



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

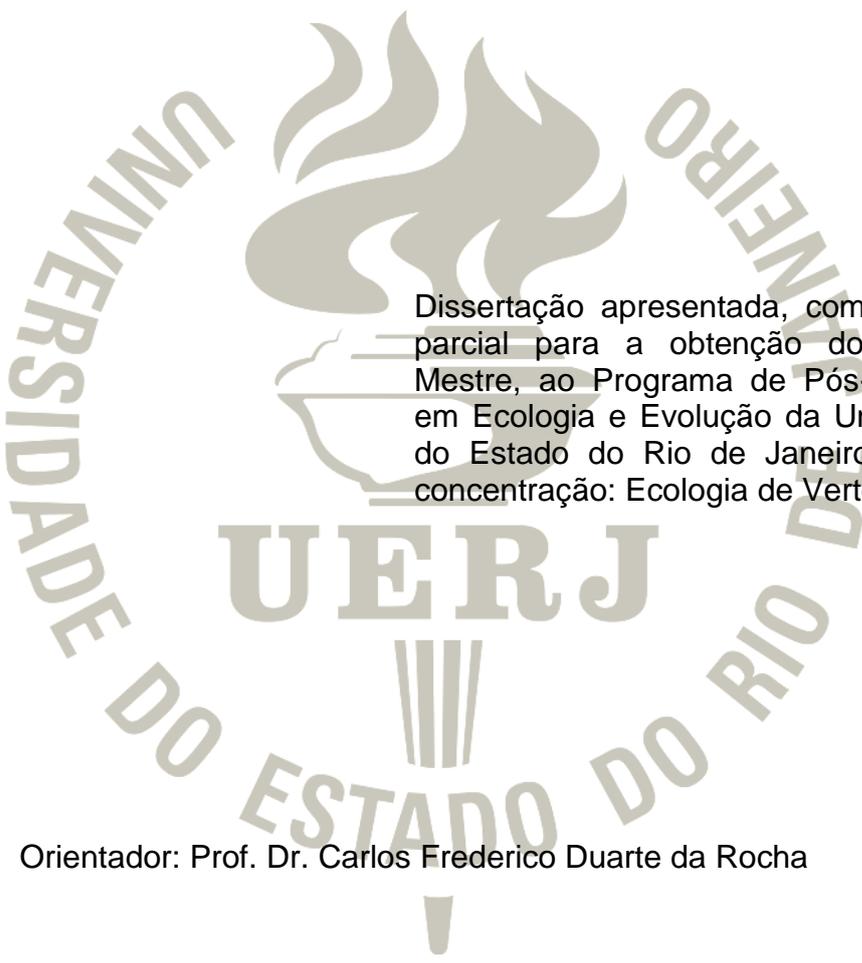
Lívia Coco da Silva

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

Rio de Janeiro
2013

Lívia Coco da Silva

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



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia de Vertebrados.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha

Rio de Janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S586

Silva, Livia Coco da.

A ecologia em miniatura: o menor tetrápodo do Brasil, *Brachycephalus didactylus* (Anura: Brachycephalidae) em uma área de Mata Atlântica no Espírito Santo, Sudeste do Brasil / Livia Coco da Silva. – 2013.

60f.: il.

Orientador: Carlos Frederico Duarte da Rocha.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

Inclui bibliografia.

1. Anuro – Espírito Santo (Estado) – Teses. 2. Mata Atlântica - Teses. 3. Anuro – Reprodução – Espírito Santo (Estado) – Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 597.8(815.2)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Lívia Coco da Silva

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

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia de Vertebrados.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2013.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha (Orientador)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da UERJ

Profa. Dra. Gisele Regina Winck
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da UERJ

Prof. Dr. Ulisses Caramaschi
Museu Nacional, Departamento de Vertebrados da UFRJ

Rio de Janeiro

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, ao meu amor e aos meus queridos amigos que me ajudaram a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado. Ao IBAMA/ICMBio pela concessão da autorização de pesquisa. Ao Srs. Antônio Carlos Balbino, Valentim Colli e família, Avelino Lacerda e família e José Almeida e família, não apenas pela permissão de pesquisar em suas propriedades e pelo apoio logístico, mas por não medirem esforços para colaborar de todas as maneiras possíveis com a realização deste trabalho. Ao PPGEE e todos os funcionários pelo apoio, principalmente do Henrique e da Sônia, e pela oportunidade de realizar o mestrado.

À banca examinadora e suplentes Carlos Frederico D. Rocha, Gisele Winck, Ulisses Caramaschi, Mara Kiefer e Hélio Ricardo da Silva por aceitarem o convite e a Mara Kiefer pelas atenciosas e devidas sugestões e correções como relatora.

Ao meu orientador Fred, por toda a confiança depositada no meu trabalho. Agradeço pelo seu apoio, pelos puxões de orelha e por estar sempre presente para atender às minhas dúvidas, mesmo quando frenético em sua correria diária! Agradeço por toda a experiência maravilhosa que tive durante a execução deste trabalho; experiência essa que ultrapassou o âmbito da academia e se entendeu também a minha vida pessoal. Estes últimos dois anos foram um aprendizado e tanto!

A todos os professores do programa com os quais eu pude aprender e vivenciar novos conhecimentos e experiências durante as disciplinas ofertadas ao longo do curso.

Aos meus pais, por terem me apoiado todos os dias e por nunca terem economizado esforço algum para me incentivar a conquistar meus sonhos e objetivos. Espero que este trabalho seja motivo de orgulho para vocês. Obrigado por toda educação, amor e carinho que me deram. Se não fosse por vocês, não estaria onde estou. Muito obrigada! Amo vocês!

Aos meus queridos amigos que me apoiaram de diversas formas. Aos meus companheiros que contribuíram demais para que o campo fosse mais do que um trabalho; Ed e Pupu que literalmente me "suportaram" na última campanha e que praticamente me carregaram no colo e a Rê por sempre escutar meu "chororô" com a maior paciência do mundo (risos). Vocês foram pessoas fundamentais neste trabalho e são fundamentais na minha vida! A Leu Fraga e a Jane pela prestativa ajuda em campo. Aos meus amigos e parceiros de laboratório: Gisa, Marlon, Piu,

Vítor, Carlinha, Pathie, Mara, Vandy, Lúcio, Adarene, Daniel, Thiago Maia, Thiago Dorigo, Mauricio, Tati, Luzinha, Dread, Felipe, Manu, Leozinho, e os "vizinhos" de laboratório Paulinha, Lili, Carol, Bruno Rosado, Miriam, Nina, Bruno Gorini, Raquel e Raul que foram a minha família nessa cidade louca que é o Rio de Janeiro! Ao Marlon, Dorigo e Paulo Nogueira pela ajuda no trabalho de bancada, e a Carlinha, Vandy e Gisa pela prontidão ao socorro estatístico e também à Carlinha e Mauricio pelas atenciosas sugestões e correções! E, claro, a todos os "sacis" do laboratório por terem rendido boas histórias e gargalhadas durante estes dois anos.

A minha querida vovó Jovita que sempre me apoiou e me ajudou, ao meu irmão Pedro pelo carinho de sempre, aos meus avós maternos Zene e Arcângelo que também me ajudaram sempre que possível e a toda minha querida família que sempre conspirou a favor da minha felicidade e do meu sucesso.

Ao meu amor Matheus, por permanecer ao meu lado e encarar comigo todos os momentos dessa jornada. Aprendemos juntos a lidar com a saudade e a superar todos os momentos difíceis que ela nos fez passar. Aprendemos a tornar mais forte o nosso amor para superar a distância física e daqui em diante não consigo mais pensar a minha vida sem você ao meu lado. Te amo muito!

Agradeço também a todas as minhas companheiras de repúblicas (é, morei em duas!), principalmente às que tornaram-se amigas muito próximas, por terem feito parte da minha vida carioca e terem me ajudado a segurar as pontas quando o bicho estava pegando (risos!). Adoro vocês meninas!

Não são as respostas que movem o mundo, são as perguntas.

Albert Einstein

RESUMO

COCO, Livia. **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.** 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

O processo de miniaturização em anuros pode ter implicações ecológicas como, por exemplo, a redução no tamanho da ninhada produzida pelas fêmeas, o aumento do tamanho relativo dos ovos e o desenvolvimento direto. O conseqüente reduzido tamanho da boca tende também a constituir um fator limitante no consumo de presas por estes pequenos anuros, tornando acessível ao consumo apenas uma gama restrita de presas diminutas. Assim, estudamos parâmetros da ecologia de uma população do anuro *Brachycephalus didactylus*, em uma área de Mata Atlântica no sul do Espírito Santo, objetivando ampliar o conhecimento sobre tais parâmetros que compreenderam o dimorfismo sexual, algumas características da reprodução, a dieta e a relação com a disponibilidade de artrópodos no folhíço e uso do micro-habitat. A amostragem dos dados ocorreu durante um ano, nas estações seca e chuvosa. *Brachycephalus didactylus* possuiu dimorfismo sexual, com fêmeas sendo maiores do que os machos. O maior tamanho atingido pelas fêmeas provavelmente resulta da seleção intrasexual atuando nas fêmeas para favorecer um maior investimento na massa dos ovos, já que a espécie possui um tamanho de ninhada consideravelmente reduzido (um a dois ovos). A dieta de *B. didactylus* foi composta por um espectro relativamente amplo de presas (17 itens), tendo elevadas proporções de pequenas presas como Acari e Collembola. O consumo de Formicidae (formigas) foi evitado por *B. didactylus*, apesar de essa presa ser a mais abundante no folhíço, o que categorizou o anuro como um "especialista em não comer formigas" ("non-ant specialist", sensu Toft 1980a). O reduzido tamanho da boca nas fêmeas de *B. didactylus* limitou o tamanho máximo de presas passíveis de serem ingeridas pelo anuro e restringindo-o ao consumo de presas pequenas, com maiores indivíduos consumindo um número maior de presas. Por fim, *B. didactylus* apresentou uma utilização essencialmente horizontal do habitat, sendo mais frequentemente encontrado sobre o folhíço no chão da mata.

Palavras-chave: Dimorfismo sexual. Reprodução. Dieta. Disponibilidade de presas. Micro-habitat. Anuro do Folhíço. Ecologia de Populações.

ABSTRACT

The miniaturization process in anurans may have ecological implications as the clutch size reduction, increasing eggs relative sizes and direct development. The resulting reduced mouth size also tends to be a limiting factor in the prey consumption by these smaller frogs, making available only a restricted range of tiny prey. Thus, we studied some ecological parameters as the sexual dimorphism, some reproductive characters, the diet and its relationship with invertebrates availability and micro-habitat use, of a *Brachycephalus didactylus* anuran population in an Atlantic Rainforest area in southern state of Espírito Santo. These parameters were studied aiming to increase knowledge on these species. The data sampling occurred in 2011, in the dry and rainy seasons. *Brachycephalus didactylus* had sexual dimorphism, with females being larger than male ones. The larger size of females probably results from intra-sexual selection, to allow greater investment in egg mass, since the species has a considerably small clutch size (two to three eggs). The diet of *B. didactylus* was composed by a relatively broad spectrum of prey (17 items), with high proportions of small prey such as Acari and Collembola. The consumption of Formicidae (ants) was avoided by *B. didactylus*, despite this being the most abundant prey in the leaf litter. The small mouth size of the *B. didactylus* females limited them to the consumption of small prey, with larger individuals consuming a greater number of preys. Finally, *B. didactylus* presented an essentially horizontal habitat use, and is more often found in leaf litter on the forest floor.

Keywords: Sexual dimorphism. Reproduction. Diet. Prey availability. Leaf-litter anuran. Micro-habitat. Population Ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Figura 1: Indivíduo adulto de *Brachycephalus didactylus* (tamanho médio do corpo = 8,9 mm) no folhíço da Mata Atlântica de Serra das Torres, estado do Espírito Santo..... 21
- Figura 2 - Localização do Monumento Natural da Serra das Torres, entre os municípios de Atílio Vivacqua, Mimoso do Sul e Muqui, ao sul do estado do Espírito Santo, Brasil..... 24
- Figura 3 - Comprimento rostro-cloacal (mm) e largura da boca (mm) para fêmeas (n = 14) e machos (n = 23) de *Brachycephalus didactylus* em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil..... 31
- Figura 4 - Relação entre o número de ovócitos e o comprimento rostro-cloacal (mm) e entre a massa total de ovócitos (g) e o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras de *Brachycephalus didactylus* (n = 14) em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil..... 32
- Figura 5 - Relação entre a massa total de ovócitos (g) produzidos pelas fêmeas e o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras ($R^2 = 0,426$; $F_{1,8} = 5,939$; $P = 0,041$; n = 13) de *Brachycephalus didactylus* em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil..... 33
- Figura 6 - Relações entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e o número de presas por estômago e as variáveis morfométricas (mm) das fêmeas de *Brachycephalus didactylus* (n = 14) em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil..... 37
- Figura 7 - Relações entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e o número de presas por estômago e as variáveis morfométricas (mm) dos machos de *Brachycephalus didactylus* (n = 23) em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil..... 38

Figura 8 -	Abundância (número de indivíduos) das categorias de artrópodos encontrados no folhíço durante as estações seca e chuvosa em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.....	40
Figura 9 -	Índice de eletividade (D) de cada categoria de presa encontrada na dieta de <i>Brachycephalus didactylus</i> (n = 37) durante a estação chuvosa em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.....	42
Figura 10 -	Amplitude dos tamanhos (mm) das presas consumidas por machos e fêmeas em uma população de <i>Brachycephalus didactylus</i> e dos artrópodos disponíveis no ambiente em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística básica das medidas morfométricas de uma população de <i>Brachycephalus didactylus</i> em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.....	31
Tabela 2 - Categorias de presas encontradas na dieta do anuro <i>Brachycephalus didactylus</i> (n = 45) na Mata Atlântica do Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.....	35
Tabela 3 - Abundância (número de indivíduos e valores em %) de <i>Brachycephalus didactylus</i> em cada categoria de micro-habitat em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.....	44

:

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MONA	Monumento Natural
CRC	Comprimento rostro-cloacal
LB	Largura da boca
RANI	Restos de artópodos não-identificados
ES	Estação seca
EC	Estação chuvosa

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	16
1	METODOLOGIA.....	23
1.1	Área de Estudo.....	23
1.2	Coleta de dados.....	25
1.3	Análises dos Dados.....	27
2	RESULTADOS.....	30
2.1	Morfometria, Dimorfismo Sexual e Aspectos Reprodutivos.....	30
2.2	Características da dieta de <i>Brachycephalus didactylus</i>.....	34
2.3	Disponibilidade de artrópodos no folhicho e relações com o consumo de presas por <i>Brachycephalus didactylus</i>.....	39
2.4	Uso do Habitat.....	44
3	DISCUSSÃO.....	45
3.1	Morfometria, Dimorfismo Sexual e Aspectos Reprodutivos.....	45
3.2	Características da dieta de <i>Brachycephalus didactylus</i>.....	46
3.3	Disponibilidade de artrópodos no folhicho e relações com o consumo de presas por <i>Brachycephalus didactylus</i>.....	48
3.4	Uso do Habitat.....	50
4	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52

INTRODUÇÃO

Abordagem geral sobre parâmetros da ecologia em anuros

Aspectos da história natural e da ecologia dos anfíbios anuros da região neotropical têm sido alvo de estudos por pesquisadores e naturalistas desde os anos 1940 (e.g. Bragg 1940, Aronson e Noble 1945; De Carvalho e Bailey 1948; Lee 1967; Hödl 1977; Wake 1978; Jim 1980; Toft 1980a, 1980b, 1981; Zimmerman and Bogart 1984, 1988; Fauth *et al* 1989; Cardoso *et al.* 1989; Heyer *et al.* 1990; Allmon 1991; Haddad 1991; Lima e Moreira 1993; Pombal 1995; Giaretta 1998; Castanho 2000; Marra *et al* 2004; Canedo e Rickli 2006; Rocha *et al.* 2007; Dietl *et al* 2009; Rocha *et al* 2011). Nestes estudos, alguns dos aspectos mais frequentemente abordados foram a densidade, a distribuição geográfica, os comportamentos de vocalização e a reprodução, os hábitos alimentares e o uso do hábitat. Dentre os estudos, vários abordaram os aspectos ecológicos de espécies e de comunidades de anuros que habitam o folhiço do chão de florestas (e.g. Toft 1980a, 1980b, 1981; Fauth *et al* 1989; Allmon 1991; Moreira e Lima 1991; Lima e Moreira 1993; Giaretta 1998; Marra *et al* 2004; Canedo e Rickli 2006; Rocha *et al.* 2007; Dietl *et al* 2009; Rocha *et al* 2011).

Os anuros do folhiço podem exercer um papel relevante na regulação da disponibilização de nutrientes na floresta, atuando como principais predadores da cadeia detritívora, participando do processo de desmineralização da matéria orgânica, e convertendo as presas consumidas em nutrientes disponíveis para plantas e microorganismos (Burton e Likens 1975; Beard *et al.* 2002). A dieta dos anuros do folhiço é conhecida por ser composta principalmente por artrópodos (Toft 1981; Simon e Toft 1991; Lima e Moreira; 1993; Lima 1998; Van Sluys *et al.* 2001; Marra *et al.* 2004; Dietl *et al.* 2009; Martins *et al.* 2010; Almeida-Santos *et al.* 2011; Sugai *et al.* 2012; Dorigo *et al.* 2012; Coco *et al.* submetido), apesar de existirem algumas espécies que predam vertebrados, como por exemplo *Ceratophrys aurita* (Solé *et al.* 2010) e *Ceratophrys cornuta* (Ceratophryidae) (Chávez *et al.* 2011).

O consumo de presas e as estratégias de forrageamento dos anuros podem estar intimamente relacionados à disponibilidade de recursos no ambiente, e ao

tamanho das presas disponíveis para o consumo (Lima e Moreira 1993). Uma classificação para designar estratégias de forrageamento dos anuros foi proposta por Toft (1980a, 1981), que categorizou as espécies do folhiço como: (i) "especialistas em formigas" ("*ant specialists*"), que comem formigas em proporções maiores do que as disponíveis no folhiço; (ii) "generalistas" ("*generalists*"), que ingerem as presas em proporção similar à disponibilidade no folhiço; e (iii) "especialistas em não comer formigas" ("*non-ant specialists*"), que possuem um baixo consumo de formigas em relação à sua disponibilidade no folhiço, consumindo outras presas em maiores proporções. A relação entre o tamanho dos anuros e das presas é algo comumente encontrado em anuros que habitam o chão da mata na região neotropical (e.g. Toft 1980a; Giaretta *et al.* 1998; Van Sluys *et al.* 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Marra *et al.* 2004; Dietl *et al.* 2009; Martins *et al.* 2010; Coco *et al.* submetido). Entretanto, a maioria dos estudos sobre hábitos alimentares não aborda a relação da dieta com a disponibilidade de artrópodos, sendo esta relação demonstrada apenas em alguns estudos para florestas tropicais na América Central (e.g. Toft 1980a, 1981; Simon e Toft 1991), na região Amazônica (e.g. Lima e Moreira 1993, Lima 1998), em uma área de Mata de Araucária no Rio Grande do Sul (e.g. Dietl *et al.* 2009) e para duas áreas de Mata Atlântica no Paraná (Fontoura *et al.* 2011).

Além dos hábitos alimentares, a reprodução dos anuros do folhiço também tem sido alvo de diversos estudos (e.g. Moreira e Lima 1991; Pombal Jr. 1994; Haddad e Pombal Jr. 1998; Van Sluys *et al.* 2001; Bertoluci e Rodrigues 2002; Watling e Donnelly 2002; Canedo e Rickli 2006). Os anuros possuem a maior diversidade de modos reprodutivos dentre os vertebrados terrestres (Duellman e Trueb 1986; Zug *et al.* 2001), sendo reconhecidos atualmente 39 modos de reprodução (Haddad & Prado 2005). Dentre estes, os modos que incluem ovos terrestres (que não dependem da água como local de oviposição), com presença de desenvolvimento direto dos ovos (caracterizado pela ausência do estágio larval) são característicos de diversas espécies que habitam o folhiço do chão da mata, sendo as características destes modos reprodutivos (e.g. ausência de estágio larval, ovos terrestres) de extrema importância para estes anuros que utilizam ambientes não aquáticos como sítios reprodutivos (Duellman e Trueb 1986; Hedges *et al.* 2008).

O esforço reprodutivo empregado pelas espécies de anuros também está associado ao tipo de modo reprodutivo, possuindo uma ampla variação no número e

no tamanho (massa) dos ovos produzidos pelas fêmeas de cada espécie (Zug *et al.* 2001). As fêmeas de algumas espécies de anuros podem produzir uma grande quantidade de ovos de pequeno tamanho como, por exemplo, alguns representantes da família Bufonidae (Zug *et al.* 2001). Por outro lado, uma estratégia alternativa envolve a produção de uma ninhada pequena com ovos relativamente grandes, como ocorre nas espécies que possuem desenvolvimento direto como, por exemplo, espécies do clado Terrarana (ver descrição adiante) e da família Dendrobatidae (Wake 1978; Hedges 1988; Estrada e Hedges 1996; Zug *et al.* 2001; Hedges *et al.* 2008). Portanto, a produção de uma ninhada menor, com ovos maiores e de maior massa (com maior quantidade de vitelo) está geralmente associada a indivíduos que possuem esta estratégia reprodutiva (Wake 1978; Zug *et al.* 2001). Dessa forma, para estas espécies, um maior tamanho corpóreo das fêmeas poderia favorecer um aumento na fecundidade pela capacidade de investir em ovos maiores (Woolbright 1983), fato que é relatado para algumas espécies de anuros do folhiço (*e.g.* Woolbright 1989; Lee 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Van Sluys *et al.* 2006, Martins *et al.* 2010; Dorigo *et al.* 2012; Coco *et al.* submetido).

Por sua vez, alguns fatores como a disponibilidade de presas (e, conseqüentemente, hábitos alimentares das espécies), a seleção de locais com recursos e condições ambientais favoráveis à reprodução (associadas aos modos reprodutivos), além de aspectos da vegetação, da altitude e do clima influenciam a frequência de utilização dos tipos de habitat e micro-habitat pelos anuros (Crump 1986; Prado *et al.* 2005; Juncá 2006). O folhiço, as pedras e os troncos caídos têm sido relatados, em alguns estudos, como os micro-habitats específicos predominantemente utilizados pelas espécies que ocupam o chão da mata (*e.g.* Pombal Jr. 1994; Marra *et al.* 2004; Martins *et al.* 2010; Almeida-Santos *et al.* 2011; Dorigo *et al.* 2012).

Para anuros do folhiço da Mata Atlântica existem diversos estudos que abordam vários aspectos de sua ecologia como, por exemplo, a composição, riqueza e abundância de espécies, o período de atividade, a densidade populacional, os padrões de dispersão, a variação altitudinal, a atividade vocal, o uso do habitat e micro-habitat, a ecologia trófica e os aspectos reprodutivos (*e.g.* Giaretta 1998; Rocha *et al.* 2000; Van Sluys *et al.* 2001; Rocha *et al.* 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Marra *et al.* 2004; Canedo e Rickli 2006; Almeida-Gomes *et al.* 2007; Van Sluys *et al.* 2007; Dietl *et al.* 2009; Martins *et al.* 2010;

Almeida-Santos *et al.* 2011; Fontoura *et al.* 2011; Rocha *et al.* 2011; Santos-Pereira *et al.* 2011; Siqueira *et al.* 2011; Dorigo *et al.* 2012). Entretanto, a maior predominância destes estudos ocorre para áreas de Mata Atlântica no Rio de Janeiro, em detrimento de outros estados brasileiros. Dessa forma, mesmo com uma crescente ampliação de estudos sobre ecologia de anuros de folhiço desde a última década, ainda se faz necessário um incremento do conhecimento do tema em questão. Além disso, ainda existem lacunas sobre a ecologia de diversas espécies de anuros do folhiço, implicando na falta de um arcabouço de conhecimento que permita detectar padrões e tendências ecológicas para estas espécies.

A espécie estudada: *Brachycephalus didactylus* (Izecksohn, 1971)

Em 2008, Hedges *et al.* criaram o táxon Terrarana, realocando e agrupando quatro famílias, cujas espécies são caracterizadas principalmente pela reprodução no habitat terrestre, por possuírem desenvolvimento direto dos ovos e pela presença do "dente de ovo" (estrutura cartilaginosa presente na extremidade rostral dos indivíduos, utilizada para auxiliar o processo de eclosão dos ovos) no estágio embrionário. As famílias agrupadas em Terrarana são: Brachycephalidae Günther, 1858; Eleutherodactylidae Lutz, 1954; Craugastoridae Hedges, Duellman e Heinicke, 2008 e Strabomantidae Hedges, Duellman e Heinicke, 2008 (Hedges *et al.* 2008).

Pertencente ao clado Terrarana, a família Brachycephalidae é constituída de dois gêneros: *Brachycephalus* Fitzinger, 1826 e *Ischnocnema* Reinhardt e Lütken, 1862. O Gênero *Brachycephalus*, que atualmente é composto por 19 espécies (Frost 2011; Clemente-Carvalho *et al.* 2012; Garey *et al.* 2012), pode ser identificado pela cintura peitoral única e totalmente ossificada, que é uma característica peculiar do gênero (Pombal Jr. e Gasparini 2006). Outras características notáveis desse gênero são o tamanho bastante reduzido do corpo, com comprimento rostro-cloacal geralmente inferior a 18 mm (Alves *et al.* 2006), menor número e tamanho dos dedos e a menor quantidade de falanges (Pombal Jr. *et al.* 1998; Pimenta *et al.* 2007; Alves *et al.* 2009; Pombal Jr. 2010). O gênero é encontrado nas regiões sul e sudeste do Brasil e é considerado endêmico da Mata Atlântica (Frost 2011).

Os estudos sobre a ecologia de espécies do gênero *Brachycephalus* têm sido publicados desde 1994, sendo dois deles sobre o comportamento reprodutivo (*B. ephippium*: Pombal Jr. *et al.* 1994, Pombal Jr. 1999), um sobre estimativas de abundância (*B. didactylus*: Van Sluys *et al.* 2007), um sobre atividade vocal e distribuição geográfica (*B. hermogenesi*: Verdade *et al.* 2008) e três estudos que envolveram alguns aspectos ecológicos da dieta, da reprodução, da densidade e/ou do uso do hábitat (*B. didactylus*: Almeida-Santos *et al.* 2011; *B. brunneus*: Fontoura *et al.* 2011; *B. garbeanus*: Dorigo *et al.* 2012).

Até o ano de 2011, *Brachycephalus didactylus* (Izecksohn, 1971) (= *Psyllophryne didactyla*; Kaplan 2002) (Figura 1) era considerado o menor tetrápodo conhecido no mundo (Estrada e Hedges 1996; Leh e Catenazzi 2009). Atualmente, o anuro *Paedophryne amauensis* (Microhylidae), da Papua Nova Guiné, é considerado o menor tetrápodo conhecido, com um tamanho corpóreo médio de apenas 7,7 mm (Rittmeyer *et al.* 2012). *Brachycephalus didactylus* pode, no entanto, ser considerado o menor tetrápodo do Brasil, uma vez que possui reduzido tamanho corpóreo, com adultos variando, aproximadamente, de 7 a 10 mm de comprimento e de 70 a 100 mg de massa (Almeida-Santos *et al.* 2011). Registros para a espécie foram constatados nas regiões de Paulo de Frontin (Izeckson 1971), Ilha Grande (Rocha *et al.* 2001); na RERP em Mangaratiba (Carvalho-e-Silva *et al.* 2008); no PETP na Serra dos Órgãos (Siqueira *et al.* 2009, 2011), todas no Rio de Janeiro e, recentemente, no Monumento Natural da Serra das Torres no Espírito Santo (Oliveira *et al.* 2012). Sobre a ecologia de *B. didactylus*, existe apenas um estudo no Rio de Janeiro que abordou duas populações, uma na RERP em Mangaratiba e outra no PETP na Serra dos Órgãos (Almeida-Santos *et al.* 2011). A espécie possui maior atividade no período noturno, embora seja encontrado também no período crepuscular e habita tipicamente o folhiço do chão da mata (Rocha *et al.* 2000; Almeida-Santos *et al.* 2011).



Figura 1 - Indivíduo adulto de *Brachycephalus didactylus* no folhiço da Mata Atlântica de Serra das Torres, estado do Espírito Santo (tamanho médio do corpo = 8,9 mm). Foto: Leandro Novaes Venerano.

A miniaturização e as implicações na ecologia de anuros

O processo de miniaturização pode ser definido como a evolução do tamanho de um corpo extremamente reduzido dentro de uma linhagem filogenética, o que pode implicar que o grupo em questão tenha evoluído de um ancestral de maior tamanho (Hanken e Wake 1993). O tamanho do corpo dos indivíduos é um dos fatores mais importantes que podem determinar as funções de um organismo e, conseqüentemente, o seu papel ecológico (Peters 1983; LaBarbera 1986). Portanto, a miniaturização envolve não apenas implicações no tamanho do corpo dos indivíduos, mas também importantes conseqüências anatômicas, fisiológicas, ecológicas e comportamentais, decorrentes do efeito da redução do tamanho corpóreo (Hanken e Wake 1993).

A ecologia de organismos miniaturizados possui algumas características peculiares em anfíbios anuros. De forma abrangente, a redução extrema do tamanho corpóreo pode estar associada a uma redução no tamanho da ninhada produzida pelas fêmeas, a um aumento relativo do tamanho dos ovos (Grandison 1980), ao desenvolvimento direto e a modificações nos comportamentos de acasalamento e de cuidado parental (Hedges 1988; Estrada e Hedges 1996; Wells 2007). Essas tendências de aumento do tamanho relativo dos ovos e de desenvolvimento direto foram detectadas em espécies de anuros miniaturizadas da Mata Atlântica no Rio de Janeiro como *B. ephippium* (Pombal 1999) e *B. didactylus* (Almeida-Santos *et al.* 2011).

O tamanho reduzido do corpo e, conseqüentemente, do tamanho da boca tende também a constituir um fator limitante ao consumo de presas por estes pequenos anuros (Toft 1980a; Simon e Toft 1991; Lima e Moreira 1993). Assim, apenas uma gama restrita de tipos de presas diminutas pode estar acessível ao consumo. Artrópodos de pequeno tamanho foram presas relativamente frequentes na dieta de *B. didactylus* (*e.g.* Acari, Collembola) (Almeida-Santos *et al.* 2011) e de seus congêneres *B. brunneus* (*e.g.* Acari) em Campina Grande, Paraná (Fontoura *et al.* 2011) e *B. garbeanus* (*e.g.* Acari, Formicidae) em Nova Friburgo, Rio de Janeiro (Dorigo *et al.* 2012).

Apesar da existência de alguns estudos sobre *B. didactylus* e seus congêneres, a ecologia da espécie é conhecida basicamente para algumas populações no estado do Rio de Janeiro e pouco se conhece sobre a ecologia do gênero como um todo, levando-se em consideração a existência de 19 espécies de *Brachycephalus*.

De forma a contribuir com o conhecimento da ecologia de anuros do folhiço da Mata Atlântica, e considerando o registro recente de uma população da espécie no Monumento Natural da Serra das Torres, em Atílio Vivacqua, Espírito Santo, objetivamos estudar parâmetros da ecologia de *B. didactylus*. Tais parâmetros analisados foram: (i) a composição da dieta, (ii) a relação desta com a disponibilidade de presas na área, (iii) os aspectos reprodutivos e morfológicos da espécie e (iv) utilização do hábitat. O estudo destes parâmetros podem oferecer informações importantes que podem vir a auxiliar na compreensão do funcionamento e das soluções do processo de miniaturização destes organismos.

1 METODOLOGIA

1.1 Área de Estudo

O Monumento Natural da Serra das Torres (MONA Serra das Torres), criado em junho de 2010, está localizado ao sul do estado do Espírito Santo, entre os municípios de Atílio Vivacqua, Mimoso do Sul e Muqui (Figura 2), e abriga um dos últimos remanescentes florestais de Mata Atlântica do estado (Magnago *et al.* 2008). A região ocupa uma área de aproximadamente 10.400 hectares dividida em fragmentos de diversos tamanhos e separados entre si por distâncias distintas. Os mesmos encontram-se separados por estradas, lavouras ou áreas de pasto (Magnago *et al.* 2008). A fitofisionomia local é caracterizada por Floresta Ombrófila Densa (*sensu* Veloso *et al.* 1991), possuindo áreas que encontram-se em diferentes estágios de recuperação (inicial, médio ou avançado) (Magnago *et al.* 2008). Os dados climáticos disponíveis para uma localidade próxima (Estação Meteorológica do Município de Alegre, a cerca de 40 km, em linha reta, da área estudada) descrevem a região como possuindo clima quente e úmido, com temperatura média anual de 24°C e pluviosidade média anual de 1300 mm (Incaper 2012).

As áreas utilizadas para a coleta dos dados foram três fragmentos (21°0'4.13"S e 41°13'13.54"O; 21°0'29.94"S e 41°13'13.48"O; 20°59'43.46"S e 41°12'38.45"O) localizados em propriedades particulares, com acesso pelo município de Atílio Vivacqua.

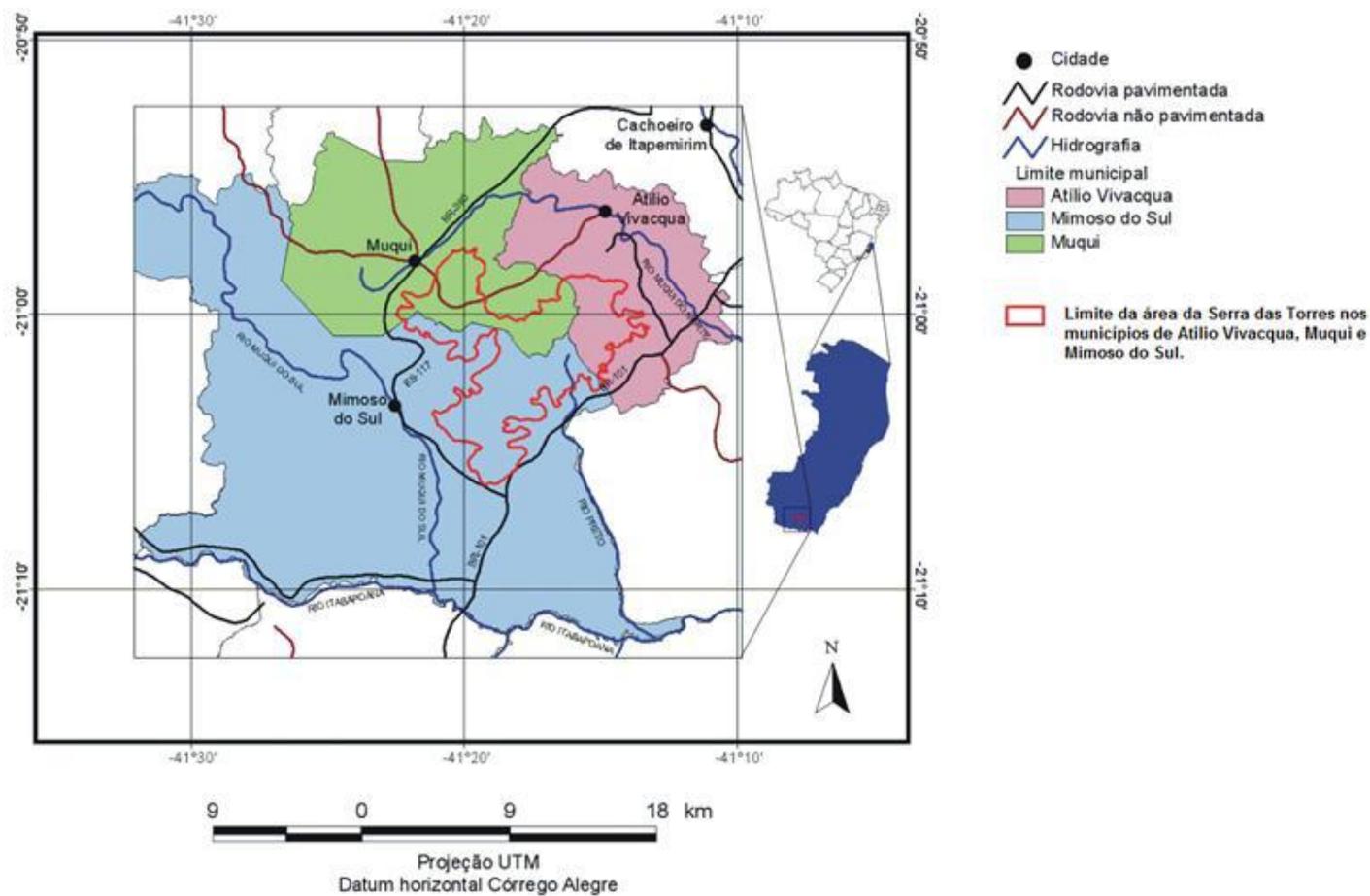


Figura 2 - Localização do Monumento Natural da Serra das Torres, entre os municípios de Atílio Vivacqua, Mimoso do Sul e Muqui, ao sul do estado do Espírito Santo, Brasil. Fonte: Adaptação de IPEMA (Oliveira 2011).

1.2 Coleta dos dados

A amostragem dos indivíduos de *Brachycephalus didactylus* no MONA Serra das Torres foi realizada no ano de 2011 e abrangeu uma estação seca e uma chuvosa. Na estação seca foram realizadas três campanhas nos meses de junho (três dias), agosto e setembro (cinco dias), totalizando 13 dias de amostragens. Na estação chuvosa foi realizada uma campanha de dez dias no mês de dezembro.

Foram empregados dois métodos de amostragem para a coleta dos dados: (1) parcelas (“*plots*”; Jaeger e Inger 1994), apenas na estação chuvosa (para garantir um tamanho amostral suficiente) e (2) procura visual (“*visual encounter surveys*”; Crump e Scott 1994), em ambas as estações. O método de parcelas constituiu na demarcação de quadrados de 16 m² (4 X 4 m) cercados por tela plástica com 1 m de altura (utilizamos as “telas de mosquito” por sua maleabilidade), de forma aleatória, no chão da mata. As parcelas foram montadas durante o dia e amostradas a partir do período crepuscular e no decorrer da noite, por três pesquisadores dispostos lado a lado e de joelhos no chão da floresta. Os pesquisadores vistoriaram, simultaneamente, a área do interior da parcela, em toda a sua extensão, revirando o folhicho, os troncos e os galhos caídos à procura dos anuros. Foram realizadas cinco parcelas por dia, durante quatro dias de amostragem, totalizando 20 parcelas (320 m²). O método de procura visual consistiu no deslocamento vagaroso dos pesquisadores pela mata, em transecções com 30 minutos de duração cada, vistoriando o folhicho, os troncos e os galhos caídos no solo. Foi realizado um total de 132 h de procura visual, sendo 91,5 h na estação seca e 40,5 h na estação chuvosa. O micro-habitat utilizado foi registrado como aquele em que o anuro se encontrava no momento do avistamento.

Os indivíduos de *B. didactylus* coletados foram mortos com lidocaína em pasta imediatamente após a captura, visando interromper o processo digestivo para preservar o conteúdo estomacal e, em seguida, conservados em solução de álcool a 70%. Posteriormente, os anuros foram medidos em seu comprimento rostro-cloacal (CRC, em mm) e largura da boca (LB, em mm) com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). A massa corporal (em g) foi aferida utilizando-se balança eletrônica (precisão de 0,001 g).

O sexo dos indivíduos foi determinado através da observação direta das gônadas após dissecação. Os ovários das fêmeas que possuíam ovócitos maduros foram extraídos. Os ovócitos foram contados e medidos em sua massa (em g) com auxílio de uma balança digital (precisão de 0,001 g) e em seu comprimento e largura (em mm) com paquímetro (precisão de 0,01 mm). Posteriormente, o volume (em mm³) do ovócito foi estimado através da fórmula do ovóide-esferóide (Dunham 1983), em que "L" representa a largura e "C" o comprimento do ovócito:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{L}{2}\right) \left(\frac{C}{2}\right)^2$$

O estômago dos anuros foi extraído e o seu conteúdo foi analisado sob microscópio estereoscópico. As presas foram identificadas no nível taxonômico de Ordem, em alguns casos nos níveis de Classe ou Família. Os artrópodos que se encontravam em adiantado estágio de digestão e não puderam ser identificados foram agrupados como "restos de artrópodos não identificados" (RANI). As presas foram quantificadas e medidas em seu comprimento e largura (em mm) utilizando-se uma objetiva ocular com marcação milimétrica (ocular micrométrica; precisão de 0,01 mm). O volume (em mm³) de cada presa foi estimado pela fórmula do ovóide-esferóide (Dunham 1983), a mesma utilizada para calcular o volume do ovócito (ver acima), onde "L" representa a largura e "C" o comprimento da presa.

Foi estimado um índice da disponibilidade de artrópodos como potenciais presas de *B. didactylus* na área de estudo. Para isso, foram amostrados os artrópodos presentes no folhiço no exato micro-habitat e no mesmo momento da captura do anuro, a fim de se obter um maior ajuste entre os dados da dieta e da disponibilidade de presas no ambiente. Para a amostragem dos artrópodos foram estabelecidas parcelas de 25 x 25 cm (625 cm²) e foi recolhido todo o folhiço encontrado no interior desta área até a superfície do solo. Nas parcelas de 4 x 4 m ou durante as transecções de procura visual em que não foram encontrados anuros, a parcela de 25 x 25 cm foi lançada aleatoriamente na área. Quando mais de um indivíduo foi encontrado em uma mesma parcela ou durante a transecção de procura visual, foi recolhida apenas uma amostra de folhiço por unidade amostral (parcela ou transecção). Foram recolhidas 47 amostras de folhiço (devido ao maior esforço amostral empregado) na estação seca e 37 na estação chuvosa. Para a execução

das análises, foram desconsideradas as dez últimas amostras da estação chuvosa, equalizando o tamanho das amostras. O material foi triado com auxílio de uma bandeja branca, luminária, pinças entomológicas, pincel e hastes flexíveis de algodão embebidas com solução de álcool a 70%. Durante a triagem, o material do folhiço foi cuidadosamente verificado e varrido com as cerdas do pincel à procura dos artrópodos. Quando encontrados, os artrópodos foram coletados com as pinças e/ou hastes flexíveis e depositados em um pequeno frasco contendo solução de álcool a 70%. Posteriormente, os artrópodos foram identificados sob microscópio estereoscópico (nos níveis de Ordem, Classe ou Família), medidos em sua largura e comprimento (ambos em mm), utilizando-se objetiva ocular com marcação milimétrica (precisão de 0,01 mm) e calculados os volumes (mm^3) através da fórmula para um ovóide-esferóide. Os estágios larvais foram considerados como categorias individuais por apresentarem morfologia e hábito de vida diferentes do estágio adulto.

1.3 Análises dos dados

A composição da dieta do anuro *Brachycephalus didactylus* no MONA Serra das Torres foi analisada em termos de número, de volume (em mm^3) e de frequência de ocorrência das presas. A frequência de ocorrência foi obtida através da proporção de estômagos em que a presa estava presente em relação a todos os estômagos analisados. Foi também calculado para cada tipo de presa um Índice de importância (I_x , em %), obtido pela média das proporções de número, volume e frequência de ocorrência (Howard *et al.* 1999). As relações entre o volume de presas ingeridas (dado pelo volume da maior presa encontrada no estômago, em log) e a LB dos indivíduos e entre o número de presas ingeridas e o CRC foram testadas através de Análise de Regressão Simples (Zar 1999).

A variação sazonal na disponibilidade de artrópodos no ambiente (abundância das diferentes categorias de artrópodos) foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras independentes (Zar 1999). Também foi estimada a similaridade na disponibilidade de artrópodos no ambiente entre as estações através do Índice de Similaridade de MacArthur e Levins (Pianka 1986) onde j e k

representam as duas estações do ano (seca e chuvosa, respectivamente) e p_i representa a proporção de cada tipo de presa i disponível no ambiente:

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \times p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

A eletividade das presas foi estimada pelo Índice de Jacobs (Jacobs 1974), em que r = proporção numérica do item na dieta e p = proporção numérica do item no folhido do chão da floresta, através da fórmula:

$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

Os valores deste índice (D) podem variar de -1 a +1, sendo que valores negativos indicam que as presas foram mais frequentes no ambiente do que na dieta, valores positivos mostram que as presas foram mais abundantes na dieta do que no ambiente e valor igual a zero indica equitabilidade entre a abundância de presas no ambiente e o consumo das mesmas (Jacobs 1974).

Nas análises pertinentes à composição da dieta foram desconsiderados os estômagos vazios, os resíduos vegetais e RANI.

O dimorfismo sexual no CRC de foi testado por Análise de Variância para um fator (ANOVA) e o dimorfismo sexual na LB foi testado por Análise de Covariância (ANCOVA) usando o CRC como covariada (Zar 1999).

As relações entre a massa dos ovócitos e o CRC das fêmeas ovígeras e o número de ovócitos e o CRC das fêmeas ovígeras foram testadas por Análise de Regressão Simples (Zar 1999). O esforço reprodutivo das fêmeas grávidas (em %) foi estimado como a proporção entre a massa de ovócitos (em g) e a massa do corpo da fêmea (em g) após subtraída a massa dos ovócitos.

Os resultados das estatísticas descritivas foram apresentados ao longo do texto como: média \pm desvio-padrão (amplitude; número de amostras). Todas as variáveis foram testadas quanto à homocedasticidade das variâncias e à normalidade da distribuição. A variável “volume das presas ingeridas” não

apresentou homocedasticidade das variâncias e foi transformada em logaritmo para ajuste. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Systat® versão 11.00.01(2004).

2 RESULTADOS

Foi coletado um total de 49 indivíduos do anuro *Brachycephalus didactylus* no Monumento Natural da Serra das Torres, sendo seis indivíduos durante a estação seca (ES) e 43 indivíduos durante a estação chuvosa (EC).

2.1 Morfometria, Dimorfismo Sexual e Aspectos Reprodutivos

Dentre os 49 indivíduos de *B. didactylus* coletados na área de estudo, três foram desconsiderados para análises de dimorfismo sexual por serem muito jovens, impossibilitando a determinação do sexo. Das 23 fêmeas, 14 foram consideradas adultas por estarem reprodutivas e com ovidutos bem desenvolvidos, e nove foram consideradas jovens pela imaturidade do oviduto, sendo desconsideradas para as análises de dimorfismo sexual. Os 23 machos coletados foram considerados adultos, pois apresentaram testículos bem desenvolvidos, com túbulos seminíferos aparentes. Os dados mostraram que houve diferença significativa ($F_{1,35} = 120,7$; $P < 0,001$) no CRC entre machos (Tabela 1) e fêmeas (Tabela 1), com as fêmeas sendo significativamente maiores do que os machos (Figura 3A). Os sexos também diferiram significativamente quanto à largura da mandíbula ($F_{2,34} = 4,8$; $P = 0,035$), com as fêmeas (Tabela 1) possuindo um tamanho de boca proporcionalmente maior do que os machos (Tabela 1) (Figura 3B).

Tabela 1 - Estatística básica das medidas morfométricas de uma população de *Brachycephalus didactylus* em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

	MASSA DO CORPO (em g)	CRC (em mm)	LB (em mm)
Fêmeas	$0,09 \pm 0,01$ (0,08 - 0,11) n = 14	$9,92 \pm 0,35$ (9,28 - 10,44) n = 14	$3,47 \pm 0,16$ (3,24 - 3,77) n = 14
Fêmeas Jovens	$0,06 \pm 0,01$ (0,04 - 0,07) n = 9	$8,14 \pm 0,58$ (7,10 - 8,73) n = 9	$3,07 \pm 0,24$ (2,74 - 3,38) n = 9
Machos	$0,06 \pm 0,01$ (0,05 - 0,08) n = 22	$8,51 \pm 0,39$ (7,87 - 9,65) n = 23	$3,10 \pm 0,14$ (2,83 - 3,40) n = 23

Legenda: CRC = comprimento rostro-cloacal (em mm). LB = largura da boca (em mm).

Nota: os valores foram apresentados como: “média \pm desvio padrão (amplitude) número amostral”.

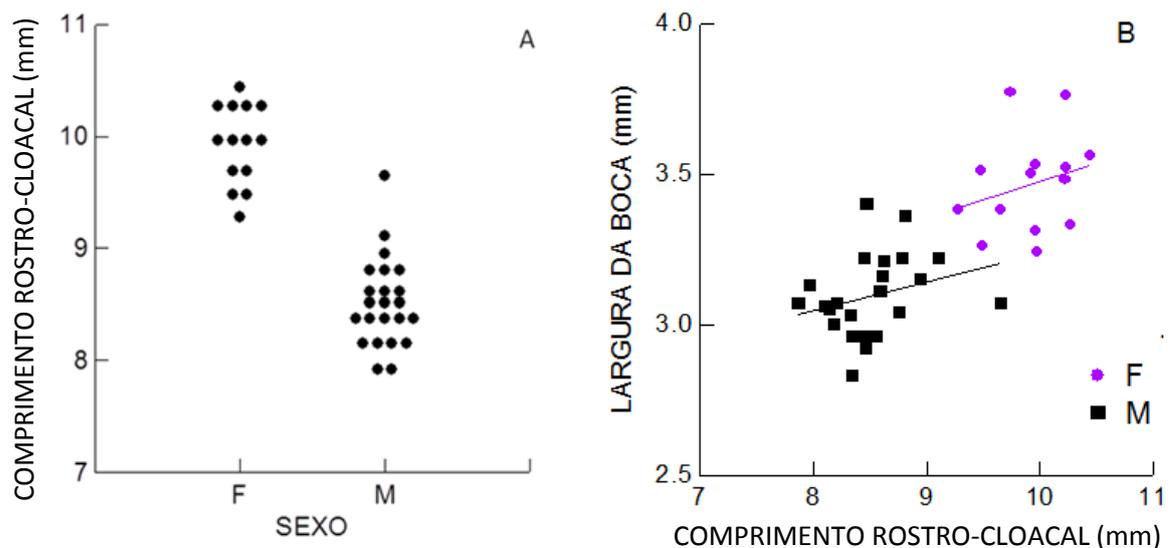


Figura 3 - Comprimento rostro-cloacal (mm) e largura da boca (mm) para fêmeas (n = 14) e machos (n = 23) de *Brachycephalus didactylus* em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atilio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.

Legenda: A. comprimento rostro-cloacal (mm) entre os sexos B. largura da boca (mm) com relação ao comprimento rostro-cloacal em ambos os sexos; F = fêmeas; M = machos.

A mediana e a moda do número de ovócitos por fêmea foi de 2,0 (amplitude: 2,0 - 3,0; n = 14). No ovário direito a média de ovócitos foi de $1,0 \pm 0,3$ (amplitude: 1,0 - 2,0; n = 14) e no esquerdo a média de ovócitos foi $1,2 \pm 0,5$ (amplitude: 1,0 - 2,0; n = 14). A média da massa dos ovócitos em cada fêmea ovígera foi de $0,002 \pm 0,001$ g (amplitude: 0,001 - 0,004 g; n = 26), enquanto o diâmetro médio dos ovos foi de $1,4 \pm 0,3$ mm (amplitude: 0,7 - 2,2 mm; n = 33).

Não houve relação significativa ($R^2 = 0,044$; $F_{(1,12)} = 0,558$; $P = 0,469$; n = 14) entre o número de ovócitos nos ovários e o CRC das fêmeas ovígeras (Figura 4A). Também não houve relação significativa ($R^2 < 0,001$; $F_{1,11} > 0,001$; $P = 0,988$; n = 14) entre a massa total de ovócitos e o CRC das fêmeas ovígeras (Figura 4B).

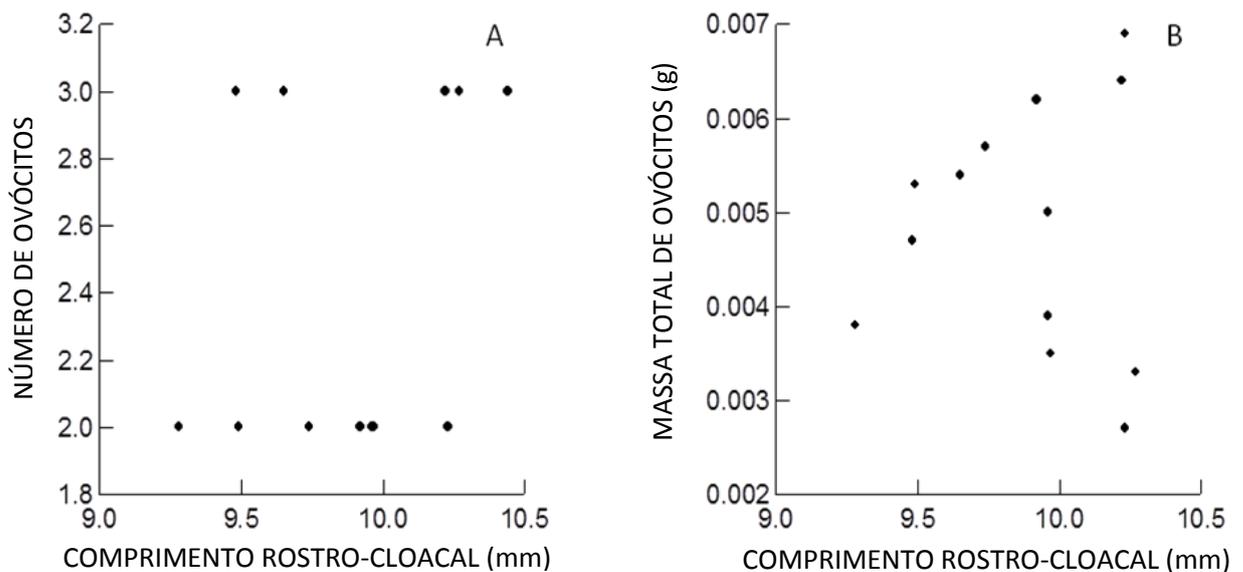


Figura 4 - Relação entre o número de ovócitos e o comprimento rostro-cloacal (mm) e entre a massa total de ovócitos (g) e o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras de *Brachycephalus didactylus* (n = 14) em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atilio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.

Legenda: A. relação entre o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras e número total de ovócitos nos ovários ($R^2 = 0,044$; $F_{1,12} = 0,558$; $P = 0,469$); B. relação entre o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras e a massa (g) total de ovócitos produzidos pelas fêmeas ($R^2 < 0,001$; $F_{1,11} > 0,001$; $P = 0,988$).

Três casos da relação entre a massa total de ovócitos produzida por fêmea e o CRC foram identificados como possíveis casos discrepantes ("outliers"). Simulando a exclusão destes casos foi possível observar uma tendência positiva para essa relação ($R^2 = 0,426$; $F_{1,8} = 5,939$; $P = 0,041$; $n = 13$) entre a massa total de ovócitos e o CRC das fêmeas ovígeras (Figura 5). Esta tendência também pode ser observada no gráfico, sem a exclusão dos possíveis casos discrepantes (Figura 4B).

A média do esforço reprodutivo das fêmeas ovígeras foi de $5,3 \pm 1,4\%$ (amplitude: 2,8 - 7,3%; $n = 13$).

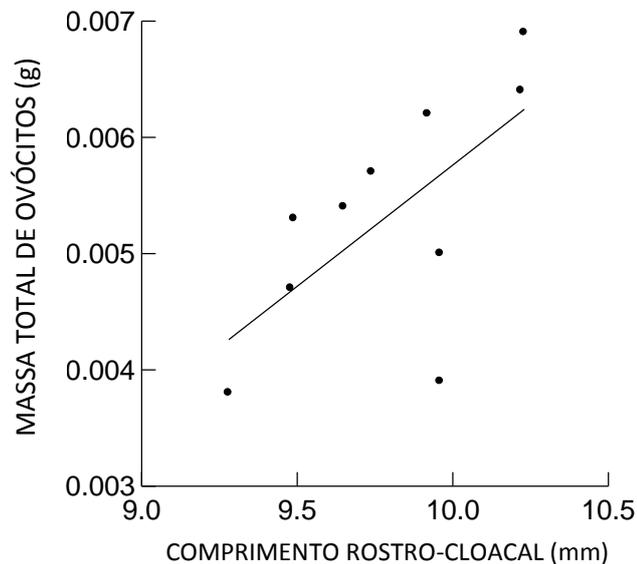


Figura 5 - Relação entre a massa total de ovócitos (g) produzidos pelas fêmeas e o comprimento rostro-cloacal (mm) das fêmeas ovígeras ($R^2 = 0,426$; $F_{1,8} = 5,939$; $P = 0,041$; $n = 13$) de *Brachycephalus didactylus* em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atilio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.

2.2 Características da dieta de *Brachycephalus didactylus*

A dieta do anuro *B. didactylus* no Monumento Natural da Serra das Torres foi analisada com base em 46 indivíduos (23 machos e 23 fêmeas), pois três indivíduos da amostra da EC foram desconsiderados pela dificuldade de extração de seus estômagos devido ao diminuto tamanho corpóreo. Dentre os 46 indivíduos analisados, um (macho) possuía o estômago vazio (0,46%) e em outro foram encontrados apenas restos vegetais compostos por fragmentos de folhas secas do folhíço.

Foram registradas 17 categorias de presas na dieta de *B. didactylus*, sendo duas identificadas no nível de classe, 12 no nível de ordem e uma no nível de família, totalizando 477 itens alimentares ingeridos. Em termos numéricos, as ordens Acari (44,9%) e Collembola (43,2%) foram as mais representativas, enquanto em termos volumétricos, Collembola (18,6%) e Isopoda (15,5%) foram as mais importantes. As categorias mais frequentes foram Acari (91,3%) e Collembola (89,1%) e as presas com os maiores Índices de importância (I_x) foram Collembola (50,3%) e Acari (48,0%) (Tabela 2).

Tabela 2 - Categorias de presas encontradas na dieta do anuro *Brachycephalus didactylus* (n = 45) na Mata Atlântica do Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

Categoria de Presas	N (%)	V (%)	F %	I_x (%)
Arachnida				
Araneae	9 (1,9)	2,881 (5,5)	17,4	8,3
Acari	214 (44,9)	4,092 (7,8)	91,3	48,0
Malacostraca				
Isopoda	16 (3,4)	8,091 (15,5)	19,6	12,8
Diplopoda	1 (0,2)	0,043 (0,1)	2,2	0,8
Symphyla	3 (0,6)	0,546 (1,0)	4,3	2,0
Hexapoda				
Protura	1 (0,2)	0,019 (<0,1)	2,2	0,8
Collembola	206 (43,2)	9,689 (18,6)	89,1	50,3
Isoptera	1 (0,2)	0,129 (0,2)	2,2	0,9
Blattodea	2 (0,4)	1,227 (2,4)	4,3	2,4
Hemiptera	6 (1,3)	0,554 (1,1)	10,9	4,4
Thysanoptera	1 (0,2)	0,082 (0,2)	2,2	0,8
Coleoptera	6 (1,3)	1,569 (3,0)	13,0	5,8
Coleoptera (larva)	4 (0,8)	0,338 (0,6)	6,5	2,7
Hymenoptera (outros)	2 (0,4)	0,053 (0,1)	4,3	1,6
Formicidae	1 (0,2)	0,425 (0,8)	2,2	1,1
Diptera	1 (0,2)	0,002 (<0,1)	2,2	0,8
Diptera (larva)	3 (0,6)	0,891 (1,7)	6,5	3,0
RANI		20,153 (38,6)	60,9	
Restos Vegetais		1,431 (2,7)	2,2	
TOTAL	477 (100)	52,215 (100)		

Legenda: Número (N), volume (V), frequência de ocorrência (F, em %) e índice de importância (I_x, em %).

Nota: Os valores entre parênteses representam os percentuais. RANI representa restos de artrópodos não identificados.

Devido à existência de dimorfismo sexual na espécie (ver item 2.3), as relações entre o número e o tamanho dos itens ingeridos e o tamanho dos indivíduos foram avaliadas para cada sexo separadamente. Para as fêmeas, apenas 14 foram consideradas adultas (veja item 2.3) e somente estas foram utilizadas nas análises da dieta. Todos os 23 machos foram considerados adultos e utilizados para análises da dieta (veja item 2.3).

Para as fêmeas, não foi encontrada relação significativa ($R^2 = 0,021$; $F_{1,12} = 0,253$; $P = 0,624$) entre o volume da maior presa ingerida por indivíduo ($0,4 \pm 0,5$ mm³; amplitude: 0,03 - 1,6 mm; $n = 14$) e a LB ($3,5 \pm 0,2$ mm; amplitude: 3,2 - 3,8 mm; $n = 14$) (Figura 6A). Também não houve relação significativa ($R^2 = 0,001$; $F_{1,12} = 0,014$; $P = 0,907$) entre o número de presas por estômago ($12,9 \pm 7,7$; amplitude: 2 - 26; $n = 14$) e o CRC ($9,9 \pm 0,4$ mm; amplitude: 9,3 - 10,4 mm; $n = 14$) (Figura 6B). Dois casos na relação entre o volume da maior presa ingerida e a LB e na relação entre o número de presas por estômago e o CRC foram identificados como possíveis discrepantes ("outliers"). Simulando-se a exclusão destes casos das análises, foi possível observar uma tendência biológica com relações significativas entre o volume da maior presa ingerida e a LB ($R^2 = 0,346$; $F_{1,10} = 5,282$; $P = 0,044$) (Figura 6C) e entre o número de presas por estômago e o CRC ($R^2 = 0,401$; $F_{1,10} = 6,699$; $P = 0,027$) (Figura 6D). Adicionalmente, essa tendência biológica pode ser observada nos gráficos, mesmo com a presença dos casos identificados como possíveis discrepantes (circulados por linha tracejada) (Figura 6A e 6B).

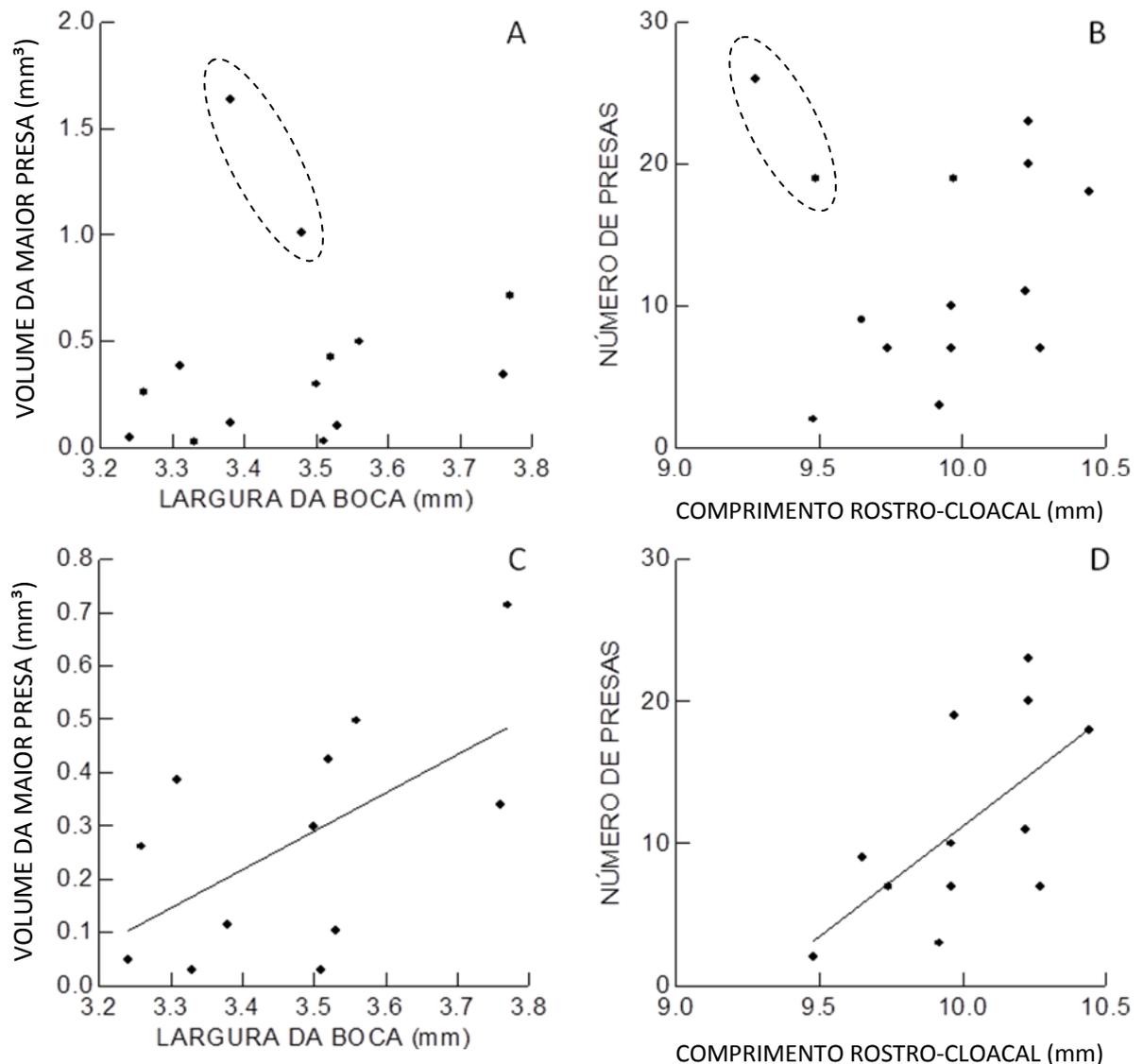


Figura 6 - Relações entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e o número de presas por estômago e as variáveis morfométricas (mm) das fêmeas de *Brachycephalus didactylus* ($n = 14$) em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

Legenda: A. Relação entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e a largura da boca (mm) das fêmeas de *B. didactylus* ($R^2 = 0,021$; $F_{1,12} = 0,253$; $P = 0,624$); B. Relação entre o número de presas por estômago e o comprimento rostro-cloacal (mm) ($R^2 = 0,001$; $F_{1,12} = 0,014$; $P = 0,907$) das fêmeas de *B. didactylus*; C. Relação entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e a largura da boca (mm) das fêmeas de *B. didactylus*, retirando-se os casos discrepantes ($R^2 = 0,346$; $F_{1,10} = 5,282$; $P = 0,044$); D. Relação entre o número de presas por estômago e o comprimento rostro-cloacal (mm) ($R^2 = 0,401$; $F_{1,10} = 6,699$; $p = 0,027$) das fêmeas de *B. didactylus*, retirando-se os casos discrepantes. Os círculos tracejados indicam os casos discrepantes.

Entre os machos, não houve relação significativa ($R^2 = 0,148$; $F_{1,20} = 3,486$; $P = 0,077$) entre o volume da maior presa ingerida por indivíduo ($0,2 \pm 0,3 \text{ mm}^3$; amplitude: 0,01 - 0,9 mm^3 , $n = 22$) e a largura da boca ($3,1 \pm 0,1 \text{ mm}$; amplitude: 2,8 - 3,4 mm ; $n = 22$) (Figura 7A). Também não houve relação significativa ($R^2 = 0,001$; $F_{1,20} = 0,030$; $P = 0,864$) entre o número de presas por estômago ($9,3 \pm 5,3$; amplitude: 2 - 19; $n = 22$) e o CRC ($8,5 \pm 0,4 \text{ mm}$; amplitude: 7,9 \pm 9,7 mm ; $n = 22$) (Figura 7B).

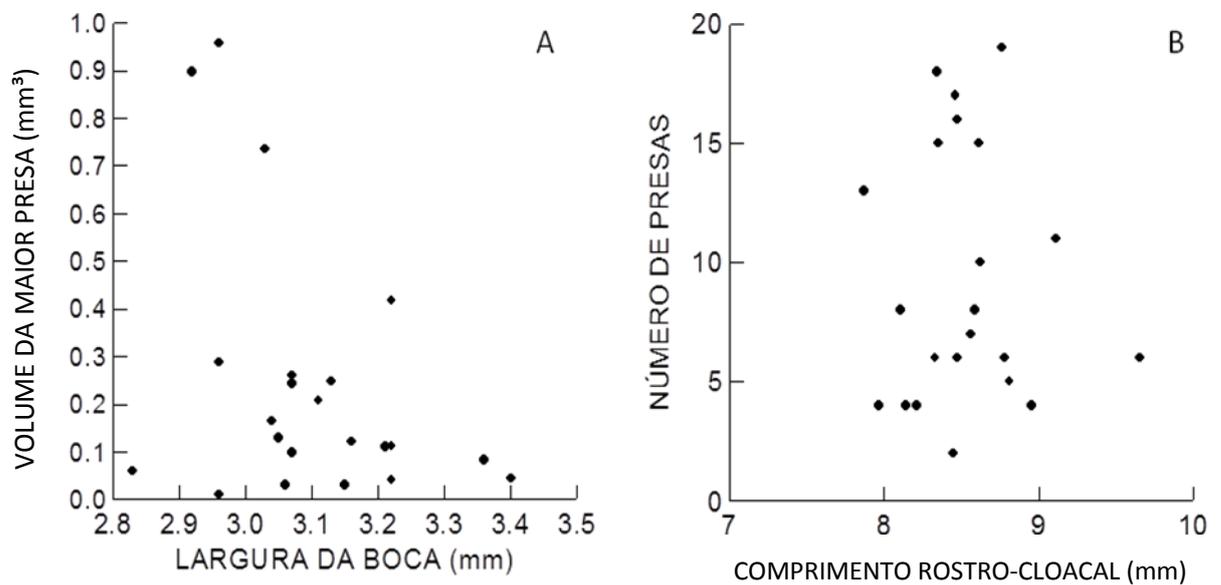


Figura 7 - Relações entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e o número de presas por estômago e as variáveis morfométricas (mm) dos machos de *Brachycephalus didactylus* ($n = 23$) em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

Legenda: A. Relação entre o volume da maior presa consumida (mm^3) e a largura da boca (mm) dos machos de *B. didactylus* ($R^2 = 0,148$; $F_{(1,20)} = 3,486$; $P = 0,077$); B. Relação entre o número de presas por estômago e o comprimento rostro-cloacal (mm) ($R^2 = 0,001$; $F_{(1,20)} = 0,030$; $P = 0,864$) dos machos de *B. didactylus*.

2.3 Disponibilidade de artrópodos no folhíço e relações com o consumo de presas por *Brachycephalus didactylus*

As presas mais abundantes no folhíço da área de estudo durante a estação seca foram Formicidae (N = 574; 28,9%), Collembola (N = 307; 15,5%), Acari (N = 235; 11,9%), Isopoda (N = 233; 11,7%) e Coleoptera (N = 206; 10,4%), enquanto na estação chuvosa, as presas mais abundantes foram Formicidae (N = 609; 25,0%), Collembola (N = 532; 21,8%), Isopoda (N = 249; 10,2%), Acari (N = 219; 9,0%) e Coleoptera (N = 192; 7,9%) (Figura 8).

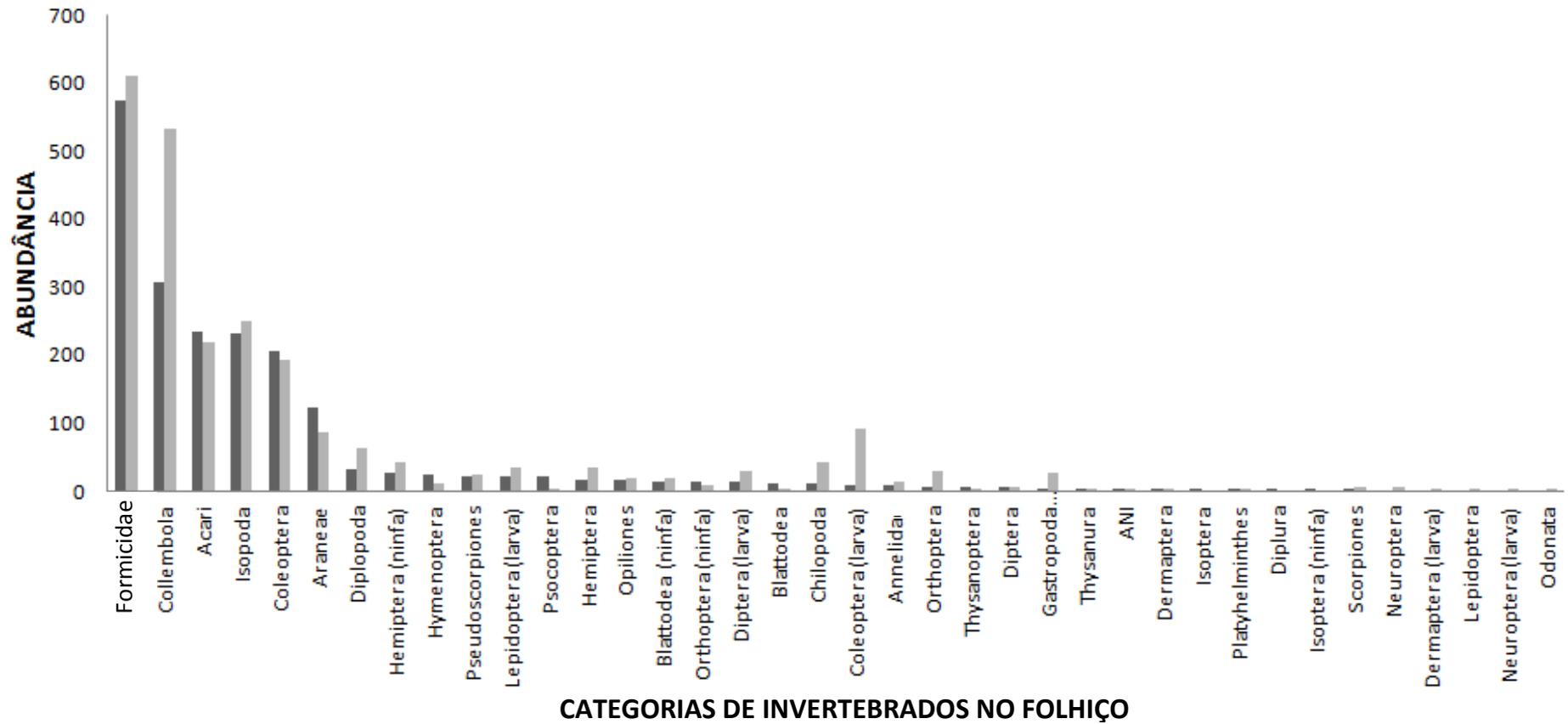


Figura 8 - Abundância (número de indivíduos) das categorias de invertebrados encontrados no folhicho durante as estações seca e chuvosa em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

Legenda: ANI = Artrópodos não identificados. As barras em tom cinza escuro representam as abundâncias de invertebrados encontrados durante a estação seca (n = 1983). As barras em cinza claro representam as abundâncias de invertebrados encontrados durante a estação chuvosa (n = 2436).

Não houve diferença significativa na disponibilidade de invertebrados, em termos de abundância, entre as estações seca e chuvosa (Kolmogorov-Smirnov: $D_{\max} = 0,103$; $P = 0,976$), havendo uma elevada similaridade da disponibilidade destes (97,0%) entre as estações ($O_{jk} = 0,97$).

Para os cálculos de eletividade foram desconsiderados os dados da dieta e de disponibilidade de artrópodos da estação seca devido ao baixo número de indivíduos de *B. didactylus* coletados nesse período ($n = 06$). Dentre as presas coletadas no folhíço durante a estação chuvosa, aquelas com o volume superior a $2,0 \text{ mm}^3$ (valor arredondado com base valor da presa de maior volume consumida = $1,636 \text{ mm}^3$) não foram utilizadas nas análises por serem consideradas indisponíveis (inacessíveis) ao consumo pelo anuro. As ordens de artrópodos Isoptera (1,00), Protura (1,00), Blattodea (0,82), Acari (0,76), Collembola (0,76) e Thysanoptera (0,10) tiveram valores positivos para o Índice de eletividade. Contrariamente, para os grupos de artrópodos Hemiptera (-0,03), Hymenoptera (outros) (-0,06), Diptera (-0,10), Diptera (larva) (-0,10), Isopoda (-0,29), Araneae (-0,38), Coleoptera (larva) (-0,65), Coleoptera (-0,73) e Diplopoda (-0,83) os valores do índice de eletividade foram negativos (Figura 9).

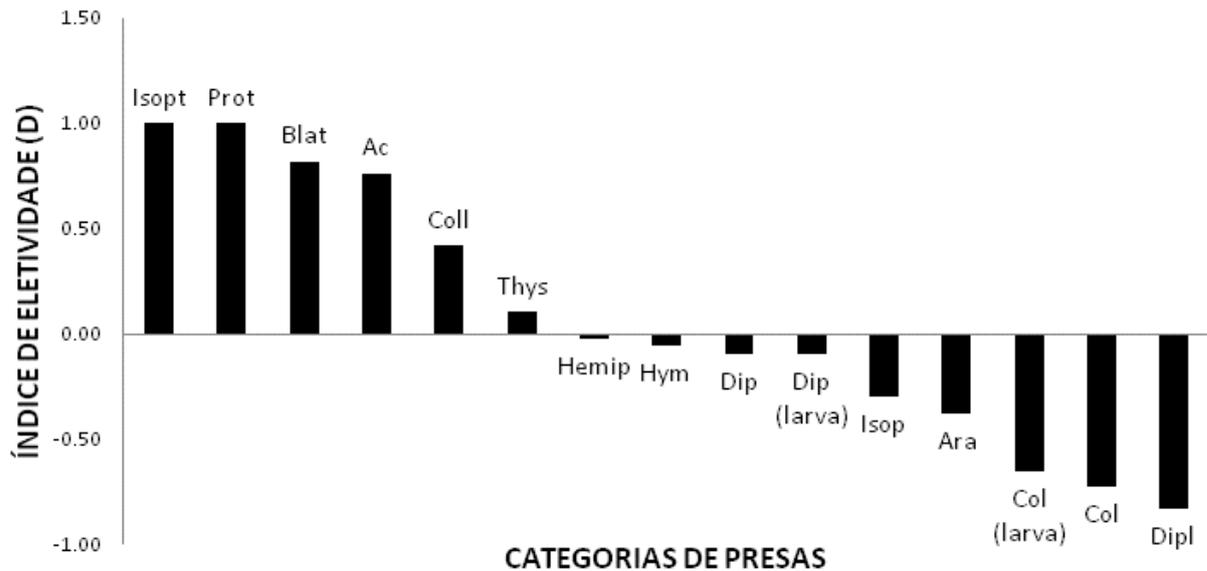


Figura 9 - Índice de eletividade (D) de cada categoria de presa encontrada na dieta de *Brachycephalus didactylus* (n = 37) durante a estação chuvosa em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atílio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.

Legenda: Isopt = Isoptera; Prot = Protura; Blat = Blattodea; Ac = Acari; Coll = Collembola; Thys = Thysanoptera; Hemip = Hemiptera ; Hym = Hymenoptera (outros); Dip = Diptera; Isop = Isopoda; Ara = Araneae; Col = Coleoptera e Dipl = Diplopoda.

As amplitudes de tamanho (comprimento) das presas consumidas por fêmeas (0,2 – 3,10 mm) e por machos (0,2 – 2,95 mm) de *B. didactylus* foram relativamente similares entre si, mas consideravelmente inferiores àquela dos artrópodos disponíveis para o consumo do anuro no folhiço da área de estudo durante a estação chuvosa (0,2 – 8,1 mm) (Figura 10).

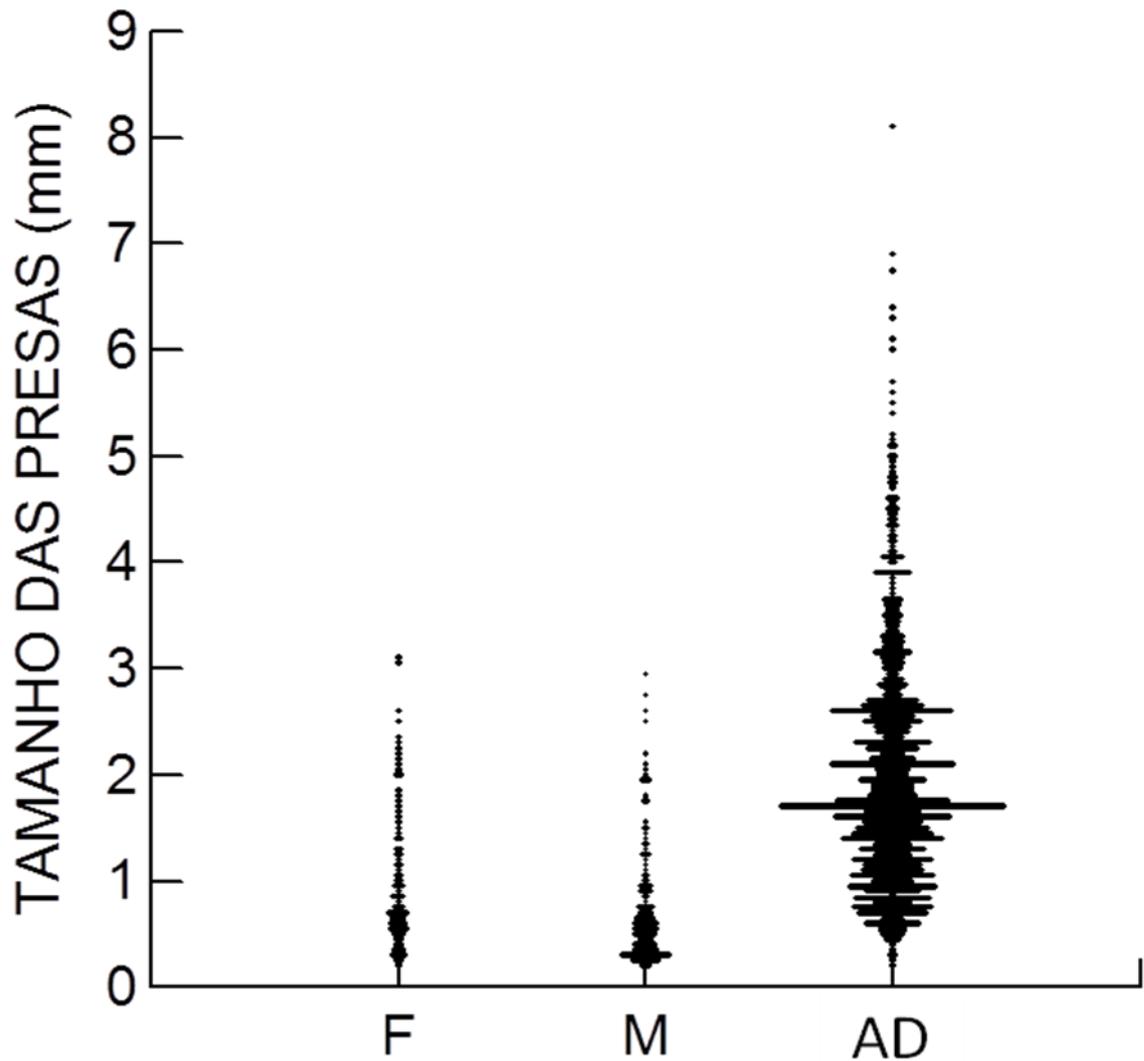


Figura 10 - Amplitude dos tamanhos (mm) das presas consumidas por machos e fêmeas em uma população de *Brachycephalus didactylus* e dos artrópodos disponíveis no ambiente em uma área de Mata Atlântica no Monumento Natural da Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil.

Legenda: F. presas consumidas por fêmeas da população de *B. didactylus*; M. presas consumidas por machos da população de *B. didactylus*; AD. artrópodos disponíveis para *B. didactylus* no folhiço do chão da floresta.

2.4 Uso do micro-habitat

Dentre os 49 indivíduos coletados, sete foram desconsiderados para a análise de utilização de micro-habitat por terem sido, à primeira vista, encontrados em locais inadequados, não categorizados como possíveis micro-habitats (sobre tela de mosquito da parcela, dentro do saco de coleta de amostra de folhíço e sobre teia de aranha). Dentre as nove categorias de micro-habitats consideradas, a mais utilizada foi "Sobre Folhíço", com 18 indivíduos (42,9%) (Tabela 3).

Tabela 3 - Abundância (número de indivíduos e valores em %) de *Brachycephalus didactylus* em cada categoria de micro-habitat em uma área de Mata Atlântica da Serra das Torres, município de Atilio Vivacqua, estado do Espírito Santo, Brasil.

Micro-habitat	Abundância	(%)
Sob Folhíço	3	7.1
Sob Pedra	1	2.4
Sob Raiz	2	4.8
Sob Tronco Caído	3	7.1
Sobre Folhíço	18	42.9
Sobre Pedra	3	7.1
Sobre Raiz	3	7.1
Sobre Tronco Caído	5	11.9
Sobre Solo	4	9.5
TOTAL	42	100

3 DISCUSSÃO

3.1 Morfometria, Dimorfismo Sexual e Aspectos Reprodutivos

No presente estudo, verificou-se a ocorrência de dimorfismo sexual na população de *B. didactylus* estudada, com as fêmeas maiores do que os machos. Esse tipo de dimorfismo também tem sido relatado para diversas espécies de anuros, quase como regra geral, incluindo os que habitam o folhiço do chão da mata (e.g. Woolbright 1989; Lee 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Van Sluys *et al.* 2006; Giaretta e Facure 2008; Martins *et al.* 2010; Dorigo *et al.* 2012; Coco *et al.* submetido). Este dimorfismo pode estar diretamente associado às relações entre a massa e o número de ovócitos produzidos e o tamanho do corpo das fêmeas ovígeras. Anuros com desenvolvimento direto possuem, geralmente, pequeno tamanho de ninhada, com investimento em ovos maiores (Wake 1978; Zug *et al.* 2001; Almeida-Santos *et al.* 2011). Dessa forma, fêmeas maiores podem produzir ovos maiores como resultado da seleção intrasexual atuando nas fêmeas para favorecer um maior sucesso reprodutivo com o aumento do tamanho do corpo (Woolbright 1983, 1989; Duellman e Trueb 1986).

Apesar de o tamanho do corpo das fêmeas não influenciar a massa de ovócitos produzida, os dados mostraram uma tendência biológica à existência de uma relação positiva entre estas variáveis nas fêmeas. Assim, de forma a evitar cometer um erro do tipo II, preferiu-se assumir a existência da tendência na qual, com o aumento do tamanho corpóreo há uma tênue tendência a um aumento na massa dos ovócitos produzidos, na qual o CRC das fêmeas ovígeras explicou cerca de 42% a variação da massa de ovócitos produzida. Possivelmente, os casos identificados foram fêmeas que já haviam ovipositado, pelo grau de dilatação em que se observaram os ovidutos, e possuíam novos ovos ainda em fase de maturação, o que pode ter omitido a relação em questão. Foi também constatado uma variação extremamente baixa no tamanho da ninhada (2 a 3 ovócitos), sugerindo um tamanho de ninhada relativamente fixo na espécie. A tendência a uma relação positiva entre a massa de ovócitos e o tamanho do corpo e a ausência de relação entre o número de ovos produzidos e o tamanho do corpo em *B.*

didactylus sugere que as fêmeas maiores investem em ovos maiores em detrimento do aumento do tamanho da ninhada. A presença de ovos grandes em ninhada de pequeno tamanho também foi encontrada para outra população de *B. didactylus* no Rio de Janeiro (Almeida-Santos *et al.* 2011), para o congênere *B. ehippium* (Pombal 1999) e para *Eleutherodactylus jasperi* (Wake 1978), espécie que também pertence ao clado Terrarana.

3.2 Características da dieta de *Brachycephalus didactylus*

Os dados obtidos indicaram que *Brachycephalus didactylus*, no MONA Serra das Torres, alimentou-se de um amplo espectro de invertebrados (17 tipos). A elevada diversidade de artrópodos de pequeno tamanho encontrada no folhiço da região pode ser um fator que explique a presença de uma gama de diferentes tipos de itens na dieta dessa população. Esta tendência ao consumo de uma variedade de diferentes grupos de invertebrados tem sido demonstrada para várias espécies de anuros do folhiço em diferentes biomas brasileiros (e.g. Lima e Moreira 1993; Van Sluys *et al.* 2001; Marra *et al.* 2004; Almeida-Gomes *et al.* 2007; Dietl *et al.* 2009; Martins *et al.* 2010; Klaion *et al.* 2011; Sugai *et al.* 2012; Coco *et al.* submetido). Além disso, algumas categorias de presas aparecem em proporção relativamente maior do que outras na dieta. No presente estudo, *B. didactylus* apresentou um consumo predominante das ordens Acari e Collembola. Juntas, essas presas perfizeram mais de 88% da composição numérica da dieta dessa população. Um estudo com duas populações de *B. didactylus* no Rio de Janeiro também mostrou um consumo semelhante das ordens Acari e Collembola (Almeida-Santos *et al.* 2011). Para *B. garbeanus* na região de Nova Friburgo (RJ), as presas mais importantes na dieta foram Acari, Isopoda e Formicidae (Dorigo *et al.* 2012) e para *B. brunneus* de Campina Grande (PR), Acari foi o item alimentar predominante (Fontoura *et al.* 2011). No presente estudo, Isopoda também teve uma contribuição importante na dieta de *B. didactylus*. Juntamente com Acari e Collembola compreendeu mais de 41% do volume de itens consumidos pela população. Dessa forma, presas muito pequenas, como o grupo Acari, parecem ser importantes

componentes na dieta de anuros do folhiço de pequeno tamanho corpóreo como *B. didactylus*.

No estômago de apenas um indivíduo foi encontrado material vegetal, composto por fragmentos de folhas da serapilheira. Devido à baixa frequência desse item na dieta, acredita-se que esta ingestão tenha ocorrido acidentalmente. Uma vez que *B. didactylus* alimenta-se de presas do folhiço e as deglute inteiramente, é possível que ocorra a ingestão involuntária de material vegetal aderido ao alimento. Essa situação tem sido verificada em outros estudos com anuros do folhiço da Mata Atlântica (e.g. Van Sluys *et al.* 2001; Marra *et al.* 2004; Martins *et al.* 2010; Almeida-Santos *et al.* 2011; Coco *et al.* submetido). Para apenas uma espécie de anuro, *Xenohyla truncata* (Hylidae), que ocorre em áreas de restinga, foi demonstrado um consumo intencional de material vegetal, incluindo seu papel como agente dispersor de sementes (Silva *et al.* 1989; Silva e Brito-Pereira 2006).

Apesar de o tamanho do corpo e da largura da boca não influenciarem, respectivamente, o número de presas e o volume da maior presa ingerida, os dados obtidos demonstraram uma tendência biológica para uma relação positiva entre estas variáveis nas fêmeas. Entre os machos, provavelmente, esta relação não aparece claramente devido a um elevado consumo de presas de mesmo tamanho (Acari e Collembola) o que reduz a variação no tamanho das presas ingeridas. É possível que, para as fêmeas, o número amostral pequeno (adicionalmente reduzido pela exclusão dos indivíduos jovens) tenha permitido uma acentuação dos casos considerados discrepantes, omitindo uma possível relação. Consideramos, portanto, também uma análise biológica além da análise estatística. Assim, de forma a evitar cometer um erro do tipo II, preferiu-se assumir a existência da tendência na qual, com o aumento dos tamanhos da boca e do corpo do anuro, há uma tênue tendência a um aumento no tamanho e no número de presas ingeridas. Assumindo-se esta tendência, a largura da boca explicou cerca de 34% da variação no volume das presas consumidas, ao passo que o tamanho do corpo explicou em torno de 40% da variação no número de presas consumidas por indivíduo. Como uma consequência da ingestão de alimento sem o processo de mastigação, a largura da boca dos anuros pode exercer uma limitação sobre o tamanho máximo das presas que os indivíduos podem engolir (Pough *et al.* 1989; Pianka 2000). Essa relação também foi encontrada em outras espécies de anuros (e.g. Toft 1980a; Giaretta *et al.* 1998; Van Sluys *et al.* 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Marra *et al.* 2004;

Dietl *et al.* 2009; Martins *et al.* 2010; Coco *et al.* submetido). A tendência das fêmeas em consumirem presas de tamanhos maiores com um aumento do tamanho corpóreo sugere que apesar dos maiores indivíduos fêmeas de *B. didactylus* terem a possibilidade de capturar presas um pouco maiores (como, por exemplo, Acari e Collembola de tamanho indisponível para indivíduos menores), estas presas, individualmente, podem não fornecer suprimento energético suficiente, fazendo com que as fêmeas do anuro necessitem consumir um maior número de presas. Algumas presas importantes para *B. didactylus*, como Acari, possuem alto teor de quitina, tornando-as difíceis de serem digeridas e possuindo, provavelmente, valor energético baixo (Simon e Toft 1991; Lima 1998). Dessa forma, um alto consumo dessas presas seria necessário para garantir o aporte energético suficiente.

3.3 Disponibilidade de artrópodos no folhíço e relações com o consumo de presas por *Brachycephalus didactylus*

Apesar das formigas terem sido o grupo mais abundante no folhíço, considerando a amostra de artrópodes disponível para *B. didactylus*, seu consumo foi aparentemente evitado pelo anuro, pois foram encontradas em baixo número na dieta, com apenas uma formiga consumida por um indivíduo (2,2%) durante a estação seca. *Brachycephalus didactylus* pode, portanto, ser classificado como "especialista em não comer formigas" ("*non-ant specialist*"), segundo a classificação proposta por Toft (1980a) para anuros de folhíço, pois ingeriu formigas em quantidade desproporcionalmente menor do que a quantidade desse item disponível no folhíço. A abstenção ao consumo de formigas pode estar associada às elevadas quantidades de ácido fórmico presente neste grupo de artrópodos. Um importante consumo de formigas foi encontrado para os anuros dendrobatídeos *Oophaga pumilio* (= *Dendrobates pumilio*) (Donnelly 1991), *Anomaloglossus stepheni* (= *Colostethus stepheni*) (Lima e Moreira 1993), para os bufonídeos *Rhinella schneideri* (Batista *et al.* 2011), *Rhinella ornata* (Maia-Carneiro *et al.* no prelo) e para o congênere de *B. didactylus*, *B. garbeanus* (Dorigo *et al.* 2012). O consumo de formigas pelos indivíduos destas espécies pode estar associado ao fato de todos possuírem algum grau de toxicidade na pele ou nas glândulas de veneno, sendo que

esta toxicidade pode ser fruto da incorporação de alcaloides provenientes da ingestão de artrópodos como as formigas (Daly *et al.* 1994; Clark *et al.* 2005). Para *B. didactylus*, porém, não existem glândulas de veneno e não é conhecida, até o momento, a ocorrência de toxicidade associada à sua pele.

Em contrapartida, os índices de eletividade positivos (itens consumidos em quantidade maior do que encontrados no folhíço) obtidos para presas como Acari e Collembola, identificadas como aquelas mais importantes na dieta do anuro, revelam que há uma tendência em *B. didactylus* ao consumo específico destas presas. Este resultado corrobora a ideia de que indivíduos de espécies de pequeno tamanho estão restritos ao consumo de presas de pequeno tamanho (*e.g.* Lima 1998; Almeida-Santos *et al.* 2011; Fontoura *et al.* 2011), tornando *B. didactylus* um potencial predador de grande importância no universo das pequenas presas. O fato de Acari e Collembola estarem também entre as categorias mais abundantes no folhíço da região estudada (depois das formigas) pode explicar, adicionalmente e ao menos em parte, o elevado consumo dessas presas. Os itens Isoptera e Protura obtiveram os maiores índices positivos de eletividade, pois não foram encontrados na disponibilidade de artrópodos do folhíço.

Estudos sobre dieta de anuros que comparam o consumo de presas com a sua respectiva disponibilidade no ambiente ainda são raros e restritos a Florestas Tropicais Úmidas na América Central (*e.g.* Toft 1980a, b, 1981, Simon e Toft 1991) e na região Amazônica (*e.g.* Lima e Moreira 1993, Lima 1998). Até o presente momento, este tipo de abordagem nunca havia sido realizada para as áreas de Mata Atlântica, dificultando o entendimento dos processos e a identificação de tendências que expliquem essa relação entre composição da dieta e disponibilidade das presas no ambiente.

3.4 Uso do Micro-habitat

A categoria de micro-habitat mais utilizada por *B. didactylus* no Monumento Natural da Serra das Torres foi "sobre o folhiço", o que sugere uma utilização essencialmente horizontal do ambiente, no chão da mata. Os indivíduos dessa população foram mais frequentemente encontrados sobre o folhiço no chão da floresta do que em locais pouco acima do solo como pedras, troncos ou plântulas (onde não houve registro de utilização), caracterizando *B. didactylus* como uma espécie terrícola. Este resultado para análises de utilização de micro-habitats tem sido encontrado para outras espécies de anuros na Mata Atlântica (e.g. Rocha *et al.* 2000, 2001; Boquimpani-Freitas *et al.* 2002; Almeida-Gomes *et al.* 2007), para outras espécies da família Brachycephalidae (e.g. Marra *et al.* 2004; Martins *et al.* 2010) e também para outras espécies congêneres de *B. didactylus* (e.g. Pombal *et al.* 1994; Almeida-Santos *et al.* 2011; Dorigo *et al.* 2012).

A utilização frequente deste micro-habitat sugere uma relação direta com os hábitos alimentares da espécie, uma vez que, no presente estudo, foi constatado que *B. didactylus* alimenta-se essencialmente de presas que foram encontradas no folhiço do chão da mata. Além disso, a utilização do micro-habitat também parece estar associada ao modo reprodutivo da espécie que, por pertencer ao clado Terrarana e à família Brachycephalidae, provavelmente possui desenvolvimento direto dos ovos, com sítio reprodutivo independente de ambiente aquático (Haddad e Prado 2005; Hedges *et al.* 2008).

4 CONCLUSÕES

Brachycephalus didactylus possuiu dimorfismo sexual, com fêmeas sendo maiores do que os machos.

O maior tamanho atingido pelas fêmeas provavelmente resulta da seleção intrasexual atuando nas fêmeas para favorecer um maior investimento na massa dos ovócitos, já que a espécie possui um tamanho de ninhada consideravelmente reduzido e relativamente fixo (dois a três ovos).

Embora a dieta de *Brachycephalus didactylus* no Monumento Natural da Serra das Torres seja composta por um espectro relativamente amplo de presas, ela é concentrada em pequenas presas como Acari e Collembola.

As tendências positivas entre as características morfométricas corpóreas dos anuros e o volume e número das presas ingeridas sugeriram que o reduzido tamanho da boca nas fêmeas de *B. didactylus* limitou o consumo do anuro a um universo de pequenas presas, ao mesmo tempo em que pareceu haver uma compensação no consumo em termos de quantidade, com maiores indivíduos consumindo um número maior de presas.

O consumo de formigas, apesar de constituírem presas abundantes no folhíço da localidade, foi evitado pelos indivíduos, o que categoriza a espécie como um "especialista em não comer formigas" ("*non-ant specialist*" ou "*ant-avoider*", *sensu* Toft 1980a).

Por fim, *B. didactylus* apresentou uma utilização essencialmente horizontal do hábitat, sendo mais frequentemente encontrada sobre o folhíço no chão da mata do que em locais pouco mais altos acima do solo como rochas, troncos ou plântulas.

REFERÊNCIAS

- Alves ACR, Ribeiro LF, Haddad CFB, Reis SF. 2006. Two new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic forest in Paraná state, southern Brazil. *Herpetologica* 62: 221-233.
- Alves ACR, Sawaya RJ, Reis SF, Haddad CFB. 2009. A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic rain forest in São Paulo State, Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 43:212-219.
- Allmon WD. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 7: 503-522.
- Almeida-Gomes M, Van Sluys M, Rocha CFD. 2007. Ecological observations on the leaf-litter frog *Adenomera marmoratus* in an Atlantic rainforest area of southeastern Brazil. *Herpetological Journal* 17: 81-85.
- Almeida-Santos M, Siqueira CC, Van Sluys M, Rocha CFD. 2011. Ecology of the Brazilian flea frog *Brachycephalus didactylus* (Terrarana: Brachycaphalidae). *Journal of Herpetology* 45: 251-255.
- Aronson LR, Noble GK. 1945. The sexual behavior of Anura. 2, Neural mechanisms controlling mating in the male Leopard frog, *Rana pipiens*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 86: 87-139.
- Batista RC, De-Carvalho CB, Freitas EB, Franco SC, Batista CC, Coelho WA, Faria RG. 2011. Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil. *Herpetology Notes* [Internet]. [Citado 01 de novembro de 2012] 4: 017-021. Disponível em: http://herpetologynotes.sehherpetology.org/Volume4_PDFs/Batista_et_al_Herpetology_Notes_Volume4_pages017-021.pdf
- Beard KH, Vogt KA, Kulmatiski A. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia* 133: 583 - 593.
- Bertoluci J, Rodrigues MT. 2002. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23: 161-167.
- Boquimpani-Freitas L, Rocha CFD, Van-Sluys M. 2002. Ecology of the horned leaf-frog, *Proceratophrys appendiculata* (Leptodactylidae), in an insular Atlantic rain-forest area of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 36: 318 - 322.
- Bragg AN. 1940. Observations on the ecology and Natural History of Anura. I. Habits, Habitat and Breeding of *Bufo cognatus* Say. *The American Naturalist* 74: 322-349.
- Burton T, Likens G. 1975. Energy flow and nutrient cycle in salamander populations in the Hubbard Brook experimental forest, New Hampshire. *Ecology* 56:1068 - 1080.

Canedo C, Rickli E. 2006. Female Reproductive Aspects and Seasonality in the Reproduction of *Eleutherodactylus binotatus* (Spix, 1824) (Amphibia, Leptodactylidae) in an Atlantic Rainforest fragment, Southeastern Brazil. *Herpetological Review* 37: 149 - 151.

Cardoso AJ, Andrade GV, Haddad CBF. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 241 - 249.

Carvalho-e-Silva AMT, Silva GR, Carvalho-e-Silva SP. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Biota Neotropica* 8:199-209.

Castanho LM. 2000. História natural de uma comunidade de anuros da região de Guaraqueçaba, litoral norte do Estado do Paraná. [tese de doutorado]. [Rio Claro (SP)]: Universidade Estadual Paulista. 132p.

Chávez G, Venegas PJ, Lescano A. 2011. Two new records in the diet of *Ceratophrys cornuta* Linnaeus, 1758 (Anura: Ceratophryidae). *Herpetology notes* 4: 285 - 286.

Clark VC, Raxworthy CJ, Rakotomalala V, Sierwald P, Fisher BL. 2005. Convergent evolution of chemical defense in poison frogs and arthropod prey between Madagascar and the Neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102:11617 - 11622.

Clemente-Carvalho RBG, Giaretta AA, Condez TH, Haddad CFB, Reis SF. 2012. A New Species of Miniaturized Toadlet, Genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae), from the Atlantic Forest of Southeastern Brazil. *Herpetologica* 68:365-374.

Coco L, Borges-Junior VNT, Fusinato LA, Kiefer MC, Oliveira JCF, Araujo PG, Costa BM, Van Sluys M, Rocha CFD. Feeding habits of the leaf litter frog *Haddadus binotatus* (Anura, Craugastoridae) from two Atlantic Forest areas in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, submetido em agosto de 2012*.

Crump ML. 1986. Homing and Site Fidelity in a Neotropical Frog, *Atelopus varius* (Bufonidae). *Copeia* 1986: 438-444.

Crump ML, Scott Jr. NJ. 1994. Visual encounter surveys. In: Heyer WR et al., editors. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press. p 84-92.

Daly JW, Secunda SI, Garraffo HM, Spande TF, Wisnieski A, Cover Jr. JF. 1994. An uptake system for dietary alkaloids in poison frogs (Dendrobatidae). *Toxicon* 32: 657 - 663.

De Carvalho AL, Bailey JR. 1948. Upon the habits and ecology of *Pleurodema diplolistris* Peters (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Biologia* 8: 261-273.

- Dietl J, Engels W, Solé M. 2009. Diet and feeding behavior of the litter-frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in an Araucaria rain forest on the Serra Geral of Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Natural History* 43:1473-1483.
- Donnelly MA. 1991. Feeding Patterns of the Strawberry Poison Frog, *Dendrobates pumilio* (Anura: Dendrobatidae). *Copeia*. 1991: 723-730.
- Dorigo TA, Siqueira CC, Vrcibradic D, Maia-Carneiro T, Almeida-Santos M, Rocha CFD. 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.
- Dunham AE. 1983. Realized Niche Overlap, Resource Abundance and Intensity of Interspecific Competition in Lizard Ecology. *In*: Huey RD, Pianka ER, Schoener TW, editors. *Lizards Ecology: Studies of Model Organism*. Cambridge: Harvard University Press. p 261-280.
- Estrada AR, Hedges SB. 1996. At the lower size limit in tetrapods: a new diminutive frog from Cuba (Leptodactylidae: Eleutherodactylus). *Copeia* 1996:852 - 859.
- Fontoura PL, Ribeiro LF, Pie MR. 2011. Diet of *Brachycephalus brunneus* (Anura: Brachycephalidae) in the Atlantic Rainforest of Paraná, southern Brazil. *Zoologia* 28: 687–689.
- Fauth JE, Crother BI, Slowinski JB. 1989. Elevational Patterns of Species Richness, Evenness, and Abundance of the Costa Rican Leaf-Litter Herpetofauna. *Biotropica* 21: 178-185.
- Frost, DR. 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011) American Museum of Natural History, New York, USA [Internet]. [Citado 21 de novembro de 2012] Banco de dados eletrônico disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>.
- Garey MV, Lima AMX, Hartmann MT, Haddad CFB. 2012. A New Species of Miniaturized Toadlet, Genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae), from Southern Brazil. *Herpetologica* 68: 266-271.
- Giaretta AA. 1998. Diversidade e abundância de anuros de serrapilheira num gradiente altitudinal na mata Atlântica costeira.[tese de doutorado]. [Campinas (SP)]: Universidade Estadual de Campinas. 124p.
- Giaretta AA, Araujo MS, Medeiros HF, Facure KG. 1998. Food habits and ontogenetic diet shifts of the litter dwelling frog *Proceratophrys Boiei* (Wied). *Revista Brasileira de Zoologia* 15: 385-388.
- Giaretta AA, Facure KG. 2008. Reproduction and habitat of ten brazilian frogs (Anura). *Contemporary Herpetology* 2008: 1-4.

- Grandison AGC. 1980. Aspects of breeding morphology in Merten- sophryne micranotis (Anura: Bufonidae): secondary sexual characters, eggs and tadpole. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology* 39: 299 - 304.
- Haddad CFB. 1991. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, sudeste do Brasil. [tese de doutorado]. [Campinas (SP)]: Universidade Estadual de Campinas. 154p.
- Haddad CFB, Pombal Jr. JP. 1998. Redescription of *Physalemus spiniger* (Anura: Leptodactylidae) and Description of Two New Reproductive Modes. *Journal of Herpetology* 32: 557-565.
- Haddad CFB, Prado CPA. 2005. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *Bioscience* 55: 207 - 217.
- Hanken J, Wake DB. 1993. Miniaturization of Body Size: Organismal Consequences and Evolutionary Significance. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 501-519.
- Hedges SB. 1988. A new diminutive frog from Hispaniola (Leptodactylidae: Eleutherodactylus). *Copeia* 1988:636 - 641.
- Hedges SB, Duellman WE, Heinicke MP. 2008. New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa* 1737:1-182.
- Heyer WR, Rand AS, Cruz CAG, Peixoto OL, Nelson CE. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 31: 231 - 410.
- Hödl W. 1977. Call differences and calling site segregation in anuran species from central Amazonian floating meadows. *Oecologia* 28: 351 - 363.
- Howard AK, Forester JD, Ruder JM, Parmerlee Jr. JS, Powell R. 1999. Natural history of a terrestrial Hispaniolan anole: *Anolis barbouri*. *Journal of Herpetology* 33: 702-706.
- Incaper. 2012. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/>. Arquivado pelo WebCite em <http://www.webcitation.org/69FzBGrrO> on 18 July 2012.
- Jacobs J. 1974. Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14: 413-417.
- Izecksohn E. 1971. Novo gênero e nova espécie de Brachycephalidae do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Boletim do Museu Nacional (Zoologia)* 280: 1-12.
- Jaeger RG, Inger RF. 1994. Quadrat sampling. In: Heyer WR, et al., editors. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press. p 97 - 102.
- Jim, J. 1980. Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura).[tese de doutorado]. [São Paulo (SP)]: Universidade de São Paulo. 332p.

- Klaion T, Almeida-Gomes M, Tavares LER, Rocha CFD, Van Sluys M. 2011. Diet and nematode infection in *Proceratophrys boiei* (Anura: Cycloramphidae) from two Atlantic rainforest remnants in Southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83:1303-1312.
- Kaplan K. 2002. Histology of the anteroventral part of the breastshoulder apparatus of *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae) with comments on the validity of the genus *Psyllophryne* (Brachycephalydae). *Amphibia-Reptilia* 23:225–227.
- LaBarbera M. 1986. The evolution and ecology of body size. In: Raup DM, Jablonski D, editors. *Patterns and Processes in the History of Life*. Berlin: Dahlem Konferenzen, Springer- Verlag. p 69 - 98.
- Lee AK. 1967. Studies in Australian amphibia II.. Taxonomy, ecology and evolution of the genus *Heleioporus* Gray (Anura: Leptodactylidae). *Australian Journal of Zoology* 15: 367-439.
- Lee JC. 2001. Evolution of a Secondary Sexual Dimorphism in the Toad, *Bufo marinus*. *Copeia* 2001: 928 - 935.
- Lehr E, Catenazzi A. 2009. A new species of minute Noblella (Anura: Strabomantidae) from Southern Peru: the smallest frog of the Andes. *Copeia* 2009:148–156.
- Lima AP, Moreira G. 1993. Effects of prey size and foraging mode on the ontogenetic change in feeding niche of *Colostethus stephensi* (Anura: Dendrobatidae). *Oecologia* 95: 93 - 102.
- Lima AP. 1998. The effects of size on the diets of six sympatric species of metamorphic litter anurans in Central Amazonia. *Journal of Herpetology* 32:392-399.
- Magnago LFS, Simonelli M, Fontana AP, Kollmann LJC, Matos FAR .2008. Aspectos fitogeográficos, vegetacionais e estado de conservação da região de Serra das Torres, Espírito Santo, Brasil. *Revista Científica FAESA* 4: 33-38.
- Maia-Carneiro T, Kiefer MC, Van Sluys M, Rocha CFD. Ecological aspects of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) from three Atlantic Rainforest remnants in southeastern Brazil. *North-western Journal of Zoology: No prelo*.
- Martins ACJS, Kiefer MC, Siqueira CC, Van Sluys M, Menezes VA, Rocha CFD. 2010. Ecology of *Ischnocnema parva* (Anura: Brachycephalidae) at the Atlantic rainforest of Serra da Concórdia, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 27: 201-208.
- Marra RV, Rocha CFD, Van Sluys M. 2004. Food habits of *Eleutherodactylus parvus* (Anura: Leptodactylidae) at an Atlantic rainforest area, southeastern Brazil. *Herpetological Review* 35:135-137.

- Moreira G, Lima AP. 1991. Seasonal Patterns of Juvenile Recruitment and Reproduction in Four Species of Leaf Litter Frogs in Central Amazonia. *Herpetologica* 47: 295-300.
- Oliveira JCF. 2011. A Comunidade de anuros do folhiço da Serra das Torres, Sul do Espírito Santo, no sudeste do Brasil: A sazonalidade afeta os parâmetros da comunidade? [dissertação de mestrado]. [Rio de Janeiro (RJ)]: Universidade Estadual do Rio de Janeiro. 51p.
- Oliveira JCF, Coco L, Pagotto RV, Pralon E, Vrcibradic D, Pombal Jr. JP, Rocha CFD. 2012. Amphibia, Anura, *Brachycephalus didactylus* (Izecksohn, 1971) and *Zachaenus parvulus* (Girard, 1853): Distribution extension. *Check List* 8: 242-244.
- Peters RH. 1983. The Ecological Implications of Body Size. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 329 pp.
- Pianka ER. 1986. Ecology and natural history of desert lizards. Princeton: Princeton University Press. 208 p.
- Pianka ER. 2000. Evolutionary ecology. 6ed. San Francisco: Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 512 p.
- Pimenta BV, Bérnils RS, Pombal Jr. JP. 2007. Amphibia, Anura, Brachycephalidae, *Brachycephalus hermogenesi*: Filling gap and geographic distribution map. *Check List* 3: 277 - 279.
- Pombal Jr. JP, Sazima I, Haddad CFB. 1994. Breeding Behavior of the Pumpkin Toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *Journal of Herpetology* 28: 516 - 519.
- Pombal-Jr JP. 1995. Biologia reprodutiva de anuros (Amphibia) associados a uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. [tese de doutorado]. [Rio Claro (SP)]: Universidade Estadual Paulista. 163p.
- Pombal Jr. JP, Wistuba EM, Bornschein MR. 1998. A new species of brachycephalid (Anura) from Atlantic rain forest. *Journal of Herpetology* 31:70–74.
- Pombal Jr. JP. 1999. Oviposição e desenvolvimento de *Brachycephalus ephippium* (Spix) (Anura, Brachycephalidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 16:4967-4976.
- Pombal Jr. JP, Gasparini JL. 2006. A new *Brachycephalus* (Anura:Brachycephalidae) from the Atlantic rainforest of Espírito Santo, southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1:87–93.
- Pombal Jr. JP. 2010. A posição taxonômica das “variedades” de *Brachycephalus ephippium* (Spix, 1824) descritas por Miranda-Ribeiro, 1920 (Amphibia, Anura, Brachycephalidae). *Boletim do Museu Nacional (Zoologia)* 526:1–12.
- Pough, FH, Heiser JB, McFarland WN. 1989. *A vida dos vertebrados*. 2 ed. São Paulo: Atheneu Editora. 798 p.

- Prado CPA, Uetanabaro M, Haddad CFB. 2005. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26: 211-221
- Rittmeyer EM, Allison A, Gründler MC, Thompson DK, Austin CC. 2012. Ecological Guild Evolution and the Discovery of the World's Smallest Vertebrate. *PLoS ONE* 7: e29797.
- Rocha CFD, Van Slys M, Alves MAS, Bergallo HG, Vrcibradic. 2000. Activity of Leaf-litter Frogs: When Should Frogs be Sampled? *Journal of Herpetology* 34: 285-287.
- Rocha CFD, Van Slys M, Alves MAS, Bergallo HG, Vrcibradic. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. *Austral Ecology* 26: 14 - 21.
- Rocha CFD, Vrcibradic D, Kiefer MC, Almeida-Gomes M, Borges-Junior VNT, Carneiro PFC, Marra RV, Almeida-Santos P, Siqueira CC, Goyannes-Araújo P, Fernandes CGA, Rubião ECN, Van Sluys M. 2007. *Tropical Zoology* 20: 99-108, 2007
- Rocha CFD, Vrcibradic D, Kiefer M, Siqueira CC, Almeida-Gomes M, Borges Júnior VNT, Hatano FH, Fontes AF, Pontes JAL, Klaion T, Gil LO, Van Sluys M. 2011. Parameters from the community of leaf-litter frogs from Estação Ecológica Estadual Paraíso, Guapimirim, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83: 1259 – 1267).
- Santos-Pereira M, Candaten A, Milani D, Oliveira FB, Gardelin J, Rocha CFD. 2011. Seasonal variation in the leaf-litter frog community (Amphibia: Anura) from an Atlantic Forest Area in the Salto Morato Natural Reserve, southern Brazil. *Zoologia* 28: 755-761.
- Shine R, Greer AE. 1991. Why are clutch sizes more variable in some species than in others. *Evolution* 45: 1696 – 170
- Silva HR, Brito-Pereira MC, Caramaschi U. 1989. Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a neotropical tree-frog. *Copeia* 1989: 781-783.
- Silva HR, Brito-Pereira MC. 2006. How much fruit do fruit-eating frogs eat? An investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae). *Journal of Zoology* 270: 692 - 698.
- Simon MP, Toft CA. 1991. Diet specialization in small vertebrates: mite-eating in frogs. *Oikos* 61: 263-278.
- Siqueira CC, Vrcibradic D, Almeida-Gomes M, Borges-Júnior VNT, Almeida-Santos P, Almeida-Santos M, Ariani CV, Guedes DM, Goyannes-Araújo P, Dorigo TA, Van Sluys M, Rocha CFD. 2009. Density and richness of the leaf litter frogs of an Atlantic rainforest area in Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, Brazil. *Zoologia* 26:97–102.

Siqueira CC, Vrcibradic D, Dorigo TA, Rocha CFD. 2011. Anurans from two high-elevation areas of Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 28: 457 - 464.

Solé M, Marciano-Jr E, Dias IR, Kwet A. 2010. Predation attempts on *Trachycephalus* cf. *mesophaeus* (Hylidae) by *Leptophis ahaetulla* (Colubridae) and *Ceratophrys aurita* (Ceratophryidae). *Salamandra* 46: 101-103.

Sugai JLMM, Terra JS, Ferreira VL. 2012. Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Pantanal of Miranda river, Brazil. *Biota Neotropica* 12: 000-000.

Toft CA. 1980a. Feeding ecology of thirteen syntopic species of Anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45: 131-141.

Toft CA. 1980b. Seasonal variation in populations of the Panamanian litter frogs and their prey: a comparison of wetter and drier sites. *Oecologia* 47: 34 - 38.

Toft C. 1981. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of Herpetology* 2: 139-144.

Van Sluys M, Rocha CFD, Souza MB. 2001. Ecology of the leptodactylid litter frog *Zachaenus parvulus* in Atlantic rainforest of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 35: 322-325.

Van Sluys M, Schittini GM, Marra RV, Azevedo ARM, Vicente JJ, Vrcibradic D. 2006. Body size, diet and endoparasites of the microhylid frog *Chiasmocleis capixaba* in an Atlantic forest area of southern Bahia state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66:167–173.

Van Sluys M, Vrcibradic D, Alves MAS, Bergallo HG, Rocha CFD. 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: 254 – 260).

Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE/PROJETO RADAMBRASIL. 112p.

Verdade VK, Rodrigues MT, Cassimiro J, Pavan D, Liou N, Lange MC. 2008. Advertisement call, vocal activity, and geographic distribution of *Brachycephalus hermogenesi* (Giaretta and Sawaya, 1998) (Anura, Brachycephalidae). *Journal of Herpetology* 42:542–549.

Wake MH. 1978. The Reproductive Biology of *Eleutherodactylus jasper* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae), with Comments on the Evolution of Live-bearing Systems. *Journal of Herpetology* 12: 121-133.

Watling JI, Donnelly MA. 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. *Journal of Zoology*. 258: 269-276.

Wells KD. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago: The University Chicago Press, USA, 1400p.

Woolbright LL. 1983. Sexual Selection and Size Dimorphism in Anuran Amphibia. *The American Naturalist* 121: 110-119.

Woolbright LL. 1989. Sexual Dimorphism in *Eleutherodactylus coqui*: Selection Pressures and Growth Rates. *Herpetologica* 45: 68-74.

Zar JH. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4ed. New Jersey: Prentice Hall. 663p.

Zimmerman BL, BOGART JP. 1988. Ecology and Calls of Four Species of Amazonian Forest Frogs. *Journal of Herpetology* 22: 97-108.

Zimmerman BL, BOGART JP. 1984. A structural and behavioral analysis of vocalization by Central Amazonian forest frogs. *Acta Amazonica* 14: 473-519.

Zug GR, Vitt LJ, Caldwell JP. 2001. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 2ed. San Diego: Academic Press. 630p.