



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

OSCAR FELIPE HERNANDEZ HENAO

Estratégia alimentar e preferencias individuais de uma população
de *Brachycephalus rotenbergae* (Brachycephalidae, Anura)

Feeding strategy and individual preferences of a population of
Brachycephalus rotenbergae (Brachycephalidae, Anura)

CAMPINAS
2023

OSCAR FELIPE HERNANDEZ HENAO

Estratégia alimentar e preferencias individuais de uma população
de *Brachycephalus rotenbergae* (Brachycephalidae, Anura)

Feeding strategy and individual preferences of a population of
Brachycephalus rotenbergae (Brachycephalidae, Anura)

*Dissertação apresentada à Instituto de Biologia
da Universidade Estadual de Campinas como
parte dos requisitos exigidos para a obtenção
do título de Mestre em Biologia Animal, na área
de Biodiversidade Animal*

*Dissertation presented to the Institute of Biology
of the University of Campinas in partial
fulfillment of the requirements for the degree of
Master, in Animal Biology in the area of Animal
Biodiversity*

Orientadora: Cinthia Aguirre Brasileiro

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO OSCAR
HERNANDEZ, E ORIENTADA PELA PROFA. DRA.
CINTHIA AGUIRRE BRASILEIRO

CAMPINAS
2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

H43e Hernández-Henao, Oscar, 1996-
Estratégia alimentar e variações individuais de uma população de
Brachycephalus rotenbergae (Anura: Brachycephalidae) / Oscar Felipe
Hernández Henao. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Cinthia Aguirre Brasileiro.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Biologia.

1. Dieta. 2. Cadeias alimentares (Ecologia). 3. Variação biológica individual.
4. Comportamento alimentar. 5. Anuro. I. Brasileiro, Cinthia Aguirre. II.
Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Alimentary strategy and individual variations in a population of
Brachycephalus rotenbergae (Anura: Brachycephalidae)

Palavras-chave em inglês:

Diet

Food chains (Ecology)

Biological variation, Individual

Feeding behavior

Anura

Área de concentração: Biodiversidade Animal

Titulação: Mestre em Biologia Animal

Banca examinadora:

Cinthia Aguirre Brasileiro [Orientador]

Cynthia Peralta de Almeida Prado

Karoline Ceron

Data de defesa: 28-11-2023

Programa de Pós-Graduação: Biologia Animal

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-8679-6489>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2030216349153467>

Campinas, 28 de novembro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Cinthia Aguirre Brasileiro
Presidente da Banca examinadora

Profa. Dra. Cyntia Peralta de Almeida Prado

Profa. Dra. Karoline Ceron

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Unidade Instituto de Biologia.

DEDICATÓRIA

À minha família,
especialmente a meus pais: Olivério Hernández e Martha Henao;
e meus irmãos: Diana, Mauricio e Alfredo
pelo apoio durante o processo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Olivério Hernandez e Martha Henao, que foram os pilares fundamentais ao longo de toda a minha jornada acadêmica, e sem o amor, apoio e incentivo que sempre me proporcionaram, esta conquista não seria possível.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas, pela oportunidade.

À minha Orientadora Cinthia Aguirre Brasileiro, por sempre estar disponível para tirar minhas dúvidas, compartilhar suas opiniões e me incentivar a alcançar o melhor resultado. Sua orientação e conselhos valiosos foram fundamentais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Ao meu colega Luís Fernando Montes e sua esposa Yesica Julio, pelo apoio emocional ao longo deste processo e pelos valiosos conselhos. Sua amizade e apoio fizeram toda a diferença neste processo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, com bolsa processo N° 88887.663985/2022-00 do Programa de Demanda Social – DS, anexo à Portaria nº 76, de 14 de abril de 2010.

EPIÍGRAFE

"Errei mais de 9000 arremessos na minha carreira. Perdi quase 300 jogos. Em 26 ocasiões, confiaram em mim para o arremesso da vitória e falhei. Fracassei repetidamente na minha vida, e é por isso que tive sucesso." - Michael Jordan, 1997.

RESUMO

Compreender como as populações utilizam os recursos alimentares com relação a sua disponibilidade pode fornecer informações sobre as estratégias alimentares adotadas e as preferências individuais. Essas variações podem ocorrer tanto no nível populacional, dependendo da idade e do sexo, quanto no nível individual, influenciadas pelo comportamento. Neste estudo, investigamos a composição e a variação individual da dieta de uma população de *Brachycephalus rotenbergae* na Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi, no estado de São Paulo, Brasil. Os resultados mostraram que os indivíduos dessa população se alimentam predominantemente de colêmbolos e ácaros, evidenciando uma estratégia alimentar ativa. Não encontramos diferenças na composição volumétrica e numérica da dieta entre sexos, sugerindo que os indivíduos de *B. rotenbergae* possuem preferências alimentares semelhantes, independentemente de diferenças morfológicas. Além disso, a população estudada apresentou valores significativos de especialização individual. No entanto, não foi possível explicar esse fato por meio de compensação morfológica, indicando que outros fatores, como compensações fisiológicas, comportamentais ou cognitivas, podem estar envolvidos na definição das preferências alimentares individuais. Observamos que a dieta de *B. rotenbergae* também é influenciada pela disponibilidade de presas no ambiente. Esses resultados contribuem para o conhecimento sobre a ecologia alimentar de *B. rotenbergae*, fornecendo informações valiosas sobre suas estratégias alimentares, preferências e especialização individual. A compreensão desses padrões alimentares é essencial para o manejo adequado das populações e a conservação dos ecossistemas em que essas espécies habitam.

Palavras-chave: Dieta, Ecologia Alimentar, Variação Individual, Comportamento alimentar, *Brachycephalus rotenbergae*.

ABSTRACT

Understanding how populations utilize food resources and their availability provides insights into the feeding strategies adopted and individual preferences within populations. Variations can occur at both the population and individual levels, influenced by age, sex, and behavior. In this study, we investigated the composition and individual variation of the diet of a population of *Brachycephalus rotenbergae* in the Municipal Biological Reserve of Serra do Japi, in the state of São Paulo, Brazil. Our findings revealed that individuals in this population predominantly consumed collembolans and mites, indicating an active feeding strategy. There were no differences in the volumetric and numerical composition of the diet between sexes, suggesting that *B. rotenbergae* individuals share similar dietary preferences regardless of morphological differences. Additionally, we observed significant values of individual specialization in the studied population. However, this specialization could not be attributed to morphological trade-offs, indicating that other factors, such as physiological, behavioral, or cognitive trade-offs, may be involved in defining individual dietary preferences. It was evident that the diet of *B. rotenbergae* is also influenced by prey availability in the environment. These findings contribute to our understanding of the feeding ecology of *B. rotenbergae* and provide valuable information about their feeding strategies, preferences, and individual specialization. Understanding these dietary patterns is essential for the proper management of populations and the conservation of ecosystems in which these species inhabit.

Keywords: Diet, Food Ecology, Individual variation, Feeding Behavior, *Brachycephalus rotenbergae*.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1. Área de estudo.....	14
2.2. Espécie estudada	14
2.3. Dieta.....	14
2.4. Disponibilidade de presas	15
2.5. Análise dos dados	15
3. RESULTADOS.....	18
3.1. Dieta de <i>Brachycephalus rotenbergae</i>	18
3.2. Variação sexual na dieta de <i>B. rotenbergae</i>	19
3.3. Seletividade e Especialização individual	20
4. DISCUSSÃO	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
6. ANEXOS	33

1. INTRODUÇÃO

A dieta é um dos componentes mais explorados do nicho ecológico dos animais (Garveys e Whiles, 2016). Compreender esse aspecto não apenas nos permite entender como os recursos são utilizados por uma população, mas também a dinâmica das interações bióticas diante das mudanças temporais e espaciais que ocorrem em seu ambiente (Salido et al. 2012, Beckmann et al. 2015, Trice et al. 2015). Tradicionalmente, as pesquisas sobre o uso de recursos em anfíbios têm se concentrado nas variações entre sexo, ontogenia e morfologia em nível de espécies e população (Almeida-Santos et al., 2011; De Oliveira e Haddad, 2015; Santos-Pereira et al., 2015; Luría-Manzano e Ramírez-Bautista, 2019a). No entanto, existe outra abordagem de estudo do uso de recursos focado na variação individual (Bolnick et al., 2003, Carvalho-Rocha et al., 2018; Costa-Pereira et al., 2019a). Nesse contexto, essas variações individuais dependem da competição intraespecífica e da disponibilidade de recursos, diferente dos fatores tradicionalmente investigados (Bolnick et al., 2003, Sexton et al, 2017; Costa-Pereira et al. 2019b). Deste modo, uma população pode ter indivíduos com graus diferentes na variação no uso dos recursos, potencialmente reduzindo a competição entre coespecíficos, e melhorando a distribuição e partição dos recursos, facilitando assim a coexistência dos indivíduos na população segundo a disponibilidade no ambiente (Bolnick et al. 2011).

A ecologia trófica, com um enfoque ecológico descritivo, tem contribuído para o avanço do conhecimento sobre a composição da dieta de muitas espécies (Solé et al. 2009; Menin et al., 2015; Luría-Manzano e Ramírez-Bautista, 2019b), assim como das variações relacionadas ao sexo, ontogenia e da sazonalidade ambiental (Almeida-Santos et al., 2011; De Oliveira e Haddad, 2015; Santos-Pereira et al., 2015; Luría-Manzano e Ramírez-Bautista, 2019a). Por outro lado, a abordagem evolutiva tem revelado relações entre tamanho corporal e a dieta (Womack e Bell, 2020), o impacto de fatores ecológicos e evolutivos nos padrões de uso de recursos (Leite-Filho et al., 2017), bem como a evolução de mecanismos adaptativos em resposta as variações em fatores bióticos e abióticos (Costa-Pereira et al., 2019a). Apesar dos diferentes enfoques nos estudos de dieta, um padrão comum é encontrar populações com comportamento generalista na dieta, porém estas são compostas por indivíduos especialistas (Bolnick et al., 2003; Araújo et al. 2009). Esse fenômeno, aparentemente comum nas populações, foi nomeado

especialização individual e refere-se à variação no uso de recursos que não pode ser atribuída às diferenças associadas ao sexo ou ontogenia dos indivíduos (Bolnick et al. 2003, Araújo et al. 2011, Costa et al. 2015).

De acordo com a hipótese de variação no nicho que suporta o conceito de especialização individual, a redução dos níveis de competição entre espécies reflete um aumento na diversidade de recursos explorados por uma população, uma vez que isso possibilita a especialização de seus indivíduos (Van Valen 1965, Bolnick et al. 2007, Costa et al. 2008). Por outro lado, a heterogeneidade do ambiente, associada à disponibilidade de recursos, desempenha um papel fundamental na explicação da riqueza de espécies nas comunidades de anuros (Figueiredo et al., 2019). Nesse sentido, microhabitats com alta heterogeneidade e poucas espécies coexistindo no tempo e espaço facilitam a aparição de nichos “vazios”, devido à liberação ecológica da competição interespecífica que gera um aumento na exploração de recursos (Bolnick et al. 2010; Bolnick et al. 2011; Araújo et al., 2011; Costa-Pereira et al. 2019a). Essa expansão do nicho por conta da liberação ecológica tem sido encontrada em diferentes grupos (Araújo et al., 2007; Bolnick et al., 2007, 2010; Araújo et al., 2011; Cloyd e Eason, 2017).

A Mata Atlântica, um hotspot de biodiversidade, abriga uma alta diversidade de anuros, alguns dos quais adaptados a viver total ou parcialmente em microambientes específicos como bromélias, buracos em árvores ou na serapilheira (Vasconcelos et al., 2014; Peres et al., 2020; Toledo et al., 2023). A camada de serapilheira da Mata Atlântica beneficia os anuros que ali vivem por oferecer refúgio devido a mais alta umidade e proteção contra predadores (Van Sluys et al., 2007; Oliveira et al., 2013; Vagmaker et al., 2020). Além disso, a serapilheira abriga uma alta diversidade de artrópodes que são a principal fonte de alimentos para os anfíbios (Fauth et al., 1989; Van Sluys et al., 2007). A serapilheira representa ainda um substrato adequado para a reprodução de várias espécies, especialmente aquelas com desenvolvimento direto (Hedges et al., 2008; Oswald et al., 2023). Estudos em diferentes áreas da Mata Atlântica mostraram uma comunidade de anfíbios de serapilheira com uma variação de 3 a 16 espécies que apresentam diferentes abundâncias (Giaretta et al. 1999, Almeida-Gomes et al. 2010; Vagmaker et al., 2020). Quando presente, as espécies do gênero *Brachycephalus* são dominantes (Frost, 2023; Vagmaker et al., 2020). Diferente da maioria, estas espécies têm hábito diurno e, portanto, tem oportunidade de explorar esse

microambiente com menos competição interespecífica, favorecendo a liberação ecológica (Bolnick et al. 2010; Santos, 2015; Nunes et al 2021).

A dieta das espécies do gênero *Brachycephalus* é conhecida apenas para cinco espécies (12%) do gênero (Almeida-Santos et al., 2011; Fontoura et al., 2011; Dorigo et al., 2012; Silva, 2013; De Oliveira e Haddad, 2015; Bolaños Hernández, 2020). A dieta de *B. didactylus*, *B. pitanga* e *B. brunneus* é composta principalmente por ácaros e colêmbolos (Almeida Santos et al., 2011; Fontoura et al., 2011; Silva, 2013; De Oliveira e Haddad, 2015), ao passo que *B. garbeanus* possui uma dieta predominante de ácaros e formigas (Dorigo et al., 2012), e *B. pulex* consome principalmente ácaros, colêmbolos e formigas (Bolaños Hernández, 2020). Todos esses estudos seguiram uma abordagem tradicional na investigação da dieta, revelando variações entre sexos e sazonalidade ambiental. As fêmeas de *Brachycephalus garbeanus* e *B. pitanga* consomem presas maiores em comparação com os machos, dependendo da sazonalidade (Dorigo et al., 2012; De Oliveira e Haddad, 2015). Além disso, foram encontradas preferências na composição da dieta dependente da disponibilidade ambiental para *B. brunneus* e *B. pitanga* (Fontoura et al., 2011; De Oliveira e Haddad, 2015). A alta representatividade das espécies do gênero *Brachycephalus* na serapilheira, somada a seu hábito diurno que difere de outras espécies da serapilheira, pode favorecer a aparição de nichos “vazios” e especialização individual, devido à baixa competição interespecífica por conta da liberação ecológica (Bolnick et al. 2011; Araújo et al., 2011; Pombal e Izecksohn, 2011; Oliveira et al., 2013; Costa-Pereira et al. 2019a). Neste sentido, *B. rotenbergae* é um bom modelo para estudar a presença de especialização individual e sua relação com a disponibilidade, além de avaliar a morfologia como possível compensação para explicação da especialização individual na população. Neste estudo, pretendemos responder as seguintes perguntas: 1. A dieta de *B. rotenbergae* é afetada pela disponibilidade? 2. Qual é o grau de especialização individual de *B. rotenbergae*? Testaremos as seguintes hipóteses: 1) A disponibilidade tem um efeito direto na dieta de *B. rotenbergae*, 2) *B. rotenbergae* apresenta um alto grau de especialização individual tendo em conta aparição de nichos “vazios” por conta da liberação ecológica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Realizamos o estudo na Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi (RBMSJ) situada nos municípios de Jundiaí e Cabreúva, sudeste do Estado de São Paulo (23°12'-23°21'S e 46°30'-46°05'W), e arredores. A vegetação da Serra do Japi é composta por florestas mesófilas semidecíduas, florestas semidecíduas de altitude e lajedos rochosos com composição florística própria (Leitão-Filho, 1992). A região possui um o clima caracterizado por duas estações bem definidas: uma estação fria e seca (abril a setembro), com temperatura média de 17,2°C e pluviosidade média de 71,5 mm/mês; e outra estação quente e úmida (outubro a março) com temperatura média de 21,3°C e pluviosidade média de 193,7 mm/mês (Leitão-Filho, 1992).

2.2. Espécie estudada

Brachycephalus rotenbergae ocorre em serapilheira de florestas semidecíduas na porção sul da Serra da Mantiqueira, no estado de São Paulo, e na região sul do Rio de Janeiro, município de Resende (Nunes et al., 2021), região sudeste do Brasil. Comparados aos indivíduos de *B. ephippium* (machos ~13-16 mm e fêmeas ~16-18 mm), os indivíduos de *B. rotenbergae* são menores, sendo uma espécie diurna com atividade ao longo de todo o ano, mas com maior atividade no período chuvoso, quando a umidade é mais alta (Nunes et al., 2021). Embora vários aspectos da biologia de *B. rotenbergae* tenham sido estudados, como o uso de micro-habitat, atividade e uso espacial, atividade reprodutiva, comportamento de defesa e a presença do fungo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) (e.g. Pombal et al., 1994; Moura-Campos et al., 2021; Nunes et al., 2021), ainda não há estudos sobre sua dieta, estratégia alimentar e dos padrões de uso individual dos recursos.

2.3. Dieta

Analisamos a dieta de 60 indivíduos adultos de *Brachycephalus rotenbergae* coletados entre outubro de 2013 e janeiro de 2014 na Serra do Japi, arredores da RBSJ. Estes indivíduos estão depositados na Coleção de Anfíbios Célio F. B. Haddad (CFBH 44112-44158), Departamento de Biodiversidade, UNESP, Campus de Rio Claro, São Paulo.

Em laboratório, medimos o comprimento rostro-cloacal (CRC) e Largura

da boca (LB) de cada indivíduo de *B. rotenbergae* com auxílio de paquímetro digital Mytutoyo R (0,01 mm precisão). Fizemos uma incisão longitudinal ventral para a obtenção dos conteúdos estomacais. Além disso, identificamos os sexos dos indivíduos pela presença de fendas vocais nos machos ou pelas gônadas, com auxílio de estereomicroscópio Nikon SMZ 745.

Retiramos o conteúdo estomacal e identificamos as presas até o menor nível taxonômico possível, sob estereomicroscópio Nikon SMZ 745. Ao final dos procedimentos, armazenamos os estômagos e seus conteúdos removidos em álcool 70% em recipientes individualizados. Medimos o maior comprimento e maior largura do corpo de cada presa inteira utilizando o mesmo estereomicroscópio em ocular micrométrica para determinar o volume da presa.

2.4. Disponibilidade de presas

Determinamos a disponibilidade de presas no ambiente pela coleta dos artrópodes em 60 parcelas (1m²) de serapilheira, estas foram coletadas no mesmo período da coleta dos exemplares de *B. rotenbergae*. A serapilheira foi peneirada e colocada em um mini-extrator e Winkler por 48 h (Vargas et al., 2009).

Após este período, acondicionamos as amostras em recipientes com álcool 70% e analisamos sob lupa Labomed® Luxeo 4Z em laboratório. Qualificamos e quantificamos sob estereomicroscópio Nikon SMZ 745 os artrópodes e posteriormente calculamos a abundância relativa das presas mais comuns na dieta do gênero, como formigas, colêmbolos e ácaros (Almeida-Santos et al., 2011; Fontoura et al. 2011; Dorigo et al., 2012).

2.5. Análise dos dados

Inicialmente para a composição da dieta de adultos de *B. rotenbergae*, calculamos a frequência de ocorrência de cada categoria de presa ($F\% = \text{número de estômagos que contém uma dada categoria dividido pelo número total de estômagos analisados}$) e a proporção numérica de cada categoria de presa ($N\% = \text{número de indivíduos de cada categoria de presa dividido pelo número total de presas consumidas}$). Logo, para descrever a importância de cada item consumido na dieta, aplicamos o índice de importância relativa (IIR) de cada categoria de presa, de acordo com Pianka, (1971):

$$IIR = F\% (N\% + V\%)$$

Onde N%, V% e F% representam as porcentagens de proporção numérica, volumétricos e de frequência de ocorrência das categorias de presa na dieta, respectivamente. Nós calculamos as porcentagens relativos do índice IIR para facilitar a comparação e interpretação dos resultados (López et al. 2007). Usamos a fórmula proposta por Dunham (1983) para o cálculo do volume:

$$Volume\ de\ presa = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{Comprimento\ da\ presa}{2} \right) \left(\frac{Largura\ da\ presa}{2} \right)^2$$

Calculamos a soma dos volumes por categoria, e posteriormente a soma total do volume de presas. Realizamos testes ANOSIM unidirecionais para avaliar se a composição volumétrica e numérica das presas era diferente entre machos e fêmeas (Clarke, 1993). Utilizamos a distância euclidiana e o índice de Bray-Curtis para os testes de composição volumétrica e numérica respetivamente. Fizemos uma regressão linear simples de comprimento rosto-cloacal vs volume e comprimento rosto-cloacal vs comprimento da presa. As análises de regressão linear simples e o teste de ANOSIM foram feitos no software PAST versão 3.24 (Hammer et al. 2001).

Nós usamos o gráfico de Costello-Amundsen para avaliar a estratégia da alimentação da população (Costello 1990, Amundsen et al. 1996). No qual o eixo Y representa a abundância das categorias de presa específica, que é calculada com a expressão $[Pi = (\sum Si / \sum St) \times 100]$, onde Pi é a abundância específica da categoria de presa i, St é a quantidade de presas total de todos os estômagos em toda a amostra, e Si é a quantidade total de presas só de aqueles estômagos nos que se encontrou a categoria i. O eixo X representa a frequência de aparição da categoria de presa $[Fi = Ni / N]$, onde Ni representa o número de estômagos onde encontrou-se a categoria i e N é o número total de estômagos. Além disso, avaliamos a preferência das presas por meio do índice de eletividade relativizado E* de Vanderploeg e Scavia (1979). Este índice, fortemente apoiado por avaliações comparativas (Lechowicz, 1982), varia entre - 1 (seleção negativa quando a categoria é abundante no ambiente) e 1 (seleção positiva) e assume valores zero para alimentação aleatória. Calculamos E* apenas para categorias de presas com mais de 5% da proporção da presa no ambiente. A fórmula usada foi: $E^* = [Wi - (1/n)]$

/ $[W_i + (1/n)]$; $W_i = [r_i / p_i] / [\sum r_i / p_i]$, onde n é o número de categorias de presas disponíveis, r_i é a proporção da categoria “i” na dieta e p_i é a proporção da categoria “i” no ambiente.

Para avaliar a especialização individual, usamos a adaptação do índice PS, que mede a sobreposição entre a dieta de um indivíduo i e a dieta da população (Bolnick et al., 2002):

$$PS_i = 1 - 0,5 \sum_k |P_{ik} - q_k|,$$

Onde P_{ik} representa a proporção da categoria k na dieta do indivíduo i , e q_k , a proporção da categoria k na dieta da população. Esse índice fornece valores de 0 a 1, onde os valores mais baixos indicam maior especialização (Bolnick et al., 2002; Araújo et al., 2007). Usamos os valores de PS_i de todos os indivíduos em média como uma medida de especialização individual em toda a população, denominada IS; que varia de zero (especialização individual máxima) a um (sem especialização individual) (Bolnick et al., 2002). Usamos um teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para determinar diferenças significativas nos valores de PS_i entre machos e fêmeas. Para uma melhor interpretação realizamos o cálculo do índice E proposto por Araújo et al. (2008) como medida de especialização individual onde, o valor zero indica ausência de variação de nicho interindividual e o valor um indica variação interindividual máxima. Além disso, para testar a presença de possível compensação morfológica como explicação da especialização individual devido a diferenças fenotípicas interindividuais, calculamos uma matriz de distâncias morfológicas euclidianas entre os indivíduos usando CRC e LC, e uma matriz de semelhanças dietéticas pareadas usando o PS_i , mas neste caso, p_i e q_i corresponderam a proporções da categoria de presa i nas dietas de indivíduos p e q (Schoener 1971). Em seguida, fizemos um teste de correlação de mantel (10000 permutações) com uma abordagem que compara traços morfológicos com a variação individual na dieta (Bolnick et al., 2002). Calculamos todos os índices de especialização individual e o teste de correlação de mantel com o pacote RInSp e Vegan no ambiente R (Zaccarelli, Mancinelli e Bolnick, 2013). Para evitar o efeito de tamanhos amostrais baixos da dieta por indivíduo nas estimativas de especialização individual, RInSp calcula os índices sob uma simulação de Monte Carlo (10.000 permutações) com a hipótese nula os indivíduos amostram aleatoriamente de uma única distribuição de dieta da população.

3. RESULTADOS

3.1. Dieta de *Brachycephalus rotenbergae*

Dos 60 indivíduos de *B. rotenbergae*, apenas 19% (11 estômagos) não apresentaram conteúdo estomacal. Dos 49 indivíduos com conteúdo estomacal, 30 eram machos e 19 fêmeas. Registamos um total de 295 presas pertencentes a 15 categorias e 14 ordens, sendo os colêmbolos e ácaros os mais abundantes na dieta (51% e 12% respectivamente) (Tabela 1). Da mesma forma, Collembola foi a categoria de presa com maior valor no Índice de Importância Relativa (%IIR = 71,94). Identificamos uma estratégia especializada na dieta de *B. rotenbergae* com um alto consumo de ácaros, mas baixa ocorrência, e uma alta importância de colêmbolos na dieta *B. rotenbergae*, tendo em conta sua dominância na dieta (Figura 1).

Tabela 1. Dieta da população de *Brachycephalus rotenbergae* na Serra do Japi. F (frequência), N (proporção numérica), e IIR (índice de importância relativa) de cada uma das categorias de presas.

Categoria de presa	População			Macho (N = 30)			Fêmea (N = 19)		
	F (%)	N (%)	%IIR	F (%)	N (%)	%IIR	F (%)	N (%)	%IIR
Arachnida									
Acari	55,10	12,20	8,40	50,00	14,49	8,81	63,16	10,20	7,90
Araneae	22,45	6,10	5,99	16,67	3,62	3,93	31,60	8,30	9,00
Opiliones	2,04	0,34	0,05	-	-	-	5,30	0,60	0,27
Pseudoscorpiones	4,08	0,68	0,20	-	-	-	10,50	1,30	1,06
Crustacea									
Isopoda	6,12	1,02	0,34	3,33	1,30	0,14	10,50	1,30	0,79
Hexapoda									
Collembola	65,31	51,53	71,94	63,33	53,62	75,79	68,42	49,70	63,67
Insecta									
Blattaria	4,08	0,68	0,13	-	-	-	10,50	1,30	0,68
Coleoptera	18,37	4,41	2,91	13,33	2,17	1,82	26,32	5,70	4,29
Diptera	12,24	2,71	0,50	6,67	1,45	0,16	21,10	3,80	1,12
Hemiptera	22,45	4,41	4,24	16,67	3,62	2,57	31,60	5,10	6,91
Hymenoptera	8,16	1,69	0,43	6,67	1,45	0,44	10,50	1,90	0,37
Formicidae	4,08	0,68	0,15	3,33	0,60	0,14	5,30	0,60	0,13
Orthoptera	6,12	1,02	0,62	3,33	0,72	0,16	10,50	1,30	1,65
Psocoptera	10,20	2,71	0,45	10,00	4,35	0,63	10,50	1,30	0,27
Larvas	20,41	9,83	3,66	23,33	12,32	5,41	15,80	7,60	1,88
TOTAL	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-

3.2. Variação sexual na dieta de *B. rotenbergae*

A média do comprimento rosto-cloacal para machos foi de 13,36 mm (N= 30; DP= 0,61 mm; Amplitude=12,08 – 14,83 mm) e para fêmeas foi de 15,59 mm (N= 19; DP=1,15 mm; Amplitude = 12,83 – 17,09 mm), enquanto a média da largura da boca para machos foi de 3,63 mm (N= 30; DP= 0,22 mm; Intervalo =3,14 – 3,97 mm) e para fêmeas foi de 3,90 mm (N= 19; DP=0,32 mm; Intervalo= 3,37 – 4,42 mm). As fêmeas apresentam CRC maior do que dos machos (Teste F, $F = 2,39$; $P < 0,001$; $N = 49$).

Fêmeas consumiram todas as categorias alimentares, enquanto machos não consumiram opiliões, pseudo-escorpiões e baratas. Colêmbolos e ácaros também foram as presas mais importantes da dieta para ambos gêneros (fêmeas: %IIR = 63,67 para colêmbolos e %IIR = 7,90 para ácaros; machos: %IIR = 75,79 para colêmbolos e %IIR = 8,81 para ácaros) (Tabela 1).

Machos e fêmeas não diferiram na composição volumétrica ($R = -0,027$; $p = 0,77$) e na composição numérica ($R = 0,010$; $p = 0,32$). Além disso, não houve correlação entre o volume de presas e CRC dos indivíduos ($R^2 = 0,03$; $p = 0,25$), assim como correlação entre o maior comprimento da presa e o CRC do predador ($R^2 = 0,01$; $p = 0,41$).

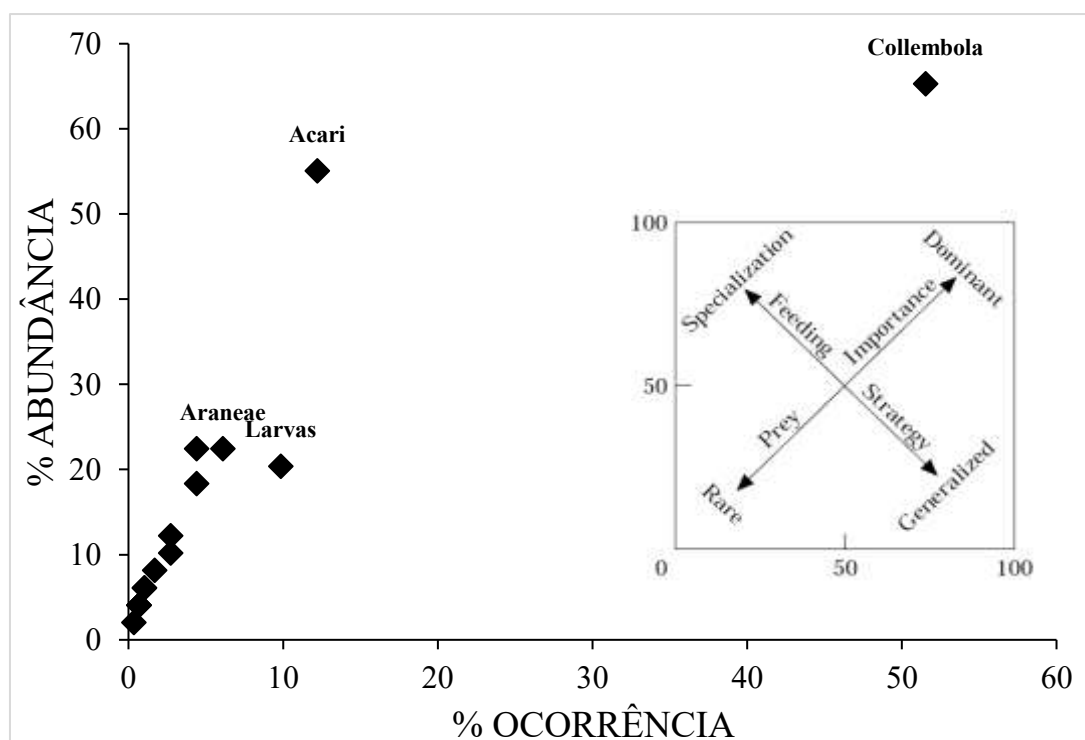


Figura 1. Diagrama de interpretação da estratégia de alimentação da população de *Brachycephalus rotenbergae* a partir do Método gráfico de Costello modificado por Amundsen et al. (1996).

3.3. Seletividade e Especialização individual

As categorias mais frequentes de artrópodes na serapilheira foram ácaros (42,5%), colêmbolos (24,1%) e formigas (19,5%) (Figura 2). Ácaros e formigas ocorreram em todas as amostras. De acordo com o índice de eletividade (E^*) e as proporções encontradas na dieta de *B. rotenbergae*, larvas ($E^* = 0,95$), colêmbolos ($E = 0,93$) e ácaros ($E = 0,62$) foram as categorias de presas mais selecionadas da dieta, enquanto formicidae ($E = 0,35$) foi a categoria mais próxima a uma dieta aleatória, tendo em conta seu valor abaixo de 0,5. Além disso, as proporções numéricas das categorias ácaros e colêmbolos na disponibilidade foram as que tiveram maior proporção numérica na dieta (Figura 2), indicando a importância da disponibilidade na seleção dos recursos.

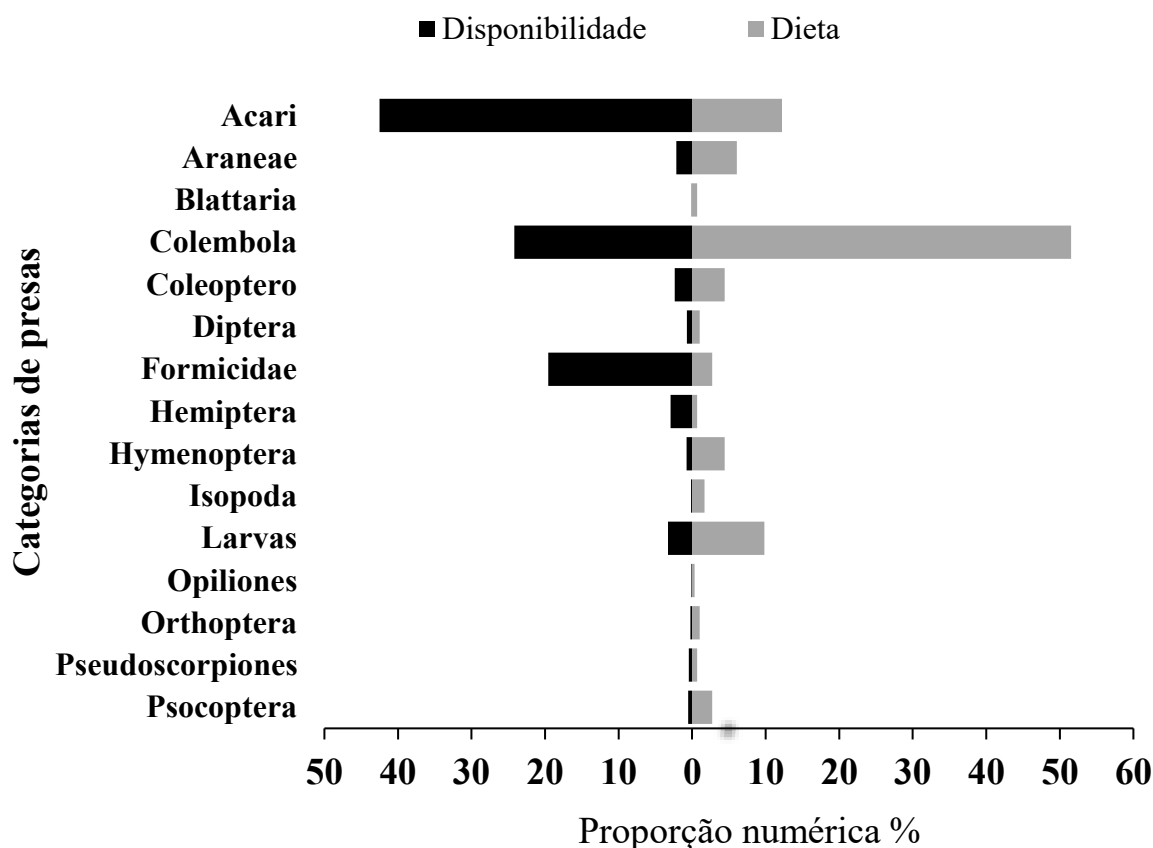


Figura 2. Proporção numérica das diferentes categorias no ambiente e na dieta de *Brachycephalus rotenbergae*.

Obtivemos valores significativos de especialização individual na população de *B. rotenbergae* (IS=0,48; $P=0,01$). No entanto, não observamos diferenças nos valores de PSI para machos e fêmeas ($P=0,32$). Não houve correlação entre a dieta e o CRC e a LC individuais (teste de Mantel: $r=0,016$; $P=0,428$). O índice E alcançou um valor de 0,65 com um $P=0,04$, indicando especialização individual na população estudada.

4. DISCUSSÃO

A dieta de *B. rotenbergae* consiste, principalmente, de Collembola e Acari, semelhante ao observado em populações de outras espécies do mesmo gênero (Almeida Santos et al., 2011; Fontoura et al., 2011; Dorigo et al., 2012; Oliveira e Haddad, 2015). As categorias de presa Collembola e Acari apresentaram uma alta correlação tanto nas proporções numéricas da dieta quanto na disponibilidade, evidenciando o efeito e a importância da disponibilidade na seleção dos recursos alimentares (Costa-Pereira et al., 2019b). O alto consumo de ácaros e colêmbolos também foi documentado em outras espécies do gênero *Brachycephalus*, como por exemplo *B. brunneus* (Fontoura et al., 2011), *B. didactylus* (Almeida-Santos et al., 2011) e *B. pernix* (Wistuba, 1998). Enquanto a *B. garbeanus* apresenta uma dieta predominantemente composta de formigas e ácaros (Dorigo et al., 2012), nossos resultados indicam que *B. rotenbergae* parece evitar consumir formigas. No caso de *B. didactylus* e *B. pitanga* não foi possível relacionar a dieta com a preferência de presas, uma vez que a disponibilidade de presas na serapilheira não foi avaliada (Almeida Santos et al., 2011; Oliveira e Haddad, 2015).

O consumo de ácaros e colêmbolos evidencia uma estratégia alimentar comum em forrageadores de busca ativa (Toft, 1981). Esses forrageadores, geralmente, consomem presas de menor tamanho, resultando em um custo de captura por unidade de presa significativamente menor (Toft, 1981). No entanto, para atender às suas demandas energéticas, eles precisam capturar um número maior de presas, que provavelmente são mais dispendiosas de digerir (Toft, 1981; Wistuba, 1998; Dietl et al., 2009). Por outro lado, essa estratégia de busca ativa também aumenta a exposição e risco de predação, possivelmente justificando o desenvolvimento de mecanismos de defesa, como a presença de toxinas cutâneas, como é comum em espécies de *Brachycephalus* (Toft, 1980; Nunes et al., 2021).

Neste sentido, os indivíduos de *B. rotenbergae* podem ser considerados forrageadores ativos e especialistas no consumo de ácaros e com uma dominância de Collembola na dieta. Essa alta proporção de ácaros e colêmbolos na disponibilidade e na dieta pode ser explicada pelo fato de que essas categorias representam os artrópodes mais abundantes encontrados na serapilheira das florestas tropicais e na Mata Atlântica (Dielt et. al., 2009). Porém, ácaros geralmente não são considerados presas importantes na dieta de braquicefalídeos (Marra et. al., 2004; Dielt et. al., 2009; Martins et. al., 2010). Tendo em conta a relação tamanho corporal-comprimento da presa, o tamanho corporal pequeno pode limitar o consumo de presas de menor tamanho (Van Sluys et al., 2001; Marra et al., 2004; Jordão-Nogueira et al., 2006; Siqueira et al., 2006) como ácaros e colêmbolos.

De acordo com o índice de seletividade e as proporções encontradas na dieta, os indivíduos de *B. rotenbergae* demonstraram preferência por consumir colêmbolos, larvas e ácaros. No entanto, apesar da alta proporção de ácaros na dieta, essa categoria não foi a de maior seletividade, provavelmente devido à sua dominância no ambiente. Por outro lado, colêmbolos e larvas exibiram uma seletividade mais alta, uma vez que foram encontrados em menor proporção em relação aos ácaros no ambiente. O consumo ocasional de larvas na dieta pode ser inferido devido a sua baixa abundância na disponibilidade e o índice de classificação do IIR. Os estados larvais de muitos artrópodes são encontrados na serapilheira e sua abundância é maior no início da estação chuvosa, coincidindo com o início da reprodução de insetos (Hernández-Ortiz, 2022). Além disso, o consumo dos estados larvais pode estar relacionado com uma preferência ou ganância energética maior (Gómez-Fernández et al., 2013)

A maior riqueza de presas encontrada na dieta das fêmeas de *B. rotenbergae* em comparação aos machos também foi registrada para *B. pitanga* e *B. garbeanus* (Dorigo et al., 2012; Oliveira e Haddad, 2015). Essas diferenças na dieta entre sexos poderiam ser atribuídas ao investimento reprodutivo, uma vez que a fecundidade das fêmeas tem uma relação positiva com o tamanho, levando-as a consumir maior volume de presas em comparação aos machos, provavelmente, para atender as suas demandas energéticas na produção de ovócitos (Biavati et al. 2004; Juncá e Eterovick 2007; Dorigo et al., 2012). Embora as fêmeas de *B. rotenbergae* sejam maiores do que os machos, este traço morfológico não influenciou a dieta. Por outro lado, as diferenças na composição da dieta entre os sexos poderiam ser

explicadas pelo dimorfismo comportamental presente em algumas espécies de braquicefalídeos (Dorigo et al., 2012). A menor ingestão de presas por parte dos machos de *B. rotenbergae* pode ter relação com a diminuição do tempo investido na alimentação durante o período reprodutivo, possivelmente para direcionar suas reservas energéticas para a reprodução, como observado em outros anuros (Solé e Pelz, 2007). Alternativamente, essa diferença na dieta, pode ser influenciada pela maior atividade das fêmeas em comparação aos machos durante a etapa reprodutiva, especialmente nos dias com maior umidade, conforme observado para outras espécies do gênero (Condez et al. 2014, de Oliveira e Haddad 2015, Nunes et al. 2021).

A população de *B. rotenbergae* apresentou uma estratégia alimentar ativa e especialista, concordando com nossos resultados que indicaram os valores significativos de especialização individual. No contexto da especialização individual, existem compensações funcionais relacionadas à morfologia, fisiologia ou comportamento, que tanto limitam como geram variações nos nichos individuais (Bolnick et al. 2003). Embora estudos anteriores tenham sugerido que o tamanho corporal reduzido possa limitar o consumo de presas de menor tamanho (Jordão-Nogueira et al., 2006; Siqueira et al., 2006), nossos resultados não evidenciaram uma correlação entre traços individuais morfológicos e a dieta, descartando a compensação morfológica como mecanismo de explicação da especialização individual na população de *B. rotenbergae*. Neste sentido, a explicação do mecanismo de especialização individual na população de *B. rotenbergae* estudada pode estar associada a traços fisiológicos, comportamentais ou cognitivos, como observados em outras espécies de anfíbios (Araújo et al. 2007, 2009; Carvalho-Rocha et al. 2018). Os traços fisiológicos estão relacionados com variações nas necessidades calóricas e a eficiência digestiva individuais, enquanto os traços cognitivos estão relacionados com o comportamento e habilidade desenvolvidos por meio de experiência individual na captura e manejo das presas (Bolnick et al. 2003; Araújo et al. 2011). Assim, um indivíduo pode ser mais eficiente ao consumir determinadas presas, levando em consideração suas limitações fisiológicas ou cognitivas e/ou custo-benefício destas presas (Bolnick et al. 2003). Outro aspecto relevante a considerar é a disponibilidade de recursos, que pode explicar o mecanismo de especialização de *B. rotenbergae*, uma vez que pode ter uma influência significativa nos nichos individuais da população e nas interações

competitivas intraespecíficas (Costa-Pereira et al. 2019b).

Concluimos que a população estudada de *B. rotenbergae* apresenta indivíduos com uma estratégia alimentar ativa e especialista, evidenciada pela predominância de ácaros e colêmbolos na sua dieta. A população estudada não apresentou variações na dieta em relação ao sexo, e a composição da dieta mostrou forte relação com a disponibilidade de recursos no ambiente. Além disso, a especialização individual encontrada na população de *B. rotenbergae* não apresentou relação com traços morfológicos, indicando a possibilidade de compensações baseadas em traços fisiológicos e/ou cognitivos, ou influência da disponibilidade de recursos como explicação para o mecanismo de especialização individual.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida-Santos, M., Siqueira, C. C., Van Sluys, M., e Rocha, C. F. D. (2011). Ecology of the Brazilian flea frog *Brachycephalus didactylus* (Terrarana: Brachycephalidae). *Journal of Herpetology*, 45(2), 251-255.

Amundsen, P. A., Gabler, H. M., e Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48(4), 607-614.

Araújo, M. S., Guimaraes Jr, P. R., Svanbäck, R., Pinheiro, A., Guimarães, P., Reis, S. F. D., e Bolnick, D. I. (2008). Network analysis reveals contrasting effects of intraspecific competition on individual vs. population diets. *Ecology*, 89(7), 1981-1993.

Araújo, M. S; Bolnick, D. I; Layman, C. A. (2011). The ecological causes of individual specialization. *Ecology letters*, 14(9), 948-958.

Araújo, M. S; Bolnick, D. I; Martinelli, L. A.; Giaretta, A. A; Dos Reis, S. F. (2009). Individual-level diet variation in four species of Brazilian frogs. *Journal of Animal Ecology*, 78(4), 848-856.

Araújo, M. S; dos Reis, S. F; Giaretta, A. A; Machado, G; Bolnick, D. I. (2007). Intrapopulation diet variation in four frogs (Leptodactylidae) of the Brazilian Savannah. *Copeia*, 2007(4), 855-865.

Beckmann, B. C., Purse, B. V., Roy, D. B., Roy, H. E., Sutton, P. G., e Thomas, C. D. (2015). Two species with an unusual combination of traits dominate responses of British grasshoppers and crickets to environmental change. *PloS one*, 10(6), e0130488.

Biavati, G. M., Wiederhecker, H. C., & Colli, G. R. (2004). Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a Neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, 38(4), 510-518.

Bolaños Hernández, W. H. (2020). História natural de *Brachycephalus pulex* Napoli, Caramaschi, Cruz, & Dias, 2011 (Anura, Brachycephalidae) [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz]. Programa de Pós-graduação em Zoologia. ILHÉUS, BA.

Bolnick, D. I., e Lau, O. L. (2008). Predictable patterns of disruptive selection in stickleback in postglacial lakes. *The American Naturalist*, 172(1), 1-11.

Bolnick, D. I., Ingram, T., Stutz, W. E., Snowberg, L. K., Lau, O. L., & Paull, J. S. (2010). Ecological release from interspecific competition leads to

decoupled changes in population and individual niche width. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1689), 1789-1797.

Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Araújo, M. S., e Persson, L. (2007). Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(24), 10075-10079.

Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Fordyce, J. A., Yang, L. H., Davis, J. M., Hulsey, C. D., e Forister, M. L. (2003). The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 161(1), 1-28.

Bolnick, D. I.; Yang, L. H.; Fordyce, J. A.; Davis, J. M.; Svanbäck, R. (2002). Measuring individual-level resource specialization. *Ecology*, 83(10), 2936-2941.

Bolnick, D.I., Amarasekare, P., Araújo, M.S., Bürger, R., Levine, J.M., Novak, M., Rudolf, V.H.W., Schreiber, S.J., Urban, M.C. e Vasseur, D.A. (2011) Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in Ecology e Evolution*, 26, 183-192.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Cloyed, C. S., & Eason, P. K. (2017). Feeding limitations in temperate anurans and the niche variation hypothesis. *Amphibia-Reptilia*, 38(4), 473-482.

Condez, T. H., Clemente-Carvalho, R. B., Haddad, C. F., & Dos Reis, S. F. (2014). A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the highlands of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Herpetologica*, 70(1), 89-99.

Costa, A; Salvidio, S; Posillico, M; Matteucci, G; De Cinti, B; Romano, A. (2015). Generalisation within specialization: inter-individual diet variation in the only specialized salamander in the world. *Scientific reports*, 5(1), 1-10.

Costa, G. C., Mesquita, D. O., Colli, G. R., e Vitt, L. J. (2008). Niche expansion and the niche variation hypothesis: does the degree of individual variation increase in depauperate assemblages? *The American Naturalist*, 172(6), 868-877.

Costa-Pereira, R., Araújo, M. S., Souza, F. L., e Ingram, T. (2019b). Competition and resource breadth shape niche variation and overlap in multiple trophic dimensions. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1902), 20190369.

Costa-Pereira, R; Toscano, B; Souza, F. L; Ingram, T; Araújo, M. S. (2019a). Individual niche trajectories drive fitness variation. *Functional Ecology*, 33(9), 1734-1745.

Costello, M. J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36(2), 261-263.

De Oliveira, E. G., e Haddad, C. F. (2015). Diet seasonality and feeding preferences of *Brachycephalus pitanga* (Anura: Brachycephalidae). *Journal of Herpetology*, 49(2), 252-256.

Dietl, J., Engels, W., e Sole, M. (2009). Diet and feeding behaviour of the leaf-litter frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in Araucaria rain forests on the Serra Geral of Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Natural History*, 43(23-24), 1473-1483.

Dorigo, T. A., Siqueira, C. C., Vrcibradic, D., Maia-Carneiro, T., Almeida-Santos, M., e Rocha, C. F. (2012). Ecological aspects of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus garbeanus* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Neobatrachia: Brachycephalidae), in a highland forest of southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 46(39-40), 2497-2507.

Dunham, A. E. 1983. Realized niche overlap, resource abundance, and intensity of interspecific competition: 261-280. In: R.B. Huey *et al.* (eds). Lizard ecology: studies of a model organism. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Fauth J. E., Carother B. I. & Slowinski J. B. (1989) Elevational patterns of species richness, evenness and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 21, 178–85.

Figueiredo, G. D. T., Storti, L. F., Lourenco-De-Moraes, R., Shibatta, O. A., e ANJOS, L. D. (2019). Influence of microhabitat on the richness of anuran species: a case study of different landscapes in the Atlantic Forest of southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91.

Fontoura, P. L., Ribeiro, L. F., & Pie, M. R. (2011). Diet of *Brachycephalus brunneus* (Anura: Brachycephalidae): in the Atlantic Rainforest of Paraná, southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 28(5), 687-689.

Frost, Darrel R. 2023. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (24/08/2023). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural

History, New York, USA.

Garvey, J. E., e Whiles, M. (2016). *Trophic ecology*. CRC Press. Hoboken, New Jersey.

Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. e Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.

Hedges, S. B., Duellman, W. E., & Heinicke, M. P. (2008). New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa*, 1737(1), 1-182.

Hernández-Ortiz, V., Dzul-Cauich, J. F., Madora, M., e Coates, R. (2022). Local Climate Conditions Shape the Seasonal Patterns of the Diptera Community in a Tropical Rainforest of the Americas. *Neotropical Entomology*, 1-15.

Jordão-Nogueira, T., Vrcibradic, D., Pontes, J. A. L., Van Sluys, M., e Rocha, C. F. D. (2006). Natural history traits of *Crossodactylus aeneus* (Anura, Leptodactylidae, Hylodinae) from an Atlantic Rainforest area in Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 1(1), 37-41.

Juncá, F. A., e Eterovick, P. C. (2007). Feeding ecology of two sympatric species of Aromobatidae, *Allobates marchesianus* and *Anomaloglossus stepheni*, in central Amazon. *Journal of Herpetology*, 41(2), 301-308.

Lechowicz, M. J. (1982). The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia*, 52(1), 22-30.

Leitão-Filho, H. D. F. (1992). A flora arbórea da Serra do Japi. *História natural da Serra do Japi*, 40-62.

Leite-Filho, E., de Oliveira, F. A., Eloi, F. J., Liberal, C. N., Lopes, A. O., e Mesquita, D. O. (2017). Evolutionary and ecological factors influencing an anuran community structure in an Atlantic Rainforest urban Fragment. *Copeia*, 105(1), 64-74.

López, J. A., Ghirardi, R., Scarabotti, P. A., e Medrano, M. C. (2007). Feeding ecology of *Elachistocleis bicolor* in a riparian locality of the middle Paraná River. *The Herpetological Journal*, 17(1), 48-53.

Luría-Manzano, R., e Ramírez-Bautista, A. (2019a). Ontogenetic variation in the diet of the anuran community from a semi-arid environment in the southeastern Chihuahuan Desert. *PeerJ*, 7, e7908.

Luría-Manzano, R., e Ramírez-Bautista, A. (2019b). Dietary

composition and selection in the stream-breeding anuran assemblage from a tropical wet forest in eastern Mexico. *Acta Oecologica*, 98, 36-44.

Marra, R. V., Van Sluys, M., e Rocha, C. F. D. (2004). Food habits of *Eleutherodactylus parvus* (Anura: Leptodactylidae) at an Atlantic rainforest area, southeastern Brazil. *Herpetological Review*, 35(2), 135.

Martins, A. C. J., Kiefer, M. C., Siqueira, C. C., Van Sluys, M., Menezes, V. A., e Rocha, C. F. D. (2010). Ecology of *Ischnocnema parva* (Anura: Brachycephalidae) at the Atlantic rainforest of Serra da Concórdia, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 27, 201-208.

Menin, M., Santos, R. S., Borges, R. E., e Piatti, L. (2015). Notes on the diet of seven terrestrial frogs in three agroecosystems and forest remnants in Northwestern São Paulo State, Brazil. *Herpetology Notes*, 8, 401-405.

Moura-Campos, D., Greenspan, S. E., DiRenzo, G. V., Neely, W. J., Toledo, L. F., e Becker, C. G. (2021). Fungal disease cluster in tropical terrestrial frogs predicted by low rainfall. *Biological Conservation*, 261, 109246.

Nunes, I., Guimarães, C. S., Moura, P. H. A., Pedrozo, M., de Toledo Moroti, M., Castro, L. M., Stuginski, D. R., e Muscat, E. (2021). Hidden by the name: A new fluorescent pumpkin toadlet from the *Brachycephalus ephippium* group (Anura: Brachycephalidae). *PloS one*, 16(4), e0244812.

Oliveira, J. C., Pralon, E., Coco, L., Pagotto, R. V., & Rocha, C. F. D. (2013). Environmental humidity and leaf-litter depth affecting ecological parameters of a leaf-litter frog community in an Atlantic Rainforest area. *Journal of Natural History*, 47(31-32), 2115-2124.

Oswald, C. B., de Magalhães, R. F., Garcia, P. C., Santos, F. R., & Neckel-Oliveira, S. (2023). Integrative species delimitation helps to find the hidden diversity of the leaf-litter frog *Ischnocnema manezinho* (Garcia, 1996)(Anura, Brachycephalidae), endemic to the southern Atlantic Forest. *PeerJ*, 11, e15393.

Peres, E. A., Pinto-da-Rocha, R., Lohmann, L. G., Michelangeli, F. A., Miyaki, C. Y., e Carnaval, A. C. (2020). Patterns of species and lineage diversity in the Atlantic Rainforest of Brazil. In *Neotropical diversification: patterns and processes* (pp. 415-447). Springer, Cham.

Pombal Jr, J. P., e Izecksohn, E. (2011). Uma nova espécie de *Brachycephalus* (Anura, Brachycephalidae) do estado do Rio de Janeiro. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 51, 443-451.

Pombal Jr, J. P., Sazima, I., e Haddad, C. F. (1994). Breeding behavior of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *Journal of Herpetology*, 516-519.

Salido, L., Purse, B. V., Marrs, R., Chamberlain, D. E., e Shultz, S. (2012). Flexibility in phenology and habitat use act as buffers to long-term population declines in UK passerines. *Ecography*, 35(7), 604-613.

Santos, J. C. (2015). Uso de hábitat e período de atividade do sapinho botão de ouro *Brachycephalus ephippium*. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Diadema, 2015.

Santos-Pereira, M., Almeida-Santos, M., Oliveira, F. B., Silva, A. L., e Rocha, C. F. D. (2015). Living in a same microhabitat should means eating the same food? Diet and trophic niche of sympatric leaf-litter frogs *Ischnocnema henselii* and *Adenomera marmorata* in a forest of Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 13-18.

Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual review of ecology and systematics*, 2(1), 369-404.

Sexton, J. P., Montiel, J., Shay, J. E., Stephens, M. R., e Slatyer, R. A. (2017). Evolution of ecological niche breadth. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 48(1), 1-24.

Silva, L. C. D. (2013). A ecologia em miniatura: o menor tetrápodo do Brasil, *Brachycephalus didactylus* (Izecksohn, 1971)(Anura: Brachycephalidae) em uma área de Mata Atlântica no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Unpubl. dissertação de mestrado, Universidade do estado do Rio de Janeiro, Brazil.

Siqueira, C. C., Van Sluys, M., Ariani, C. V., e Rocha, C. F. (2006). Feeding ecology of *Thoropa miliaris* (Anura, Cycloramphidae) in four areas of Atlantic rain forest, southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 40(4), 520-525.

Solé, M., Dias, I. R., Rodrigues, E. A., Marciano-Jr, E., Branco, S. M., Cavalcante, K. P., e Rödder, D. (2009). Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. *Herpetology Notes*, 2(2009), 9-15.

Solé, M., e Pelz, B. (2007). Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach flushing of five syntopic hylid species in Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Natural History*, 41(41-44), 2757-2763.

Toft, C. A. (1980). Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia*, 45, 131-141.

Toft, C. A. (1981). Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of Herpetology*, 139-144.

Toledo, L. F., de Carvalho-e-Silva, S. P., de Carvalho, A. M. P. T., Gasparini, J. L., Baêta, D., Rebouças, R., Haddad, C. F. B., Becker, C. G. & Carvalho, T. (2023). A retrospective overview of amphibian declines in Brazil's Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 277, 109845.

Trice, A. E., Rosemond, A. D., e Maerz, J. C. (2015). Diet composition of two larval headwater stream salamanders and spatial distribution of prey. *Freshwater Biology*, 60(11), 2424-2434.

Vagmaker, N., Pereira-Ribeiro, J., Ferregueti, Á. C., Boazi, A., Gama-Matos, R., Bergallo, H. G., & Rocha, C. F. D. (2020). Structure of the leaf litter frog community in an area of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 37, e38877.

Van Sluys, M., Rocha, C. F. D., e Souza, M. B. (2001). Diet, reproduction, and density of the leptodactylid litter frog *Zachaenus parvulus* in an Atlantic rain forest of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 322-325.

Van Sluys, M., Vrcibradic, D., Alves, M. A. S., Bergallo, H. G., & Rocha, C. F. D. (2007). Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. *Austral Ecology*, 32(3), 254-260.

Van Valen, L. (1965). Morphological variation and width of ecological niche. *The American Naturalist*, 99(908), 377-390.

Vanderploeg, H. A., e Scavia, D. (1979). Two electivity indices for feeding with special reference to zooplankton grazing. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 36(4), 362-365.

Vargas, A. B; Queiroz, J. M; Mayhé-Nunes, A. J; Souza, G. O; Ramos, E. F. (2009). Teste da regra de equivalência energética para formigas de serapilheira: efeitos de diferentes métodos de estimativa de abundância em floresta ombrófila. *Neotropical*

Vasconcelos, T. S., Prado, V. H., da Silva, F. R., & Haddad, C. F. (2014). Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the Atlantic Forest hotspot. *Plos one*, 9(8), e104130.

Wistuba, E. M. (1998). História natural de *Brachycephalus pernix* Pombal, Wistuba & Borschein, 1998 (Anura) no Morro Anhangava, Município de Quatro Barras, Estado do Paraná (Doctoral dissertation). Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

Womack, M. C., e Bell, R. C. (2020). Two-hundred million years of anuran body-size evolution in relation to geography, ecology and life history. *Journal of Evolutionary Biology*, 33(10), 1417-1432.

Zaccarelli, N., Mancinelli, G. e Bolnick, D.I. (2013) RInSp: an R package for the analysis of individual specialisation in resource use. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11): 1018-1023

6. ANEXOS

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **Estratégia alimentar e preferencias individuais de uma população de *Brachycephalus rotenbergae* (*Brachycephalidae*, *Anura*)**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 25 de abril de 2024

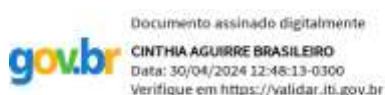
Assinatura : _____



Nome do(a) autor(a): **Oscar Hernández**

RG n.º F519976-L

Assinatura : _____



Documento assinado digitalmente
CINTHIA AGUIRRE BRASILEIRO
Data: 30/04/2024 12:48:13-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Nome do(a) orientador(a): **Cinthia A. Brasileiro**

RG n.º m5213715



COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6109. 13083-970, Campinas, SP, Brasil
Fone (19) 3521-6378. email: cpgib@unicamp.br



DECLARAÇÃO

Em observância ao **§5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15**, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada “***Estratégia alimentar e variações individuais de uma população de *Brachycephalus rotenbergae* (Anura: *Brachycephalidae*)***”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: _____

Nome do(a) aluno(a): Oscar Hernández



Documento assinado digitalmente
CINTHIA AGUIRRE BRASILEIRO
Data: 30/04/2024 12:48:13-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura: _____

Nome do(a) orientador(a): Cinthia A. Brasileiro

Data: 15/03/2023