duca, C., Beard, K.H., Brodie Jr., E. D., 2019. Antipredator mechanisms of postmetamorphic anurans: a global database and classification system. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 73, 69. <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2680-1>

- Filho, L. E., Feijó, A., Rocha, P. A., 2014. Opportunistic predation on bats trapped in mist nets by *Leptodactylus vastus* (Anura: Leptodactylidae). *Biotemas*. 27 (3), 205–208. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n3p205>
- Fonseca, E., Lanna, F. Carvalho, R., Gehara, M., 2012. Predation on *Sibynomorphus newwiedi* (Serpentes: Dipsadidae) by *Leptodactylus labyrinthicus* (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Brazil. *Herpetol. Notes*. 5, 167–168
- Forti, L. R., Sousa, J. C., Costa-Campos, C. E., 2017. Distress calls of *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) during a cannibal attack. *Herpetol. Notes*. 10, 387–389.
- França, L., Facure, K., Giaretta, A., 2004. Trophic and Spatial Niches of two Large-sized Species of *Leptodactylus* (Anura) in Southeastern Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 39(3), 243–248. <https://doi.org/10.1080/01650520400007330>
- Frost, D. R. 2022. Amphibian Species of the World: Online Reference. Version 6.1. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. Accessed on 30 March 2022.
- Gazoni, T., Lyra, M. L., Ron, S. R., Strüssmann, C., Baldo, D., Narimatsu, H., ... Carvalho, T. R., 2021. Revisiting the systematics of the *Leptodactylus melanonotus* group (Anura: Leptodactylidae): Redescription of *L. petersii* and revalidation of its junior synonyms. *Zool. Anz.* 290, 117–134. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2020.12.002>
- Goodman, L. A., 1961. Snowball sampling. *Ann. Math. Stat.* 32(1), 148–170.
- González-Duran, G., Gutiérrez-Cárdenas, P. D. A., 2013. *Leptodactylus savagei* (Savage's Thin-toed Frog). *Prey. Herpetol. Rev.* 44(2), 294–295.
- Guimarães, L. D., Pinto, R. M., Juliano, R. F., 2004. *Bufo granulatus* (NCN). Predation. *Herpetol. Rev.* 35(3), 259.

- Guimarães, F. P. B. B., Marques, R. Tinôco, M. S., 2015. *Leptodactylus vastus* (Northeastern Pepper Frog) Cannibalism. *Herpetol. Rev.* 46(1), 74–75.
- Heitor, R. C., Lacerda, J. V. A., Silva, E. T., Peixoto, M. A., Elon, R. G., 2012. Predation of *Hypsiboas pardalis* (Anura, Hylidae) by the butter frog *Leptodactylus cf. latrans* (Anura, Leptodactylidae), in municipality of Espera Feliz, State of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Herpetol. Notes.* 5, 23–25.
- Hof, C., Araujo, M. B., Jetz, W., Rahbek, C., 2011. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. *Nature.* 480, 516–519.
<https://doi.org/10.1038/nature10650>
- Jolly, C. J., Shine, C. J. J., Greenlees, M. J., 2016. The impacts of a toxic invasive prey species (the cane toad, *Rhinella marina*) on a vulnerable predator (the lace monitor, *Varanus varius*). *Biol. Invasions.* 18, 1499–1509.
<https://doi.org/10.1007/s10530-016-1097-2>
- Kokubum, M. N. C., Rodrigues, A. P., 2005. *Leptodactylus ocellatus* (Rã-Manteiga). Cannibalism. *Herpetol. Rev.* 36(3), 303.
- Kluge, A. G., 1981. The life history, social organization, and parental behavior of *Hyla rosenbergi* Boulenger, a nest building gladiator frog. *Misc. publ. - Mus. Zool., Univ. Mich.* 160, 1–170.
- Landgraf-Filho, P., Uetanabaro, M., Mori, I. K., Hokama, D. L., Aoki, C., 2012. *Trachycephalus typhonius* (Milky Treefrog). Predation. *Herpetol. Rev.* 43(3), 472.
- Lima, A. P., Moreira, G., 1993. Effects of prey size and foraging mode on the ontogenetic change in feeding niche of *Colostethus stepheni* (Anura: Dendrobatidae). *Oecologia.* 95, 93–102. <https://doi.org/10.1007/BF00649512>

- Lopes, A.G., Sousa, J. C., Tavares-Pinheiro, R., Costa-Campos, C. E., 2021. *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) preyed upon by *Lygophis lineatus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Dipsadidae), with notes on its distress call. *Herpetol. Notes*. 14, 949–953.
- Magalhães, F. M., Lyra, M. L., Carvalho, T. R., Baldo, D., Brusquetti, F., Burella, P., Colli, G. R., Gehara, M. C., Giaretta, A. A., Haddad, C. F. B., Langone, J. A., Lopez, J. A., Napoli, M. F., Santana, D. J., de Sá, R. O., Garda, A. A., 2020. Taxonomic review of South American butter frogs: phylogeny, biogeographic patterns, and species delimitation in the *Leptodactylus latrans* species group (Anura: Leptodactylidae). *Herpetol. Monogr.* 34, 131–177. <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-19-00012>.
- Maneyro, R., Naya, D. E., Rosa, I., Canavero, A., Camargo, A., 2004. Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. *Iheringia, Sér. Zool.* 94(1), 57–61. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212004000100010>
- Marques-Pinto, T., Barreto-Lima, A. F., Brandão, R. A., 2019. Dietary resource use by an assemblage of terrestrial frogs from the Brazilian Cerrado. *North-West J. Zool.* 15(2), 135–146.
- Measey, G. J., Vimercati, G., Villers, F. A., Mokhatla, M. M., Davies, S. J., Edwards, S., Altwegg, R., 2015. Frog eat frog: exploring variables influencing anurophagy. *PeerJ* 3:e1204. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.1204>
- Mendes, C. V. M., Ruas, D. S., Solé, M., 2012. Predation attempt of *Trachycephalus mesophaeus* (Hylidae) by *Leptodactylus cf. latrans* (Leptodactylidae). *Herpetol. Notes*. 5, 163–164.

- Mendonça, C. M., Farina, R. K., Tozzetti, A. M., 2020. *Leptodactylus latrans* (Butter Frog). Diet. Herpetol. Rev. 51(3), 564.
- Meneses, A. S. O., Corrêa, B. A. A. P., Fernandes, M. A. R. F., Lopes, M. A. R., Citeli, N. K., Brandão, R. A. 2020. What size of Neotropical frogs do spiders prey on? *Biologia* 76, 919–932. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00603-x>
- Mittermeier, R. A., P. R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, J. Brooks, C. G. Mittermeier, J. Lamourux and G. A. B. Fonseca., 2005. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Cemex. Washington, DC.
- More, N. P., 2021. *Microhyla nilphamariensis* (Nilphammarai Narrow-mouthed Frog). Predation. Herpetol. Rev. 52(4), 833–834.
- Moreira, L. F. B., Smaniotto, N. P., 2017. *Leptodactylus elenae*. Predation. Herpetol. Rev. 48(1), 163–164.
- Morrone, J. J., Escalante, T., Rodríguez-Tapia, G., Carmona, A., Arana, M., Mercado-Gómez, J. D., 2022. Biogeographic regionalization of the Neotropical region: New map and shapefile. *An. Acad. Bras. Cienc.* 94, e20211167. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211167>
- Moser, C. F., Olmedo, G. M., Oliveira, M., Tozzetti, A. M., 2019. Movement ecology and habitat use in males of two species of *Boana* (Anura: Hylidae) during the breeding season. *Herpetol. Notes.* 12, 885–893.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C. *et al.*, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Neto, A. G. S., Barbosa, L. P., Santos, D. P., Santos-Silva, C. R., 2015. Predação de *Hypsiboas faber* (Anura: Hylidae) por *Leptodactylus vastus* em uma lagoa temporária na mata atlântica de Capela, Sergipe. *Natureza on line.* 13(3), 126–127.

- Nin-Xin, Dang, Ji-Shan, W., Liang, J., De-Chun, J., Liu, J., Wang, L., Jia-Tang, L., 2018. The specialisation of the third metacarpal and hand in arboreal frogs: Adaptation for arboreal habitat? *Acta Zool.* 99, 115–125. <https://doi.org/10.1111/azo.12196>
- Novaes-e-Fagundes, G., Zina, J., 2017. *Leptodactylus caatingae*. Predation. *Herpetol. Rev.* 48(3), 607.
- Ochoa-Ochoa, L. M., Mejía-Domínguez, N. R., Velasco, J. A., Dimitrov, D., Marske, K. A., 2020. Dimensions of amphibian alpha diversity in the New World. *J. Biogeogr.* 47, 2293–2302. <https://doi.org/10.1111/jbi.13948>
- Ochoa-Ochoa, L. M., Mejía-Domínguez, N. R., Velasco, J. A., Marske, K. A., Rahbek, C., 2019. Amphibian functional diversity is related to high annual precipitation and low precipitation seasonality in the New World. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 28(9), 1–11. <https://doi.org/10.1111/geb.12926>
- Oda, F. H., Gambale, P. G., Batista, V. G., 2016. *Leptodactylus chaquensis* (Anura, Leptodactylidae) as a predator of *Pseudis platensis* (Anura, Hylidae) in southern Brazil. *Lundiana.* 12(1), 45–48.
- Oliveira, R. H., Silva, M. C. Ávila, R. W., 2014. Predation of *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) by *Lygophis dilepis* Cope, 1862 (Squamata: Dipsadidae). *Herpetol. Notes.* 7, 357–358.
- Parzen, E., 1962. On estimation of a probability density function and mode. *Ann. Math. Stat.* 33, 1065–1076. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177704472>
- Pazinato, D. M. M., Trindade, A. O., Oliveira, S. V., Cappellari, L. H., 2011. Dieta de *Leptodactylus latrans* (Steffen, 1815) na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas.* 24(4), 147–151. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n4p147>

- Peres, P. B., Souza, K. S., Mendonça, R. Á., 2017. *Leptodactylus latrans* (Butter Frog). Diet. Herpetol. Rev. 48(1), 164.
- Pettit, L., Crowther, M. S., Ward-Fear, G., Schine, R., 2021. Divergent long-term impacts of lethally toxic cane toads (*Rhinella marina*) on two species of apex predators (monitor lizards, *Varanus* spp.). PLoS ONE. 16(7), e0254032. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254032>
- Pianka, E. R., 1973. The structure of lizard communities. Ann. Rev. Ecol. Syst. 4: 53–74. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>
- Pinto, O. R., Costa-Campos, C. E., *Atelopus hoogmoedi* (Harlequin Toad). Predation., 2015. Herpetol. Rev. 46(4), 612.
- Pontarp, M., Petchey, O. L., 2018. Ecological opportunity and predator–prey interactions: linking eco-evolutionary processes and diversification in adaptive radiations. Proc. R. Soc. B. 285, 20172550. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2550>
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Crump, M. L., Savitzky, A. H., Wells, K. D., Brandley, M. C., 2016. Herpetology. 4^o ed. Sinauer Associates Inc. pag. 501–533.
- Prado, C. P. A., Uetanabaro M., Lopes F. S., 2000. Reproductive strategies of *Leptodactylus chaquensis* and *L. podicipinus* in the Pantanal, Brazil. J. Herpetol. 34, 135–139. <https://doi.org/10.2307/1565249>
- Queiroz, M. S., Couto, R. M. P., Miguel, M. C., 2019. *Leptodactylus chaquensis* - the voracious generalist frog as a predator of two different anuran species. Herpetol. Notes. 12, 483–486.
- Reyes-Olivares, C., Guajardo-Santibañez, A., Segura, B., Zañartu, N., Penna, M., Labra, A., 2020. Lizard predation by spiders: a review from the Neotropical and Andean regions. Ecol. Evol. 10 (20), 10953–10964. <https://doi.org/10.1002/ece3.6801>.

- Rojas-Padilha, O., Menezes, V. Q., Rios, C. H. V., Pendu, Y. L., Mira-Mendes, C.V., 2018. Predation attempt on *Rhinella crucifer* (Wied, 1821) (Anura, Bufonidae) by *Leptodactylus* cf. *latrans* (Steffen, 1815) (Anura, Leptodactylidae) in southern Bahia, Brazil. *Herpetol. Notes*. 11, 831–834.
- Rolim, D. C., Almeida, S. C., Jim, J., 2009. *Scinax fuscomarginatus* (NCN). Predation. *Herpetol. Rev.* 40(1), 73.
- Roslin, T., Hardwick, B., Novotny, V., Petry, W. K., Andrew, R. N., Asmus, A., Barrio, I. C. et al., 2017. Higher predation risk for insect prey at low latitudes and elevations. *Science* 356(6339), 742–744. <https://doi.org/10.1126/science.aaj1631>
- Rodrigues, A. P., Filho, J. C. O., 2004. *Physalaemus nattereri* (NCN). Attempted predation. *Herpetol. Rev.* 35(2), 160–161.
- Rodrigues, D. J., Uetanabaro, M., Prado, C. P. A., 2004. Seasonal and ontogenetic variation in diet composition of *Leptodactylus podicipinus* (Anura, Leptodactylidae) in the southern Pantanal, Brazil. *Rev. Esp. Herp.* 18, 19–28.
- Rosenblatt, M., 1956. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. *Ann. Math. Stat.* 27, 832–837. doi:10.1214/aoms/1177728190
- Sales, R. F. D., Jorge, J. S., Kokubum, M. N. C., Freire, E. M. X., 2015. Predation of *Leptodactylus troglodytes* by *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) in the Brazilian Caatinga. *Herpetol. Notes*. 8, 421–423.
- Sanabria, E. A., Quiroga, L. B. Acosta, J. C., 2005. Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Leptodactylidae) in a western swamp of Argentina. *Rev. Peru. Biol.* 12(3), 472–477.

- Santana, D. O., Rocha, S. M., Silva, I. R. S., Faria, R. G., 2012. Predation of *Leptodactylus latrans* (Anura, Leptodactylidae) and *Hypsiboas albomarginatus* (Anura, Hylidae) by *Leptodactylus vastus* (Anura, Leptodactylidae) in north-eastern Brazil. *Herpetol. Notes*. 5, 449–450.
- Santos, E. M., Almeida, A. V., Vasconcelos, S. D., 2004. Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. *Iheringia*. 94(4), 433–438.
- Santos, E. M., 2009. Notas sobre predação de anuros em uma poça temporária no nordeste do Brasil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão*. 25, 77–82.
- Santos, J. C., Leal, I. R., Almeida-Cortez, J. S., Fernandes, G. W., Tabarelli, M., 2011. Caatinga: The scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Trop. Conserv. Sci.* 4, 276–286. <https://doi.org/10.1177/194008291100400306>
- Santos, D. L., Vaz-Silva, W., 2012. *Physalaemus albonotatus* (Amphibia, Anura, Leiuperidae): Predação por *Leptodactylus mystacinus*. *Herpetol. Bras.* 3(1), 113–115
- Santos, F. P., Sanches, P. R., Sousa, J. C., Costa-Campos, C. E., 2018. *Rhinella major* (Granulated Toad). Predation. *Herpetol. Rev.* 49(2), 309–310.
- Santos, C. G. A., Assis, R. A., Borges, R. E., Benvindo-Souza, M., Santos, L. R. S. (2021): Predation attempt of *Physalaemus marmoratus* (Reinhardt and Lütken, 1862) (Anura: Leptodactylidae) by *Leptodactylus latrans* (Steffen, 1815) (Anura: Leptodactylidae) at Rio Verde, Goiás State, Brazil. *Herpetol. Notes*. 14, 177–180.
- Sales, R. F. D., Jorge, J. S., Kokubum, M. N. C., Freire, E. M. X., 2015. Predation of *Leptodactylus troglodytes* by *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) in the Brazilian Caatinga. *Herpetol. Notes*. 8, 421–423.

- Silva, M. T., Fernandes, V. D., Heitor, R. C., Viana, V. R., 2010. *Leptodactylus ocellatus* (Butter frog) Diet. Herpetol. Bull. 112, 36–38.
- Silva, F. A. T. G., Oliveira, M. L. T, Marques, R., Tinôco, M. S., 2013. *Itapotihyla langsdorffii* (ocellated tree frog): Anuran predation attempt. Herpetol. Bull. 124(2013), 29–30.
- Silva, P. H. E., Santos, F. P., Costa, L. F. S. T., Avelar, Y. K. S., Santana, M. M. S., Costa-Campos, C. E., 2018. *Leptodactylus fuscus* (Rufous Frog). Predation. Herpetol. Rev. 49(2), 303–304.
- Solé, M., Dias, I. D., Rodrigues, E. A. S., Marciano-Jr, E., Branco, S. M. J. Rödder, D. 2018. Diet of *Leptodactylus spixi* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. North-Western J. Zool. 15, 62–66.
- Sousa, J. C., Baía, R. R. J., Costa-Campos, C. E. 2016. *Rhinella major* (Anura: Bufonidae) and *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae): predation and cannibalism by *Leptodactylus macrosternum*. Cuad. herpetol. 30 (1), 25–27.
- Souza, U. F., Nogueira, C. H. O., Dubeux, M. J. M., Santos, S. M., Tinôco, M. S., 2021. *Erythrolamprus miliaris* (Linnaeus, 1758) (Squamata: Dipsadidae): A new prey item of *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820) (Squamata: Tropiduridae) in Southeastern Brazil. Oecologia Aust. 25(4), 904–908. <https://doi.org/10.4257/oeco.2021.2504.12>
- Souza, U. F., Oliveira, J. P. S., Dubeaux, M. J. M., 2022. *Leptodactylus macrosternum* (Miranda’s White-lipped Frog). Habitat Use. Herpetol. Rev. 53(2), 291–292.
- Spitz, J., Trites, A. W., Becquet, V., Brind’Amour, A., Cherel, Y., Galois, R., Ridoux, V., 2012. Cost of Living Dictates what Whales, Dolphins and Porpoises Eat: The Importance of Prey Quality on Predator Foraging Strategies. PLoS ONE 7(11), e50096. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050096>

- Tilman, D. 1986. A Consumer-Resource Approach to Community Structure. *Am. Zool.* 26, 5–22.
- Teixeira, R. L., Vrcibradic, D., 2003. Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from coastal lagoons of Southeastern Brazil. *Cuad. Herpetol.* 17(1–2), 111–118.
- Teles, D. A. Rodrigues, J. K., Teixeira, A. A. M., Ribeiro, S. C., 2015. *Leptodactylus vastus* (Northeastern Pepper Frog). *Diet. Herpetol. Rev.* 46(1), 75.
- Teles, D. A. Rodrigues, J. K., Teixeira, A. A. M., Araujo-Filho, J. A., Sousa, J. G. G., Ribeiro, S. C. 2018. Diet of *Leptodactylus macrosternum* (Miranda-Ribeiro 1926) (Anura: Leptodactylidae) in the Caatinga domain, Northeastern Brazil, Neotropical Region. *Herpetol. Notes.* 11, 223–226
- Temple, S. A., 1987. Predation on turtle nests increases near ecological edges. *Copeia.* 1987, 250–252. <https://doi.org/10.2307/1446069>
- Thomas, M., Beirne, C., Bailey, E., Whitworth, A., 2017. Attempted predation of the toad *Rhinella marina* (Linnaeus, 1758) (Amphibia: Bufonidae) by *Leptodactylus rhodonotus* (Günther, 1868) (Amphibia: Leptodactylidae) in southeast Peru. *Herpetol. Notes.* 10, 533–534.
- Toledo, L. F., Ribeiro, R. S., Haddad, C. F. B., 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology.* 271: 170–177. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00195.x>
- Toledo L. F., Sazima I, Haddad C. F. B., 2011. Behavioural defences of anurans: an overview. *Ethol. Ecol. Evol.* 23, 1–25. <https://doi.org/10.1080/03949370.2010.534321>

- van den Burg, M. P., 2020. How to source and collate natural history information: a case study of reported prey items of *Erythrolamprus miliaris* (Linnaeus, 1758). *Herpetol. Notes*. 13, 739–746
- Van Sluys, M., Rocha, C. F. D, Souza, M. B., 2001. Ecology of the Leptodactylid litter frog *Zachaenus parvulus* in Atlantic Rainforest of southeastern Brazil. *J. Herpetol.* 35(2), 322–325.
- Vaz-Silva, W., Silva, H. L. R., Junior, N. J., 2003. *Leptodactylus labyrinthicus* (Labyrinth Frog). *Diet. Herpetol. Rev.* 34(4), 359.
- Verburg, P., Kilham, S. S., Pringle, C. M., Lips, K. R. Drake, D. L., 2007. A stable isotope study of a neotropical stream food web prior to the extirpation of its large amphibian community. *J. Trop. Ecol.* 23, 643–653. doi:10.1017/S0266467407004518
- Zu, J., Mimura, M. Takeuchi, Y., 2011. Adaptive evolution of foraging-related traits in a predator–prey community. *J. Theor. Biol.* 268, 14–29.
- Wells, K. D., 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226893334>
- Woodward, G., Hildrew, A. G., 2002. Body-size determinants of niche overlap and intraguild predation within a complex food web. *J. Anim. Ecol.* 71, 1063–1074.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag Press, 212 pp. New York.
- Wiggins, D. A., 1992. Foraging success of leopard frogs (*Rana pipiens*). *J. Herpetol.* 26, 87–88.