



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

Vitor Nelson Teixeira Borges Júnior

Distribuição das assembleias de girinos associadas a riachos da Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil

Rio de Janeiro

2014

Vitor Nelson Teixeira Borges Júnior

Distribuição das assembleias de girinos associadas a riachos da Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte Rocha

Coorientadora: Prof. Dra. Dayse Aparecida Silva

Rio de Janeiro

2014

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

B732 Borges Júnior, Vitor Nelson Teixeira.
 Distribuição das assembleias de girinos associadas a riachos da Reserva Ecológica
 de Guapiáçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil / Vitor Nelson Teixeira
 Borges Junior. - 2014.
 135f. : il.

 Orientador : Carlos Frederico Duarte Rocha.
 Coorientadora: Dayse Aparecida Silva
 Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de
 Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 Inclui bibliografia

 1. Girino - Teses. 2. Anuro - Teses. 3. Mata Atlântica - Reservas - Teses. 4. Mata
 Atlântica Rio de Janeiro (Estado) - Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte. II. Silva,
 Dayse Aparecida. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia
 Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 597.8

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Vitor Nelson Teixeira Borges Júnior

Distribuição das assembleias de girinos associadas a riachos da Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia.

Aprovado em 22 de janeiro de 2014

Banca examinadora:

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

Prof. Dra. Helena de Godoy Bergallo
Instituto de Biologia da UERJ

Prof. Dr. Hélio Ricardo da Silva
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dra. Patrícia Alves Abrunhosa
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2014

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha, pela supervisão do desenvolvimento desta tese. A ele serei sempre grato pelo incentivo, apoio profissional, leituras de última hora, ensinamentos e oportunidades proporcionadas ao longo de mais de uma década trabalhando juntos. Muito obrigado, Mestre!

À minha mãe, Dinah Nascimento Borges, pelo seu carinho e apoio incondicional que contribuíram decisivamente em minha vida e em minha jornada até aqui.

À minha família que sempre me incentivou e admirou os rumos desta jornada, mesmo sem entender muito bem se eu estava trabalhando, estudando, ou só me divertindo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado.

À Comissão de Coordenação do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução (CPGEE-UERJ) em atuação no ano de 2012 formado pela Prof. Dra. Gisele Lobo Hadju, Prof. Dra. Rosana Manzoni, Prof. Dra. Maria Alice dos Santos Alves, pelo Prof. M.sc. Cristiano Yuji Sasada Sato e pelo membro externo Prof. Dr. Davor Vrcibradic pela seleção como candidato a concorrer a uma bolsa de doutorado sanduíche no exterior.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) na Griffith University, Austrália.

Ao Prof. Dr. Jean Marc Hero, pela recepção calorosa junto ao seu grupo de pesquisa na Griffith University e por todas as oportunidades, discussões e ensinamentos proporcionados.

Aos “hermanos” Agustina Barros, Sebastian Rossi e sua pequenina, Maiten, que me receberam durante toda a minha estadia em sua casa na Austrália com carinho e afeto de irmão.

À Prof. Dra. Helena Bergalo pelas questões interessantes e sugestões apontadas durante a revisão da Tese.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução da UERJ e ao Laboratório de Ecologia de Vertebrados que forneceram os equipamentos e o apoio logístico necessário para o desenvolvimento da Tese.

Ao Prof. Dr. Eliseu Carvalho, Prof. Dra. Dayse Silva que vaibilizaram a confirmação da identificação das espécies dos girinos utilizando técnicas moleculares de identificação por DNA mitocondrial.

À Ana Carolina Chaves pela ajuda na extração e sequenciamento do DNA dos girinos e dos adultos, pelas trocas profissionais e pela sua amizade.

Aos funcionários do PPGEE, Henrique Garcia, Sonia Barbosa e Isabela, sempre atenciosos e eficientes no suporte logístico e burocrático.

Ao Presidente e Vice-Presidente da ONG Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Nicholas e Raquel Locke pela autorização para pesquisar os girinos dos riachos da REGUA, por todo o apoio logístico e por concederem gentilmente a Casa dos Pesquisadores como abrigo durante o desenvolvimento desta Tese e pela relação fraterna cultivada ao longo dos últimos oito anos.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) pela concessão da autorização de pesquisa e coleta para realização da Tese.

Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela concessão da autorização de pesquisa e coleta para realização da Tese.

À Andrea Franco, do INEA, pela concessão das imagens de satélite utilizadas para a escolha dos riachos utilizados na Tese.

À Vanessa Cristine de Souza Reis, minha amiga e companheira de vida durante praticamente todo o desenvolvimento da Tese. Agradeço infinitamente a Vanessa por toda ajuda intelectual e no campo durante o desenvolvimento do trabalho, por sua paciência intensidade, carinho, cuidado e por tudo que aprendi com você. Muito obrigado por absolutamente tudo, Vanessinha!

À Carla Costa Siqueira, ao Davor Vrcibradic, ao Hermano Gomes Albuquerque e ao Mauricio Almeida Gomes, deixo meus agradecimentos especiais pela ajuda no campo, pelas parcerias, pelas leituras e releituras, por todos os momentos de trabalho, ou de descontração que compartilhamos e pelas conversas e apoio nos momentos mais fáceis e mais difíceis do trabalho e da vida. Muito obrigado, meus amigos!

Ao Paulo Nogueira Costa, pelo auxílio na identificação dos girinos, pelas fotos dos girinos preservados, pelo auxílio na elaboração da chave de identificação dos girinos, pelas conversas e ensinamentos, pelas parcerias proporcionadas e pela sua amizade sincera.

À Paula Martins, Marlon Almeida Santos, Caroline Reis, Cátia Militão, Paulo Nogueira Costa, Livia Ferreira, Gabriela Bittencourt, Fausto Silva, Leonardo Rocha Freire pela tempo e ajuda concedida ao longo dos 16 meses de trabalhos de campo.

O método científico é comprovado e verdadeiro. Não é perfeito, é apenas o melhor método que temos. Abandoná-lo, junto com os seus protocolos céticos, é o caminho para uma idade das trevas.

Carl Sagan

RESUMO

BORGES JÚNIOR, Vitor Nelson Teixeira. *Distribuição das assembleias de girinos associadas a riachos da Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil*. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Os girinos são organismos diversos e abundantes nos pequenos riachos de cabeceira de florestas tropicais e constituem importantes componentes da diversidade biológica, da trófica e funcional dos sistemas aquáticos. Diferentes características estruturais e limnológicas dos ambientes aquáticos influenciam a organização das assembleias de girinos. Embora o estágio larvar dos anuros seja o mais vulnerável de seu ciclo de vida, sujeito a elevadas taxas de mortalidade, as pesquisas sobre girinos na região neotropical ainda são pouco representativas diante da elevada diversidade de anfíbios desta região e ferramentas que permitam a sua identificação ainda são escassas. Nesta tese, dividida em três capítulos, apresento uma compilação das informações relacionadas aos principais fatores que afetam as assembleias de girinos na região tropical (Capítulo 1), a caracterização morfológica dos girinos encontrados nos riachos durante o estudo e uma proposta de chave dicotômica de identificação (Capítulo 2) e avalio a importância relativa da posição geográfica e da variação temporal de fatores ambientais locais sobre as assembleias de girinos, assim como a correlação entre as espécies de girinos e as variáveis ambientais de 10 riachos, ao longo de 15 meses, nas florestas da REGUA (Capítulo 3). Há pelo menos oito tendências relacionadas à distribuição das assembleias de girinos: (1) o tamanho dos riachos e a diversidade de microhabitats são importantes características abióticas influenciando a riqueza e a composição de espécies; (2) em poças, o gradiente de permanência (*e.g.*, hidroperíodo) e a heterogeneidade do habitat são os principais fatores moldando as assembleias de girinos; (3) a composição de espécies parece ser um parâmetro das assembleias mais relevante do que a riqueza de espécies e deve ser primeiramente considerado durante o planejamento de ações conservacionistas de anuros associados a poças e riachos; (4) a predação parece ser a interação biótica mais importante na estruturação das assembleias de girinos, com predadores vertebrados (*e.g.* peixes) sendo mais vorazes em habitats permanentes e predadores invertebrados (*e.g.* larvas de odonata) sendo mais vorazes em ambientes temporários; (5) os girinos podem exercer um efeito regulatório, predando ovos e girinos recém eclodidos; (6) o uso do microhabitat varia em função da escolha do habitat reprodutivo pelos adultos, presença de predadores, filogenia, estágio de desenvolvimento e heterogeneidade do habitat; (7) os fatores históricos restringem os habitats reprodutivos que uma espécie utiliza, impondo restrições comportamentais e fisiológicas; (8) a variação temporal nos fatores bióticos (*e.g.*, fatores de risco), abióticos (*e.g.*, distribuição de chuvas), e no padrão de reprodução das espécies pode interferir na estrutura das assembleias de girinos tropicais. A variação temporal na heterogeneidade ambiental dos riachos da REGUA resultou na previsibilidade das assembleias locais de girinos, sendo que os parâmetros ambientais explicaram 23% da variação na sua composição. Os parâmetros espaciais explicaram uma porção menor da variação nas assembleias (16%), enquanto uma porção relativamente elevada da variação temporal da heterogeneidade ambiental foi espacialmente estruturada (18%). As variáveis

abióticas que apresentaram as maiores correlação com a composição das assembleias de girinos foram a proporção de folhiço e de rochas no fundo do riacho, e secundariamente a profundidade, a condutividade e a temperatura. O gradiente gerado pela proporção de folhiço e de rochas representou a transição entre riachos permanentes e intermitentes. Este gradiente proporcionou o “*turnover*” de espécies, o qual também seguiu um gradiente de condutividade, temperatura, profundidade, e em menor extensão, de hidroperíodo e largura, que estiveram fortemente associado ao grau de permanência dos riachos. Estes resultados corroboram tanto a hipótese do controle ambiental, como do controle biótico de comunidades e indicam que a variação temporal da heterogeneidade ambiental e a variação na posição geográfica são importantes para a estruturação local de assembleias de girinos da REGUA. Os resultados também permitiram distinguir entre assembleias de girinos exclusivas de riachos permanentes, exclusivas de riachos intermitentes e aquelas registradas nos dois tipos de riachos. Os resultados deste capítulo são relevantes para compreender em que extensão os efeitos da variação temporal na heterogeneidade ambiental e de processos espaciais afetam localmente a estruturação de assembleias de girinos.

Palavras chave: Girinos. Chave dicotômica. Partição da variância. Controle abiótico. Controle Biótico.

ABSTRACT

BORGES JÚNIOR, Vitor Nelson Teixeira. *Distribution of stream-dwelling tadpoles of the Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brazil*. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Tadpoles are diverse and abundant organisms in headwater streams of tropical rainforests and constitute important components of biological, trophic and functional diversity. Furthermore, different structural (*e.g.* size, depth, microhabitat availability) and limnological (*e.g.* conductivity, temperature) characteristics affect tadpole organization. Although the larval stage is the most vulnerable in anurans, subject to high mortality rates, researches on tadpoles in the neotropics, as tools for their identification, remain scarce face the high diversity of anurans found in this region. In this thesis, I present a compilation of information on the main factors affecting tadpole assemblages in the tropics (Chapter 1), the morphological characterization of tadpoles found in streams during the study with a propose of dichotomous key of identification (Chapter 2), and evaluated the relative importance of geographical position and the temporal variation o local environmental factors on tadpole assemblages through 15 months in 10 small streams in the Atlantic Forest of Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA), municipality of Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brazil. I also investigated the correlation between tadpoles and the environmental variables of streams (Chapter 3). We can recognize at least eight major trends regarding the distribution and structure of tropical tadpole assemblages: (1) stream size and microhabitat diversity are important abiotic features influencing species richness and composition; (2) in ponds, the permanence gradient (*e.g.*, hydroperiod), and the heterogeneity of habitat are the main factors modeling tropical tadpole assemblages; (3) species composition seems to be a more relevant assemblage parameter than species richness and should be first considered when planning conservation of both pond and stream-dwelling anurans; (4) predation seems to be the most important biotic interaction structuring tropical tadpole assemblages, with vertebrate predators (*e.g.*, fishes) being more voracious in permanent habitats, while invertebrates (*e.g.*, odonate naiads) are the most important in temporary ones; (5) tadpoles may play a regulatory effect preying upon anuran eggs and recently hatched tadpoles (6) microhabitat use varies in function of breeding habitat choice by adults, presence of predators, phylogeny, stage of development and heterogeneity of the habitat; (7) historical factors restrict the breeding habitats that species may use, and impose behavioral and physiologic constrains; (8) temporal variation in biotic (*e.g.*, risk factors) and abiotic factors (*e.g.*, rainfall distribution), and the reproductive patterns of the species may interfere in the structure of tropical tadpole assemblages. Future efforts regarding the study of tadpoles should contemplate assemblages

associated with streams, and experimental studies. Temporal variation in the environmental heterogeneity resulted in predictability of local tadpole assemblages. The environmental component explained 23% of the variation in tadpole composition, while spatial parameters explained the smaller portion of the variation (16%). A comparatively high portion of temporal variation in the environmental heterogeneity was spatially structured (18%). The proportion of litter and rocks on the stream bottom, depth, conductivity, and temperature were correlated with tadpole composition. The gradient created by the proportion of litter and rocks represented the changes from permanent and intermittent streams. This gradient provided the species turnover, which also followed a gradient of conductivity, temperature, depth, and in a lesser proportion, hydroperiod and width, all being strongly associated with permanence of streams. The results also corroborate with both the environmental and the biotic control model and indicate that temporal variation in environmental heterogeneity and the spatial position are important to the structuring of local tadpole assemblages in the streams of REGUA. The results also allowed to distinguish between tadpoles assemblages exclusive of permanent, intermittent, and those inhabiting both streams. The results of this chapter are relevant to understand in which extension the effects of temporal variation in environmental heterogeneity and spatial processes affect the structure of tadpole assemblages, the most fragile life stage of anurans.

Keywords: Tadpoles. Dichotomous key. Partitioning of variation. Abiotic control model. Biotic control model.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	14
1	ASSEMBLEIAS DE GIRINOS TROPICAIS: QUAIS FATORES AFETAM SUA ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO?	16
1.1	Os ambientes aquáticos e a partilha de recursos em assembleias de girinos tropicais	16
1.2	Principais fatores afetando as estratégias de ocupação das assembleias de girinos	17
1.2.1	<u>A estrutura do habitat</u>	17
1.2.2	<u>Principais fatores bióticos</u>	20
1.2.3	<u>O uso do microhabitat</u>	23
1.2.4	<u>Podemos identificar um fator histórico principal?</u>	24
1.2.5	<u>Variações temporais</u>	26
1.3	Considerações finais	28
2	OS GIRINOS DOS RIACHOS DA RESERVA ECOLÓGICA DE GUAPIAÇU: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E UMA PROPOSTA DE CHAVE DICOTÔMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES	30
2.1	Metodologia	31
2.1.1	<u>Área de estudo</u>	31
2.1.2	<u>Amostragem dos girinos</u>	32
2.1.3	<u>Identificação dos girinos</u>	33
2.1.4	<u>Caracterização morfológica dos girinos</u>	33
2.1.5	<u>Chave dicotômica de identificação dos girinos</u>	35
2.2	Caracterização morfológica dos girinos	36
2.2.1	<u>Família Hylidae Ranifesque, 1985</u>	36

2.2.1.1	<i>Aplastodiscus eugenioi</i> (Carvalho-e-Silva, Carvalho-e-Silva, 2005)	36
2.2.1.2	<i>Bokermannohyla circumdata</i> (Cope, 1871)	40
2.2.1.3	<i>Scinax albicans</i> (Bokermann, 1967)	45
2.2.1.4	<i>Scinax flavoguttatus</i> (Lutz & Lutz, 1939)	50
2.2.2	<u>Família Hylodidae</u> Günther, 1858	55
2.2.2.1	<i>Crossodactylus aeneus</i> Müller, 1924	55
2.2.2.2	<i>Hylodes asper</i> (Müller, 1924)	60
2.2.2.3	<i>Hylodes charadranaetes</i> Heyer & Cocroft, 1986	64
2.2.2.4	<i>Hylodes lateristrigatus</i> (Baumann, 1912)	68
2.2.2.5	<i>Hylodes pipilans</i> Canedo & Pombal, 2007	73
2.2.3	<u>Família Leptodactylidae</u> Bonaparte, 1850	78
2.2.3.1	<i>Physalaemus signifer</i> (Girard, 1853)	78
2.2.4	<u>Família Odontophrynidae</u> Pyron & Wiens, 2011	82
2.2.4.1	<i>Proceratophrys appendiculata</i> (Günther, 1873)	82
2.2.4.2	<i>Proceratophrys boiei</i> (Wied-Neuwied, 1824)	88
2.3	Chave dicotômica de identificação dos girinos da REGUA	93
3	A IMPORTÂNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E DE PROCESSOS ESPACIAIS PARA A ESTRUTURAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE GIRINOS DE RIACHOS NA MATA ATLÂNTICA	102
3.1	Metodologia	104
3.1.1	<u>Área de Estudo</u>	104
3.1.2	<u>Amostragem dos dados</u>	105
3.1.3	<u>Análise dos dados</u>	106
3.2	Resultados	109
3.2.1	<u>Partição da variância nas assembleias de girinos</u>	109
3.2.2	<u>Correlações das assembleias de girinos com as variáveis ambientais</u>	111
3.3	Discussão	114
3.3.1	<u>Partição da variância nas assembleias de girinos</u>	114
3.3.2	<u>Correlações das assembleias de girinos com as variáveis ambientais</u>	117
	REFERÊNCIAS	120

INTRODUÇÃO GERAL

Os girinos são organismos diversos e abundantes nos pequenos riachos de cabeceira de florestas tropicais (Ranvestel *et al.* 2004, Colón-Gaud *et al.* 2010). Eles interagem de diversas formas com o sistema e com outros consumidores primários e exercem importantes funções nos sistemas aquáticos, atuando como engenheiros do ecossistema (Flecker *et al.* 1999). Os girinos podem, por exemplo, exercer um forte efeito *top-down* sobre a produtividade de algas (Colón-Gaud *et al.* 2010), alterar a abundância e a diversidade de recursos no ambiente aquático e influenciar a dinâmica das teias tróficas e do fluxo de energia dos ecossistemas (Ranvestel *et al.* 2004, Colón-Gaud *et al.* 2009, Connelly *et al.* 2009). Além disso, após completar a metamorfose, os anfíbios transferem a energia adquirida nos habitats aquáticos para o ambiente terrestre (Wassersug 1975, Pryor 2003) e continuam exercendo importantes funções ecológicas (Davic and Welsh 2004, Register *et al.* 2006, Altig *et al.* 2007). Portanto, os girinos constituem importantes componentes da diversidade biológica, da diversidade trófica e da diversidade funcional dos sistemas aquáticos.

Diferentes características estruturais (*e.g.* tamanho, profundidade, disponibilidade de substratos) e limnológicas (*e.g.* condutividade, temperatura) dos ambientes aquáticos influenciam a estrutura e a organização das assembleias de girinos (Borges Júnior & Rocha 2013). O tamanho de poças e de riachos (Eterovick & Barata 2006, Moreira *et al.* 2010), sua heterogeneidade de microhabitats (Vasconcelos *et al.* 2009), a concentração de oxigênio dissolvido (Gascon 1991, Peltzer & Lajmanovich 2004) e a condutividade (Both *et al.* 2009) podem, por exemplo, influenciar a riqueza e a composição de espécies de girinos. Dessa forma, compreender como as diferentes características estruturais e limnológicas dos ambientes afetam as assembleias de girinos nos ambientes onde se desenvolvem é fundamental para o entendimento da organização de suas assembleias. Adicionalmente, este conhecimento também pode ser útil para elaboração de planos de manejo e conservação de anuros fornecendo as ferramentas necessárias para escolha de áreas que abriguem o conjunto de ambientes e condições necessárias para reprodução dos adultos e para o crescimento e desenvolvimento de suas larvas.

O estágio larvar dos anuros é o mais vulnerável do seu ciclo de vida e está sujeito a elevadas taxas de mortalidade, tendo um forte impacto sobre a persistência das espécies (Lane & Mahony 2002). Apesar da sua importância e fragilidade, as pesquisas sobre a ecologia de girinos na região neotropical ainda são pouco representativas diante da elevada diversidade

de anfíbios desta região (Duellman 1999). No Brasil, apesar de um aumento considerável nos estudos sobre girinos na última década (*e.g.* Eterovick 2003, Eterovick & Barata 2006, Iop *et al.* 2012), informações sobre a ecologia das assembleias de girinos permanecem escassas, principalmente em ambientes de riachos (Borges Junior & Rocha 2013).

Muitas vezes a amostragem de girinos é a melhor forma de se registrar as espécies de anfíbios de uma área, porque estes são relativamente abundantes nos ambientes em que ocorrem e, em geral, permanecem nos habitats aquáticos por mais tempo que os adultos (Lips & Savage 1996, Altig & McDiarmid 1999, Rossa-Feres & Nomura 2006). Entretanto, no Brasil há disponível somente três chaves de identificação girinos: para a reserva Ducke em Manaus, na Amazônia Central (Hero 1990), para a região noroeste do estado de São Paulo (Rossa-Feres & Nomura 2006) e para o estado do Rio Grande do Sul (Machado & Maltchik 2007). A ausência de ferramentas que possibilitem a identificação dos girinos constitui um dos maiores entraves para o seu uso em levantamentos de espécies de anfíbios e para o desenvolvimento de pesquisas ecológicas com estes organismos.

No atual contexto de transformações climáticas e de declínio global de espécies de anfíbios anuros (Stuart *et al.* 2004), fornecer ferramentas para identificação dos girinos e entender como as suas assembleias se organizam e se distribuem no ambiente, é de extrema urgência e relevância para a conservação deste grupo. Diante deste quadro, a presente tese teve como objetivo contribuir com o conhecimento das assembleias de girinos associadas aos riachos de uma região de Floresta Atlântica da Serra dos Órgãos, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. No primeiro capítulo, desenvolvi a compilação das informações relacionadas aos principais fatores ambientais que afetam as assembleias de girinos na região tropical. No segundo capítulo, apresento a caracterização morfológica dos girinos encontrados nos riachos durante o estudo e uma proposta de chave dicotômica de identificação. No terceiro capítulo, avaliei a importância relativa da posição geográfica e da variação temporal de fatores ambientais locais sobre as assembleias de girinos, assim como a correlação entre as espécies de girinos e as variáveis ambientais dos riachos.

1 ASSEMBLEIAS DE GIRINOS TROPICAIS: QUAIS FATORES AFETAM SUA ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO?

1.1 Os ambientes aquáticos e a partilha de recursos em assembleias de girinos tropicais

A maioria das espécies de anfíbios anuros possui um ciclo de vida bifásico e aproximadamente 33% das espécies conhecidas apresentam forma larvar aquática (ou girinos) (McDiarmid & Altig 1999). Considerando somente o Brasil, o país com a maior riqueza de anfíbios no mundo (SBH 2012), 87% das espécies de anuros apresentam girinos (Provetes *et al.* 2012) Conseqüentemente, muitos anfíbios necessitam de água livre e/ou de elevada umidade para se desenvolver e realizar a metamorfose, por vezes retornando quando adulto aos ambientes aquáticos apenas para atividades reprodutivas. A evolução nos limites entre os ambientes aquáticos e terrestres permitiu que a seleção natural gerasse nos anfíbios, tanto na forma adulta, quanto na forma larvar, adaptações fisiológicas, comportamentais e morfológicas que os habilitaram para explorar uma ampla diversidade de habitats reprodutivos e de seus microhabitats.

A quantidade de habitats reprodutivos e sua distribuição no ambiente constituem fatores críticos limitando a ocorrência de espécies de anfíbios anuros (Zimmerman & Bierregaard 1986, Rodrigues *et al.* 2010). Em ambientes tropicais, os habitats reprodutivos são principalmente representados por sistemas de drenagem lótica como rios, riachos e córregos (Inger *et al.* 1986; Eterovick 2003; Eterovick & Barata 2006; Oliveira & Eterovick 2009) e sistemas lênticos como poças (Heyer *et al.* 1975), brejos (Muniz *et al.* 2008), áreas alagadas (Moreira *et al.* 2010), água acumulada no interior de bromélias (Weygoldt & Carvalho-e-Silva 1991), rochas úmidas (Lima *et al.* 2010), e mesmo na água acumulada em cavidades em rochas (Inger *et al.* 1986), no tronco de árvores – os fitolimnos (Höd 1990, Schiesari *et al.* 2003) e em buracos cavados por outros animais (Gascon 1991, Zimmerman & Simberloff 1996). Tais ambientes aquáticos podem variar quanto a diferentes aspectos, como as suas características limnológicas (*e.g.* condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura) (Gascon 1991, Barreto & Moreira 1996, Peltzer & Lajmanovich 2004, Both *et al.* 2009, Oliveira & Eterovick 2009, Hawley 2010) e o seu tempo de duração, ou natureza do hidroperíodo (ambientes efêmeros, temporários ou permanentes) (Gascon 1991, Peltzer & Lajmanovich 2004, Santos *et al.* 2007, Both *et al.* 2009, Moreira *et al.* 2010) que por sua vez afetam diferentemente as assembleias de girinos.

Os fatores bióticos (*e.g.* predação, competição) também podem interferir na organização das assembleias de girinos e sua magnitude varia de acordo com o hidroperíodo do habitat aquático (Heyer *et al.* 1975, Hero *et al.* 2001, Fatorelli & Rocha 2008). Habitats permanentes não apresentam riscos de secarem antes que os girinos finalizem a metamorfose, mas tendem a abrigar uma maior diversidade de predadores (Alford 1999). Em ambientes permanentes os girinos podem permanecer por períodos mais longos na água e alcançar maiores tamanhos, uma vez que o corpo d'água não seca (Patterson & McLachlan 1989). Por outro lado, os girinos enfrentam um elevado risco de dessecação em ambientes temporários e um menor risco de predação, já que estes ambientes tendem a abrigar uma guilda de predadores reduzida (Heyer *et al.* 1975, Fatorelli & Rocha 2008).

Em girinos, o espaço (Heyer 1973, 1974, Inger *et al.* 1986, Wild 1996, Eterovick & Fernandes 2001) e o tempo (Toft 1985, Wild 1996, Eterovick & Fernandes 2001) constituem os principais recursos partilhados. A seleção do habitat reprodutivo pelos adultos, o uso do microhabitat pelos girinos e as variações temporais que podem ocorrer na riqueza e composição das assembleias respondem a uma intrincada rede de influências de diferentes fatores bióticos (Azevedo-Ramos & Magnusson 1999, Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Hero *et al.* 2001), abióticos (Parris & McCarthy 1999, Eterovick & Barata 2006, Smith *et al.* 2007, Oliveira & Eterovick 2009) e históricos (Gascon 1991, Zimmerman & Simberloff 1996), assim como da interação entre esses fatores (Toft 1985, Gascon 1995) que frequentemente atuam em diferentes escalas (Inger & Voris 1993, Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Parris & McCarthy 1999). Neste capítulo, apresento uma revisão dos principais fatores bióticos, abióticos e históricos que influenciam a partilha de recursos e, conseqüentemente, a estrutura e a distribuição das assembleias de girinos na região tropical.

1.2 Principais fatores afetando as estratégias de ocupação das assembleias de girinos

1.2.1 A estrutura do habitat

A diversidade estrutural dos habitats reprodutivos e a sua disponibilidade no ambiente são importantes para entender a ocorrência e a distribuição dos girinos (Rossa-Feres & Jim 1994). Em riachos na região tropical, as características estruturais do habitat, como medidas relacionadas ao seu gradiente (Inger & Voris 1993), ao tamanho (Inger & Voris 1993, Parris & McCarthy 1999), a vegetação das margens (Parris & McCarthy 1999, Eterovick & Barata

2006, Oliveira & Eterovick 2009), a altitude (Parris & McCarthy 1999), a correnteza (Odendaal & Bull 1983, Richards 2002), o volume de água (Eterovick 2003, Eterovick & Barata 2006), a diversidade de microhabitats (Inger & Voris 1986, Eterovick & Barata 2006), o oxigênio dissolvido (Gascon 1991) e a condutividade (Oliveira & Eterovick 2009), atuam diferentemente sobre a riqueza e a composição das assembleias de girinos.

Estudos sobre assembleias de girinos em riachos tropicais ainda são escassos e os poucos resultados apontam que o tamanho do riacho e a heterogeneidade de microhabitats são importantes fatores afetando sua estrutura. O tamanho dos riachos na Austrália e em Madagascar afetam positivamente o número de espécies presentes (Parris & McCarthy 1999, Strauß *et al.* 2010) enquanto no Brasil o efeito encontrado foi o oposto (Eterovick 2003, Eterovick & Barata 2006). A heterogeneidade de microhabitats afetou a composição das assembleias tanto em riachos da Austrália (Parris & McCarthy 1999), da Ilha de Borneo na Indonésia (Inger *et al.* 1986) e no Brasil (Eterovick & Barata 2006), uma vez que o conjunto de espécies presentes apresentou diferentes preferências ao longo do gradiente de microhabitats disponíveis. Entretanto, essa mesma característica não afetou a riqueza de espécies nas mesmas localidades (Inger *et al.* 1986, Parris & McCarthy 1999, Eterovick & Barata 2006). As evidências até então encontradas demonstram que o tamanho do riacho parece ser um bom preditor do número de espécies de uma assembleia de girinos, embora exerça efeitos opostos nos riachos do Brasil, da Austrália e de Madagascar. Por outro lado, a heterogeneidade de microhabitats foi um bom preditor das mudanças na composição de girinos. Essas generalizações tem importantes implicações para conservação de anfíbios tropicais e indicam que a riqueza das assembleias de girinos varia em um gradiente de tamanho dos riachos, enquanto a sua composição varia em um gradiente de microhabitat. Tomando essas evidências como ponto de partida, medidas de conservação e manejo de anuros associados a riachos devem considerar o uso de riachos de tamanhos variados e estruturalmente diferentes (Parris & McCarthy 1999, Eterovick & Barata 2006). Ainda, deve-se levar em consideração que a composição de espécies é um parâmetro das assembleias mais informativo do que a riqueza, já que riachos com o mesmo número de espécies podem diferir consistentemente na identidade das espécies presentes (*e.g.* elevada diversidade β) (Parris & McCarthy 1999)

Os habitats de poça são relativamente mais bem estudados do que os riachos e estes diferem principalmente devido a sua imprevisibilidade. Características como temperatura (Barreto & Moreira 1996, Hawley 2009), profundidade (Torres-Orozco *et al.* 2002, Peltzer &

Lajmanovich 2004, Muniz *et al.* 2008, Both *et al.* 2010), oxigênio dissolvido (Peltzer & Lajmanovich 2004), condutividade (Both *et al.* 2009), presença de vegetação nas margens e no interior das poças (Gascon 1991, Peltzer & Lajmanovich 2004, Eterovick & Barata 2006, Muniz *et al.* 2008, Moreira *et al.* 2010) estão entre os principais fatores afetando os girinos associados a poças nos trópicos. Porém nas poças, especialmente as temporárias, a área de superfície e o gradiente de permanência, ou hidroperíodo, são as características que mais afetam a organização das assembleias de girinos (Heyer *et al.* 1975, Both *et al.* 2009, Peltzer & Lajmanovich 2004, Santos *et al.* 2007, Fatorelli & Rocha 2008, Moreira *et al.* 2010).

Em termos de riqueza de espécies, as poças temporárias apresentam relativamente mais espécies, enquanto as poças com uma maior permanência tendem a abrigar menor riqueza de girinos (Gascon 1991, Peltzer & Lajmanovich 2004, Santos *et al.* 2007, Both *et al.* 2009). O tamanho da poça também pode se correlacionar com a riqueza tanto de maneira positiva (Peltzer & Lajmanovich 2004, Moreira *et al.* 2010) como negativamente (Gascon 1991). A composição das assembleias de girinos, por sua vez, também está correlacionada com o hidroperíodo e com os descritores da heterogeneidade da poça (Vasconcelos *et al.* 2009, Moreira *et al.* 2010, Both *et al.* 2011). A heterogeneidade da poça também pode se correlacionar com a riqueza de espécies e com a abundância dos girinos (Silva *et al.* 2012). Os gradientes de tamanho da poça e hidroperíodo influenciam a maioria das variáveis físico químicas da água, algumas variáveis bióticas, como a composição de predadores, e consequentemente estão correlacionadas com a heterogeneidade da poça (Azevedo-Ramos *et al.* 1999). Assim como nas assembleias de girinos associados a riachos, estudos vem demonstrando que a composição de espécies é uma ferramenta mais informativa para medidas de conservação e manejo de assembleias de girinos associadas a poças do que o número de espécies. Isto, porque a composição de girinos está relacionada a heterogeneidade do habitat, assim poças mais ricas em espécies podem não abrigar todas as espécies do “*pool*” regional (Vasconcelos *et al.* 2009, Moreira *et al.* 2010, Both *et al.* 2011). O planejamento da conservação de anuros associados a poças devem levar em consideração um amplo espectro de tamanho de poças e hidroperíodos para garantir uma elevada heterogeneidade e a manutenção de todo o “*pool*” regional de espécies.

Há ainda a natureza do substrato componente da poça, o qual em muitos casos vai determinar uma drenagem mais rápida (e, portanto, mais rápida dessecação como substratos arenosos) ou mais lenta (como substratos argilosos), influenciando de forma marcante o

hidroperíodo do corpo d'água temporário e, conseqüentemente, a sobre vivência dos girinos (Newman 1992).

1.2.2 Principais fatores bióticos

Nem sempre as variáveis abióticas que refletem a estrutura do habitat estão diretamente associadas à distribuição das assembleias de girinos e aos seus parâmetros (*e.g.* composição, riqueza, abundância) (Wild 1996, Hero *et al.* 1998, Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Eterovick 2003, Vasconcelos & Rossa-Feres 2005, Santos *et al.* 2007). Neste quadro, ambientes com características semelhantes apresentam poucas chances de compartilhar a mesma assembleia de girinos (Gascon 1991, Eterovick 2003, Eterovick & Barros 2003) e processos bióticos como predação e competição podem assumir maior relevância sobre a sua estratégia de ocupação dos habitats aquáticos.

Os estudos sobre competição entre girinos tropicais são raros e a competição em assembleias de girinos parece não ocorrer com muita frequência na natureza (Heyer 1976). Há poucos indícios de que esta interação, no âmbito de comunidade, seja uma força importante na organização das assembleias de girinos, seja pelas baixas densidades registradas (Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Eterovick & Sazima 2000, Eterovick & Barros 2003), ou pelo uso do microhabitat apenas refletir preferências específicas (Eterovick & Barros 2003, Eterovick & Barata 2006). Entretanto, no Brasil pelo menos um estudo experimental investigou os efeitos da competição interespecífica em girinos e demonstrou que *Phyllomedusa tomopterna* apresenta o crescimento e a sobrevivência reduzidos na presença de *Osteocephalus taurinos* (Gascon 1992a). Adicionalmente, um experimento realizado no Panamá demonstrou que *Agalychnis callidryas* (Hylidae) apresenta crescimento até 30% mais rápido na presença de *Dendropsophus ebraccatus* (Hylidae), sugerindo que, pelo menos para esse par de espécies, a competição interespecífica apresenta efeitos mais fortes do que a competição intraespecífica na ausência de predadores (Gonzales *et al.* 2011). Estes resultados sugerem que a competição pode constituir uma importante interação moldando as assembleias de girinos tropicais e apontam para a necessidade de estudos que preencham esta lacuna no conhecimento.

A predação é uma interação relativamente bem estudada em girinos tropicais. A predação pode afetar os girinos tanto diretamente, pelo efeitos sobre a mortalidade, como pelos efeitos indiretos sobre as interações de competição entre as espécies (Gonzales *et al.* 2011) e esta interação tem sido apontada como o fator biótico chave atuando sobre as

assembleias de girinos de poças (Heyer *et al.* 1975, Kopp & Eterovick 2006) e riachos (Eterovick & Barata 2006), especialmente na Amazônia Central (Magnusson & Hero 1991, Gascon 1992b, Hero *et al.* 1998, Azevedo-Ramos & Magnusson 1999, Azevedo-Ramos *et al.* 1999). O risco de predação enfrentado pelos girinos nos ambientes aquáticos varia de acordo com o seu gradiente de permanência (Heyer *et al.* 1975, Peltzer & Lajmanovich 2004, Fatorelli & Rocha 2008). Tanto predadores vertebrados, quanto invertebrados, restringem a ocorrência de girinos por predação diferencial (*e.g.* Gascon 1992b, Azevedo-Ramos & Magnusson 1999), porém ambientes permanentes tornam-se mais estáveis comparativamente a ambientes efêmeros e permitem a colonização por peixes, aumentando a influência desses predadores em riachos e poças permanentes (Heyer *et al.* 1975, Hero *et al.* 1998).

Embora a predação por peixes possa afetar fortemente a estrutura das assembleias de girinos (Azevedo-Ramos *et al.* 1999), espécies que não são suscetíveis a predação por peixes demonstram suscetibilidade a predação por predadores invertebrados (Gascon 1989, 1992b). De fato, em experimentos realizados em microcosmos, os predadores invertebrados como as larvas de odonata foram comparativamente mais eficientes (Gascon 1992b) e vorazes do que peixes (Gascon 1989). Predadores invertebrados tendem a ser mais comuns em poças do que peixes, que por sua vez são mais abundantes em sistemas lóticos (Gascon 1989, 1992b). Portanto, as assembleias de girinos estão expostas a uma elevada diversidade de predadores invertebrados em poças temporárias quando comparado a poças permanentes (Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Both *et al.* 2009) e os invertebrados assumem maior relevância no papel que exercem sobre a organização das assembleias como predadores. Adicionalmente, o próprio papel dos girinos nesses ambientes deve ser reavaliado levando-se em consideração seu potencial como predadores de ovos e de girinos recém eclodidos (Crump 1983, Silva & Juncá 2006, São Pedro *et al.* 2008, Hawley 2009). Hawley (2009) demonstrou que ambientes efêmeros também apresentam alta incidência de predação intra guilda e que o canibalismo afetou a composição de espécies e a abundância relativa dos girinos em poças efêmeras. Logo os girinos também exercem um importante papel como predadores nessas assembleias.

Diferentes predadores exercem diferentes pressões sobre as espécies. Em resposta, as espécies de girinos adotam diferentes estratégias de defesa, reduzindo o risco de predação. Na presença de larvas de odonata (as quais detectam sua presa pelo movimento), os girinos em geral aumentam sua sobrevivência reduzindo sua motilidade (Azevedo-Ramos *et al.* 1992, Schmidt & Amezcua 2001) ou apresentando plasticidade fenotípica em algumas características morfológicas, como membrana e musculatura da cauda mais finas e coloração

mais negra (McIntyre *et al.* 2004). O uso de microhabitats com vegetação aquática também reduz o risco de predação por insetos aquáticos (Koop *et al.* 2006). Contra predadores vertebrados, a coloração conspícua e a impalatabilidade favorecem os girinos individualmente, ou em grupo (D’Heursel & Haddad 1999), sendo que a impalatabilidade é o mecanismo anti predação primário contra peixes, permitindo a coexistência (Hero *et al.* 2001). O uso de habitats “livres de peixes” é também um importante mecanismo de defesa contra esses predadores (Hero *et al.* 2001).

A predação afeta diferentes parâmetros das assembleias de girinos como a distribuição (Azevedo-Ramos & Magnusson 1999, Hero *et al.* 2001, Eterovick & Barata 2006), a abundância (Azevedo-Ramos & Magnusson 1999), a riqueza (Hero *et al.* 1998, Eterovick & Barata 2006, Eterovick 2003) e a composição de espécies (Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Hero *et al.* 2001). A distribuição diferencial dos predadores entre os sistemas hídricos promove um mosaico de habitats disponíveis (Hero *et al.* 1998, Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Hero *et al.* 2001). A heterogeneidade gerada por sua vez, determina os ambientes aquáticos que podem ser ocupados pelos girinos de acordo com as estratégias de defesa das espécies (Azevedo-Ramos & Magnusson 1999, Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Hero *et al.* 2001). Logo, a interação entre predadores e estratégias de defesa influencia a composição das assembleias de girinos de duas maneiras diferentes: (1) dentro dos corpos d’água, já que somente os girinos que apresentam o mecanismo de defesa anti predação apropriado irão persistir aos predadores presentes; e (2) entre os diferentes sistemas hídricos, já que a distribuição heterogênea de predadores resulta em um mosaico de ambientes disponíveis que interage com a diversidade de defesas anti predação exibidas pelos girinos, promovendo uma alta diversidade (Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Hero *et al.* 2001).

A natureza das relações existentes entre as larvas e as características bióticas do recurso hídrico em que vivem e se desenvolvem é de tal ordem complexa, que impede que possa ser reconhecível um único fator biótico como mais relevante ou preponderante. Na realidade, as condições dos diferentes recursos hídricos são em geral tão variáveis que, dependendo das circunstâncias do sistema (*e.g.* grau de permanência) um ou outro tipo de fator pode ser o mais determinante da estrutura e organização da assembleia local de larvas. Os peixes são importantes predadores em ambientes permanentes e sistemas lóticos (*e.g.* Heyer *et al.* 1975, Hero *et al.* 1998, Azevedo-Ramos & Magnusson 1999, Hero *et al.* 2001), enquanto invertebrados, como as larvas de odonata, apresentam um papel mais importante em e ambientes temporários (*e.g.* Gascon 1992b, Azevedo-Ramos & Magnusson 1999). O

canibalismo é comum entre girinos o que os torna importantes predadores, principalmente em ambientes efêmeros (Crump 1983, Hawley 2009). Na ausência de predadores, efeitos de prioridade e competição assumem maior relevância sobre a estrutura das assembleias de girinos (Gonzales *et al.* 2011). Em outras palavras, isso quer dizer que, quem vai atuar mais fortemente em uma determinada condição, vai depender do conjunto estrutural de elementos componentes do sistema hídrico particular.

1.2.3 O uso do microhabitat

Em ambientes estáveis, com pouca influência da sazonalidade, o espaço é o recurso primário partilhado pelos girinos (Inger *et al.* 1986), tornando a disponibilidade de microhabitats importante para entendermos o seu uso (Heyer 1973, 1974). A coexistência entre diferentes espécies de girinos em um corpo d'água pode depender em parte da exploração diferencial dos microambientes disponíveis em um sistema hídrico (Cardoso *et al.* 1989, Eterovick & Barata 2006). Neste contexto, a heterogeneidade espacial é importante para explicar a coexistência dos girinos das diferentes espécies de anuros compartilhando um habitat em particular (Rossa-Feres & Jim 1994).

Os girinos ocupam uma variedade de microambientes e exibem uma elevada plasticidade no seu uso (Eterovick & Barros 2003, Eterovick & Barata 2006, Eterovick *et al.* 2010a, 2010b). Eles diferem principalmente em relação à posição na coluna d'água, a profundidade e ao tipo de substrato (Inger *et al.* 1986, Cardoso *et al.* 1989, Hero 1990, Rossa-Feres & Jim 1994, Eterovick & Fernandes 2001, Koop & Eterovick 2006, Koop *et al.* 2006, Prado *et al.* 2009). Tais distinções resultam da influência de fatores que podem incluir diferenças na história evolutiva (*e.g.*, Eterovick & Fernandes 2001), interação entre os girinos das diferentes espécies, de diferentes coortes, tamanhos corporais e estágios de desenvolvimento (*e.g.*, Wild 1996), e as pressões ambientais (*e.g.* Kopp *et al.* 2006).

A disponibilidade de microhabitats que um girino poderá utilizar pode em grande extensão ser determinado pela escolha do local de oviposição pelos adultos (Inger *et al.* 1986, Eterovick & Barros 2003, Murphy 2003, Eterovick & Ferreira 2008). Os adultos podem acessar os riscos que serão enfrentados pela prole, evitando ambientes com maiores densidades de predadores e maior risco de dessecação (Murphy 2003). As preferências no uso do microhabitat também podem ser direcionadas pela presença de predadores no ambiente aquático, favorecendo o uso de ambientes que ofereçam maior proteção (Koop *et al.* 2006).

Adicionalmente, a morfologia e o comportamento alimentar dos girinos interferem na escolha do microambiente, uma vez que estas características podem ser mais eficientes em diferentes microhabitats, e impõem um forte componente histórico no seu uso (Inger *et al.* 1986).

Os girinos podem apresentar diferentes graus de preferência quanto ao uso do microhabitat de acordo com o grau de permanência do mesmo. Em ambientes instáveis, onde ocorrem fortes variações no regime hidrológico, especializações no uso do microhabitat tornam-se desvantajosas e assembleias com espécies generalistas são selecionadas (Eterovick & Barros 2003). Por outro lado, em ambientes estáveis as espécies podem apresentar seletividade quanto ao uso do microambiente, afetando a composição das assembleias entre diferentes corpos d'água (Eterovick & Barata 2006). O grau de interferência que a disponibilidade de microambientes e o seu uso exercem sobre as assembleias de girinos depende portanto, parcialmente da natureza do ambiente aquático em questão.

1.2.4 Podemos identificar um fator histórico principal?

As assembleias de girinos podem não estar claramente associadas aos fatores abióticos e bióticos de seu habitat e microhabitat, o que resulta em uma aparente ausência de padrões gerando a impressão de que a sua organização é fruto do acaso (Heyer 1973, Gascon 1991, Eterovick & Barros 2003, Eterovick 2003). Certamente é importante compreender como a heterogeneidade do ambiente e as interações bióticas afetam a ocupação dos sistemas hídricos por girinos, mas modelos que levam em consideração somente estas características são insuficientes para executar essa tarefa.

Os efeitos históricos moldam a distribuição e a diversidade dos anfíbios em escala global (Buckley & Jetz 2007). Semelhantemente, a ocupação dos corpos d'água pelos girinos também depende primordialmente de restrições históricas impostas pela colonização e pela filogenia de cada espécie (Gascon 1991, Zimmerman & Simberloff 1996). Um bom exemplo de atuação de fatores históricos na distribuição dos anfíbios é a elevada diversidade de modos reprodutivos que eles exibem, sendo a maior entre os tetrápodes (Haddad & Prado 2005).

O modo reprodutivo de um anuro é definido pela combinação de caracteres que inclui o sítio de oviposição, características dos ovos e da desova, ritmo e duração do desenvolvimento, estágio e tamanho dos girinos recém eclodidos e o tipo de cuidado parental, se presente (Salthe & Duellman 1973). Os tipos de modos reprodutivos apresentam uma maior diversificação para ambientes lênticos (*e.g.* Box 1. Haddad & Prado 2005), uma

assinatura filogenética e refletem a dependência das espécies a um conjunto de características relacionadas a reprodução e ao habitat de desenvolvimento dos girinos, interferindo diretamente na seleção do corpo d'água pelos adultos (Duellman 1989, Zimmerman & Simberloff 1996). Como a maioria das espécies não apresentam adaptações para o desenvolvimento em águas correntes, corpos de água parada tendem a apresentar uma maior riqueza de girinos do que riachos, pelo menos em áreas de baixada (*e.g.* Gascon 1991). Por outro lado, as áreas montanhosas podem apresentar mais espécies e diferentes modos reprodutivos especializados para ambientes de riachos, já que a retenção de água em poças nestas áreas é dificultada devido ao seu relevo mais irregular, fazendo dos riachos os ambientes mais abundantes e propícios para a reprodução e desenvolvimento das larvas (Inger 1966, Duellman 1988). Portanto, para entender a distribuição das assembleias de girinos é importante considerar a geografia local e a heterogeneidade dos habitats reprodutivos juntamente com os modos reprodutivos das espécies que ocorrem em uma determinada localidade (Zimmerman & Bierregaard 1986, Zimmerman & Simberloff 1996, Vasconcelos *et al.* 2009, Both *et al.* 2011). Devido a interdependência entre os modos reprodutivos, o tipo de relevo e as características particulares dos habitats reprodutivos, o conhecimento prévio dos modos reprodutivos presentes nas assembleias de anuros pode contribuir para ações de conservação e para a seleção de habitats apropriados que abranjam as preferências das espécies que ocorrem em uma área (*e.g.* ambientes ricos em habitats lênticos, lóticos, ou ambos).

Outro importante aspecto relacionado aos fatores históricos é a capacidade fisiológica de sobrevivência na ausência de água livre. A maioria dos corpos hídricos temporários enfrenta períodos variáveis de dessecação e até que venha um próximo aporte de água da chuva, a única fonte de umidade é aquela mantida nas folhas ou na lama acumuladas no fundo da poça que dessecou. Neste caso, os girinos que ali se desenvolviam, dependendo de sua maior ou menor capacidade de sobreviver na ausência de água livre (*e.g.* mantendo-se apenas com a umidade das folhas ou lama do fundo da poça) que é inerente à espécie, poderão ou não sobreviver até o próximo aporte de água (Newman 1992). Embora seja ainda um assunto pouco estudado ou conhecido, aparentemente essa variação na capacidade fisiológica de sobreviver na ausência de água livre é uma função em parte do ambiente onde o girino daquela espécie de anuro evoluiu (mais ou menos oxigenado que vai poder se refletir em sua susceptibilidade na falta de oxigenação), da sua massa e do seu tamanho corpóreo (girinos maiores e de maior massa tendem a sobreviver por mais tempo) (Fatorelli 2011). Contudo,

faltam estudos e experimentos que provejam um corpo de dados consistente para se compreender como se processam efetivamente as diferenças nas capacidades de sobrevivência das diferentes espécies de girinos na ausência de água livre.

1.2.5 Variações temporais

O tempo (*e.g.* variações sazonais) é considerado a dimensão mais importante partilhada pelos girinos (Toft 1985). Os fatores afetando a estrutura e a distribuição das assembleias de girinos podem variar ao longo do tempo. Os girinos podem diferir na sua ocorrência nos corpos d'água ao longo do ano e a riqueza das assembleias podem estar relacionadas a variação temporal dos parâmetros ambientais (Eterovick & Sazima 2000, Eterovick & Fernandes 2001, Both *et al.* 2009, Moreira *et al.* 2010).

Para os anfíbios, o tempo como recurso remete às variações que podem ocorrer nas assembleias em resposta à disponibilidade dos habitats reprodutivos (Gottsberger & Gruber 2004) e ao seu uso diferenciado, de acordo com a estratégia (Crump 1974) e a fenologia reprodutiva das espécies (Gascon 1992a) e a escolha do sítio reprodutivo pelos adultos (Murphy 2003). Essas características evoluíram em condições climáticas passadas, mas respondem a fatores bióticos e abióticos atuais, como o risco de predação (Murphy 2003), a distribuição anual de chuvas (Aichinger 1987, Gascon 1991, Rossa-Feres & Jim 1994, Bertoluci 1998), a temperatura, o fotoperíodo (Both *et al.* 2009) e o hidroperíodo (Moreira *et al.* 2010). Conseqüentemente, os padrões de distribuição temporal das assembleias de girinos e suas estratégias e ocupação de sistemas hídricos se relacionam com os fatores que afetam os atributos reprodutivos dos adultos.

A distribuição das chuvas ao longo do ano é, usualmente, a variável abiótica que regula a atividade reprodutiva de anuros associados tanto a ambientes temporários (Heyer 1973, Vasconcelos *et al.* 2011) como permanentes (Rico *et al.* 2004, Boquimpani-Freitas *et al.* 2007). A disponibilidade de ambientes reprodutivos para os anuros interfere sobre o período reprodutivo das espécies e conseqüentemente sobre o período de ocorrência dos girinos. Em ambientes temporários, a variação na pluviosidade afeta fortemente o hidroperíodo e a disponibilidade de habitats (Heyer 1973). Nesses ambientes, a riqueza e a abundância de girinos é afetada pela disponibilidade de água e pelas chuvas (Eterovic & Sazima 2000, Both *et al.* 2009, Vasconcelos *et al.* 2011, Moreira *et al.* 2010). Já em riachos, que apresentam níveis d'água mais estáveis ao longo do tempo, não é possível reconhecer

tendências relativa aos efeitos da chuva e os parâmetros das assembleias de girinos. Algumas espécies de anuros apresentam abundância de girinos relativamente constante ao longo do ano (Almeida-Gomes 2012, Borges-Júnior 2007, Leite *et al.* 2008, Fatorelli *et al.* 2010), ou mesmo abundâncias mais elevadas durante os períodos menos chuvosos, sendo esta característica supostamente uma adaptação a um ambiente hidricamente estável que permite que os girinos completem a metamorfose durante os períodos mais chuvosos e úmidos (Eterovick *et al.* 2010a). Estas poucas evidências sugerem que em riachos a riqueza e a abundância dos girinos apresentam flutuações temporais relativamente menores.

As estratégias reprodutivas dos anuros podem ser classificadas com base na sua atividade reprodutiva anual, podendo apresentar reprodução contínua, prolongada ou esporádica (Crump 1974). Espécies de reprodução oportunista, como *Itapotihyla langsdorffii*, estão associadas a ambientes temporários, como poças temporárias e efêmeras (*e.g.* Vrcibradic *et al.* 2009), enquanto espécies de reprodução contínua, como *Scinax trapicheiroi*, *Aplastodiscus eugenioi*, e *Phasmahyla jandaia* (Hylidae), e prolongada, como *Crossodactylus aeneus* (Hylodidae) e *Proceratophrys tupinamba* (Cycloramphidae) reproduzem-se durante longos períodos, tendendo a utilizar predominantemente ambientes mais estáveis como remansos de riachos e poças permanentes (Crump 1974, Rico *et al.* 2004, Almeida-Gomes 2012, Borges-Júnior 2007, Leite *et al.* 2008, Fatorelli *et al.* 2010). Ainda, a mesma espécie pode apresentar diferentes padrões temporais de reprodução. Por exemplo, diferentes populações de *Scinax rizibilis* podem apresentar reprodução explosiva (Pombal & Haddad 2005), ou um padrão de reprodução mais prolongado (Pombal 1997). Cada uma dessas estratégias está normalmente associada a um tipo ou um conjunto de tipos de ambientes reprodutivos interferindo diretamente sobre quais espécies de girinos podem ocorrer em uma assembleia e em que período do ano.

A fenologia reprodutiva dos anuros reporta ao período de atividade reprodutiva dos adultos e ao período em que suas larvas irão crescer e se desenvolver. Em algumas espécies, girinos maiores, pertencentes a coortes que colonizaram os ambientes aquáticos primariamente, podem apresentar vantagens em relação a coortes mais jovens e afetar atributos do fitness (*e.g.* taxa de crescimento, de sobrevivência) de espécies que se reproduzem tardiamente no mesmo corpo d'água (Gascon 1989, 1992a, Gonzales *et al.* 2011). Assim, os efeitos de prioridade podem interferir nas assembleias de girinos de maneira que as espécies que colonizam primariamente um sistema hídrico são favorecidas e representam

potenciais fontes de risco para as espécies que se reproduzem tardiamente no mesmo ambiente.

A escolha do ambiente reprodutivo pelos adultos de forma geral afeta diretamente as espécies de girinos que irão ocorrer num sistema hídrico e pode apresentar um forte componente temporal. Os modos reprodutivos interferem primariamente na escolha do habitat reprodutivo, mas fatores de risco também podem interferir nessa escolha. Por exemplo, *Edalorhina perezii* um anuro neotropical das florestas do Perú, evitam poças com predadores e as fêmeas também evitam poças com girinos conspecíficos (Murphy 2003). Tais fatores de risco são constituídos tanto por características físicas do ambiente (*e.g.* hidroperíodo), quanto bióticas (*e.g.* risco de predação) que variam fortemente ao longo do tempo e impõem uma clara mudança sazonal no ambiente escolhido para reprodução (Murphy 2003).

1.3 Considerações finais

É possível reconhecer pelo menos oito tendências relacionadas a distribuição e a estrutura das assembleias de girinos tropicais: (1) o tamanho dos riachos e a diversidade de microhabitats são importantes características abióticas influenciando a riqueza e a composição de espécies; (2) em poças, o gradiente de permanência (*e.g.*, hidroperíodo) e a heterogeneidade do habitat são os principais fatores moldando as assembleias de girinos; (3) a composição de espécies parece ser um parâmetro das assembleias mais relevante do que a riqueza de espécies e deve ser primeiramente considerado durante o planejamento de ações conservacionistas de anuros associados a poças e riachos; (4) a predação parece ser a interação biótica mais importante na estruturação das assembleias de girinos, com predadores vertebrados (*e.g.*, peixes) sendo mais vorazes em habitats permanentes e predadores invertebrados (*e.g.*, larvas de odonata) sendo mais vorazes em ambientes temporários; (5) os girinos podem exercer um efeito regulatório, predando ovos e girinos recém eclodidos; (6) o uso do microhabitat varia em função da escolha do habitat reprodutivo pelos adultos, presença de predadores, filogenia, estágio de desenvolvimento e heterogeneidade do habitat; (7) os fatores históricos restringem os habitats reprodutivos que uma espécie utiliza, impondo restrições filogenéticas, comportamentais e fisiológicas; (8) a variação temporal nos fatores bióticos (*e.g.*, fatores de risco), abióticos (*e.g.*, distribuição de chuvas), e no padrão de reprodução das espécies pode interferir na estrutura das assembleias de girinos tropicais.

Estudos em diversas áreas devem ser conduzidos para construir um corpo de conhecimento razoável sobre quais fatores afetam a estrutura e a distribuição das assembleias de girinos tropicais. Esforços futuros para o estudo de girinos devem contemplar assembleias associadas a riachos, que são relativamente menos conhecidas do que aquelas associadas a poças. Interações de competição entre girinos permanecem pouco compreendidas e necessitam aprofundamento. Tais esforços devem contemplar abordagens experimentais tanto em escala de micro como de mesocosmos. Ainda, entender como as espécies que colonizam primeiramente o ambiente sem girinos afetam as espécies subsequentes é essencial para a compreensão de como as assembleias de girinos variam no tempo. Essa abordagem é importante especialmente em ambientes temporários, onde a partição temporal tem-se mostrado pouco relevante para as assembleias de girinos. A partição temporal gerada pelos efeitos de prioridade podem exercer um importante papel sobre a estrutura das assembleias de girinos nesse ambientes. Estudos sobre os hábitos e a partição de recursos alimentares também são necessários, uma vez que permanecem escassos na literatura. Tais estudos devem levar em consideração os itens consumidos pelos girinos, assim como a sua disponibilidade no ambiente. Finalmente, é recomendável como o primeiro passo para a identificação dos girinos o uso do trabalho conduzido por Provetes *et al.* (2012) que traz uma compilação dos trabalhos de descrição dos girinos do Brasil.

2 OS GIRINOS DOS RIACHOS DA RESERVA ECOLÓGICA DE GUAPIAÇU: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E UMA PROPOSTA DE CHAVE DICOTÔMICA PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

A dificuldade na identificação de girinos representa um importante obstáculo para a realização de inventários mais eficientes de anuros e para o desenvolvimento de programas de conservação e manejo das espécies de anuros no Brasil. Apesar dos crescentes esforços para descrever e conhecer os girinos no Brasil, para um elevado número de espécies (c.a. 39%) a forma larvar dos anuros ainda permanece desconhecida (Laia & Rocha 2012, Provete *et al.* 2012). Tais esforços estão concentrados principalmente na caracterização morfológica externa das espécies (e.g. Costa *et al.* 2010a, Laia *et al.* 2010, Fatorelli *et al.* 2012), algumas vezes apresentando também informações sobre a morfologia interna (e.g. condrocânio, morfologia oral interna) (Costa *et al.* 2010b, 2010c).

O conhecimento sobre os girinos e sua correta identificação também são úteis para fins em diferentes áreas de pesquisa. O uso de características larvares em estudos taxonômicos pode auxiliar, por exemplo, na resolução de questões filogenéticas (Larson & de Sá 1998, Haas 2003, Frost *et al.* 2006). Os girinos também constituem bons modelos de estudo em um amplo espectro de abordagens ecológicas, como a ecotoxicologia (Relyea 2005), o uso do espaço (Eterovick & Barros 2003, Andrade *et al.* 2013), evolução (Eterovick *et al.* 2010), interações de competição e predação (Gascon 1989, Gascon 1995, Hawley 2009), ecologia de populações (Leite *et al.* 2008, Almeida-Gomes *et al.* 2012), estrutura de comunidades (Inger *et al.* 1986, Eterovick & Barata 2006) e de ecossistemas (Wilbur 1997, Ravenstel *et al.* 2004). Além disso, em muitas espécies de anuros os girinos permanecem mais tempo no sítio reprodutivo do que os adultos sendo o estágio de desenvolvimento mais fácil de ser encontrado (Lips & Savage 1996, Altig & McDiarmid 1999). Portanto, as chances de se registrar um maior número de espécies seriam consistentemente aumentadas em inventários e monitoramentos em que são aplicadas metodologias específicas para a amostragem de girinos (Silva 2010).

Recentemente, houve um considerável aumento no número de publicações de listas de espécies de anuros adultos acompanhadas de fotos (e.g. Wachlevski & Rocha 2010, Vrcibradic *et al.* 2011, Piatti *et al.* 2012). Apesar da identificação por foto não substituir a identificação de espécimes testemunhos de uma localidade por um especialista, as listas de espécies ilustradas por fotos facilitam o reconhecimento das espécies durante estudos no

campo, principalmente quando o estudo é realizado nas mesmas áreas de origem das listas. Embora úteis, poucas publicações trazem chaves de identificação baseadas em caracteres morfológicos (*e.g.* Ribeiro *et al.* 2005, Provete *et al.* 2011) que permitam a confirmação precisa das espécies, sendo estas de forma geral restritas apenas ao estágio adulto, limitando a utilidade destas listas para o fim de identificação dos anuros. No caso dos girinos, listas de espécies e chaves de identificação estão restritas a apenas três publicações, uma para a floresta na Reserva Ducke, na região da Amazônia Central (Hero *et al.* 1990), uma para a região noroeste do estado de São Paulo, no Cerrado (Rossa-Feres & Nomura 2006) e outra para o estado do Rio Grande do Sul (Machado & Maltchik 2007), ressaltando a necessidade de estudos que disponibilizem esta ferramenta de identificação.

No presente capítulo, eu apresento a caracterização morfológica externa e uma proposta de chave dicotômica de identificação ilustrada por fotos de espécimes preservados e vivos de girinos pertencentes a 12 espécies associadas a riachos que habitam a Reserva Ecológica de Guapiaçu.

2.1 Metodologia

2.1.1 Área de estudo

Conduzi a amostragem dos girinos na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA; 22° 24'S, 42°44'W), localizada em uma área de Mata Atlântica, no município de Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil (Figura 1). A REGUA é uma unidade de conservação particular com área de aproximadamente 7.200 ha e insere-se na maior Unidade de Conservação Estadual no Rio de Janeiro, o Parque Estadual dos Três Picos (PETP - 46.350 ha). O PETP abrange uma grande porção do maciço da Serra dos Órgãos que integra o bloco florestal da Região Serrana Central e constitui um dos maiores maciços florestais do estado do Rio de Janeiro. A distribuição da pluviosidade na região é caracterizada por um período chuvoso, de novembro a abril, e por um período seco, entre os meses de maio e outubro, com uma média anual de 2.600mm e temperaturas diárias que variam de 14°C a 37°C (Bernardo *et al.* 2011).

Figura 1 – Localização da Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) no estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Retirado de ALMEIDA GOMES, 2011.

2.1.2 Amostragem dos girinos

Para obter os girinos utilizados para a caracterização da forma larvar de 12 espécies das espécies encontradas nos diferentes córregos amostrados na área da Reserva durante o presente estudo, amostréi 10 pequenos riachos existentes nas florestas da microbacia do Rio Manoel-Alexandre, localizados em altitudes entre 100m e 580m, durante um período de 17 meses, entre maio de 2011 e setembro de 2012. Realizei a amostragem mensal e sistemática, descrita em detalhes no capítulo 3, utilizando rede de mão de formato triangular, com três diferentes tamanhos – ca. 7cm, 12cm e 18cm cada lado, todas com malhas mais finas do que 0.5mm. Nós utilizamos redes de diferentes tamanhos para possibilitar o acesso a partes do riacho que não poderiam ser acessadas com um único tamanho de rede (ex. entre e sob rochas). Em toda ocasião de coleta em que uma nova espécie foi encontrada eu a coletava e o número de girinos coletados por espécies não ultrapassou 30 indivíduos.

2.1.3 Identificação dos girinos

Eu confirmei a identificação dos girinos recorrendo a quatro diferentes recursos. Primeiramente, realizei uma consulta a um especialista em identificação de girinos (Costa, P.N.) do Museu Nacional de História Natural da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN-UFRJ) para uma primeira identificação dos espécimes. Em seguida, realizei um levantamento bibliográfico de descrições das espécies de girinos sugeridas pelo especialista para confirmação das identificações. Pude identificar alguns espécimes, como os girinos de *Aplastodiscus eugenioi*, *Bokermanohyla circumdata*, *Scinax albicans* e *Physalaemus signifer*, após acompanhar o seu desenvolvimento até o final da metamorfose. Pude confirmar a identificação de outras sete espécies (ex. *Crossodactylus aeneus*, *Hylodes asper*, *H. charadranaetes*, *H. lateristrigatus*, *H. pipilans*, *S. flavoguttatus*, *Proceratophrys appendiculata*, *P. boiei*) utilizando o marcador mitocondrial COI, confrontando as sequências dos genes COI de girinos contra o de adultos e aqueles depositados no repositório do BOLD (Ratnasingham & Herbert 2007).

2.1.4 Caracterização morfológica dos girinos

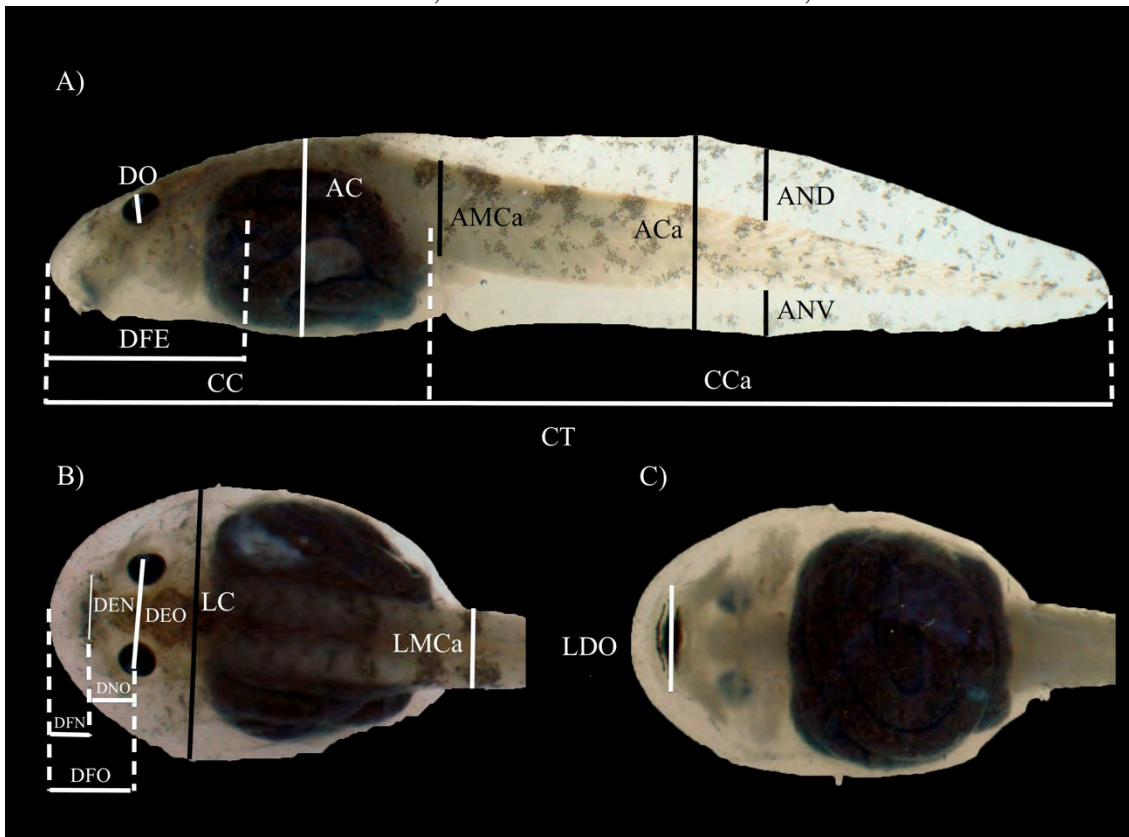
Para caracterizar a morfologia externa do corpo, da cauda e do disco oral dos girinos da REGUA, eu utilizei um girino de cada espécie entre os estágios 26 e 40 (Gosner 1960) e as terminologias propostas por Altig & McDiarmid (1999) e Altig (2007). Aferi os dados morfométricos dos girinos sob um estereomicroscópio (microscópio estereoscópico marca Motic K series) utilizando um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).

Eu aferi 20 dados morfométricos, listados na Tabela 1 e ilustrados na Figura 2. Para descrever a morfologia do corpo e da cauda, eu considerei como posição anatômica a face lateral esquerda dos girinos com as nadadeiras estendidas (Figura 2A). Para descrever a morfologia de algumas estruturas, como as narinas, o espiráculo, o disco oral e o tubo ventral, eu também observei estas estruturas em vista dorsal e ventral (Figura 2B e C). Para ilustrar a caracterização das espécies, eu apresento fotos dos girinos preservados e em vida, assim como de algumas de suas estruturas (ex. narinas, espiráculo, disco oral).

Tabela 1 – Dados morfométricos aferidos nos girinos coletados em 10 pequenos riachos na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, no estado do Rio de Janeiro.

Dados morfométricos	Descrição
Comprimento total (CT)	Distância da porção mais anterior do corpo à extremidade distal a cauda.
Comprimento corporal (CC)	Distância da porção mais anterior do corpo à e o final do corpo, definido pelo ponto onde o eixo de miótomos da cauda se encontra com o corpo.
Largura do corpo (LC)	Medida do plano transversal que corta o corpo do girino em seu maior eixo em vista dorsal.
Altura do corpo (AC)	Medida do plano transversal que corta o corpo do girino em seu maior eixo em vista lateral.
Comprimento da cauda (CCa)	Distância do final do corpo, definido pelo ponto onde o eixo de miótomos da cauda se encontra com o corpo, à extremidade distal da cauda.
Altura da cauda (ACa)	Maior distância entre a extremidade superior da nadadeira dorsal e a extremidade inferior da nadadeira ventral.
Altura do músculo da cauda (AMCa)	Maior distância entre os limites superiores e inferiores da musculatura da cauda.
Largura do músculo da cauda (LMCa)	Distância entre as extremidades laterais da musculatura no início da cauda, definido pelo ponto onde o eixo de miótomos da cauda se encontra com o corpo.
Altura da nadadeira dorsal (AND)	Maior distância entre a base da nadadeira dorsal e a sua extremidade superior.
Altura da nadadeira ventral (ANV)	Maior distância entre a base da nadadeira ventral e a sua extremidade inferior.
Distância entre as narinas (DEN)	Distância entre o ponto central das narinas.
Distância entre os olhos (DEO)	Distância entre o ponto central dos olhos.
Diâmetro das narinas (DN)	Maior distância limitada pela circunferência das narinas.
Diâmetro dos olhos (DO)	Maior distância limitada pela circunferência dos globos oculares.
Distância entre as narinas e os olhos (DNO)	Distância entre o plano que passa na porção central das narinas e o plano central aos globos oculares.
Distância entre o focinho e as narinas (DFN)	Distância entre o plano que passa na porção mais anterior do corpo e o plano central das narinas.
Distância entre o focinho e os olhos (DFO)	Distância entre o plano que passa na porção mais anterior do corpo e o plano central dos globos oculares.
Distância entre o focinho e o espiráculo (DFE)	Distância entre o plano que passa na porção mais anterior do corpo e o plano central do espiráculo.
Largura do disco oral (LDO)	Maior distância limitada pelas extremidades direita e esquerda do disco oral.

Figura 2 - Representação dos dados morfométricos (exceto diâmetro das narinas) aferidos para caracterização morfológica dos girinos coletados em 10 pequenos riachos na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil.



Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) lateral; (B) dorsal; (C) ventral.

Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O autor, 2014.

2.1.5 Chave dicotômica de identificação dos girinos

Para elaborar a chave de identificação dos girinos da REGUA, utilizei as seguintes características morfológicas: origem da nadadeira dorsal, fórmula dentária, forma do lábio inferior, tipo de conexão entre a parede interna do espiráculo e o corpo do girino, forma do focinho e a forma da bainha superior do bico córneo. Após selecionar as características para elaboração da chave, eu chequei em pelo menos 10 girinos da mesma espécie a consistência dos caracteres escolhidos em termos de variação morfológica e utilizei apenas características que não variaram entre os girinos da mesma espécie. As exceções foram os girinos de *Proceratophrys appendiculata*, *Hylodes asper* e *H. lateristrigatus* que tiveram apenas nove, três e dois girinos coletados, respectivamente. Para ilustrar a chave de identificação, eu apresento fotos das estruturas dos girinos preservados apontando os detalhes importantes para a correta utilização da chave.

2.2 Caracterização morfológica dos girinos

2.2.1 Família Hylidae Ranifesque, 1815

2.2.1.1 *Aplastodiscus eugenioi* (Carvalho-e-Silva & Carvalho-e-Silva, 2005)

Coloração (estágio 27): em vida, o corpo do girino é marrom em vista dorsal, apresentando pigmentos de tom dourado e aspecto granitado, uma mancha marrom escura de formato quase triangular aproximadamente entre os olhos e duas linhas de três a quatro manchas negras que se distribuem de trás dos olhos até o final do corpo. Em vista lateral, a coloração do corpo do girino se assemelha com a coloração dorsal, sendo que o focinho apresenta coloração bege claro. A cauda apresenta a mesma coloração do corpo em sua região dorsal, com algumas interrupções de coloração mais clara na região dorsal que lembram o formato de um losango. Lateralmente, a cauda apresenta coloração marrom marmoreada com áreas mais claras, apresentando uma faixa longitudinal marrom escura no meio da musculatura da cauda que se alonga do primeiro terço até o meio da cauda reduzindo gradualmente de espessura e intensidade da coloração. As nadadeiras dorsal e ventral também são marmoreadas e possuem bordas transparentes. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas, tanto no corpo quanto na cauda. A íris é bege clara com reflexos dourados e um vermiculado negro que se torna mais intenso na área periférica dos olhos (Figura 3). Após preservado, o girino mantém o padrão de coloração adquirindo um tom mais opaco. A mancha triangular localizada próxima aos olhos, as manchas negras atrás dos olhos, a coloração marmoreada da cauda, a faixa longitudinal e lateral da cauda e o sistema de linhas laterais permanecem visíveis (Figura 4).

Figura 3 – Imagens do girino de *Aplastodiscus eugenioi* no estágio 26 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) lateral; (B) dorsal; e (C) ventral.
Fotos e edição: O Autor, 2014.

Caracterização morfológica (estágio 28): o corpo do girino é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura A, B). O comprimento do corpo representa 28,5 % do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 80% de sua largura. A cauda é mais alta do que a altura do corpo, sendo que a altura do corpo corresponde a 83,1% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsolaterais e seu diâmetro corresponde a 10,8 % do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas do focinho do que dos olhos, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 54,3% da distância entre o olho e o focinho. As narinas são elípticas em vista lateral e reniformes em vista dorsal devido a presença de uma projeção de pele na borda mais interna das narinas (Figura 4D). A distância entre as narinas corresponde a 65,5% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 10,6 % do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, mais longo

do que largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 4E). O espiráculo é sinistro, curto, posterodorsalmente posicionado, apresentando forma tubular com sua parede interna totalmente livre em relação ao corpo (Figura 4F, G). A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, mais próxima do tubo ventral do que do focinho. A distância entre o espiráculo e o focinho representa 62,5% do comprimento corporal. O comprimento da cauda representa 72% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem na musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é curvada e ligeiramente mais alta do que a nadadeira ventral. A nadadeira ventral é ligeiramente menor do que a nadadeira dorsal e representa 89,5% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral, sem emarginações (Figura 4H) e corresponde a aproximadamente 38,3% da largura do corpo; o lábio anterior é rodeado por uma fileira de papilas uniseriadas, com uma grande lacuna dorsal. O lábio posterior apresenta uma fileira de papilas bisseriadas, com três pregas no lábio posterior deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é 2(2)/4. O disco oral não apresenta fileiras de papilas submarginais. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 4H).

Figura 4 – Imagens do girino de *Aplastodiscus eugenioi* no estágio 28 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A



B



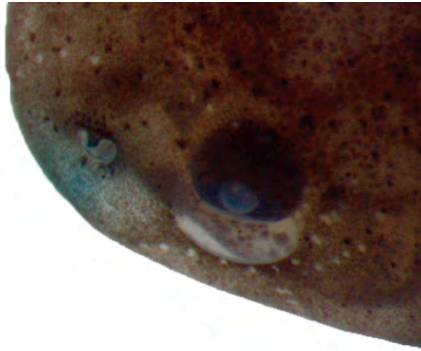
5 mm

C

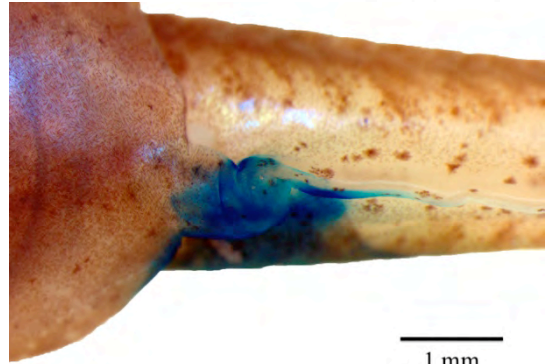


5 mm

D



1 mm



1 mm

E

F

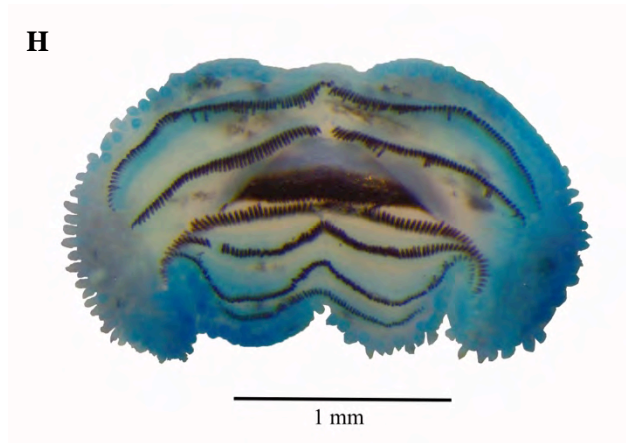


1 mm



1 mm

G



Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 3 – Medidas morfométricas do girino de *Aplastodiscus eugenioi* no estágio 28 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	36,1	CCo/CT	28,5
Comprimento corporal (CCo)	10,3	ACo/LCo	80,0
Largura do corpo (LCo)	6,3	ACo/ACa	83,1
Altura do corpo (ACo)	5,0	DON/CCo	14,2
Comprimento da cauda (CCa)	26,0	DON/DOF	54,3
Altura da cauda (ACa)	6,0	DNF/CCo	10,6
Altura do músculo da cauda (AMCa)	3,6	DEN/DEO	65,5
Largura do músculo da cauda (LMCa)	3,2	DEF/CCo	62,5
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,6	CCa/CT	72,0
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,5	ANV/AND	89,5
Distância entre as narinas (DEN)	2,5	DEN/LCo	41,8
Distância entre os olhos (DEO)	3,8	DEO/LCo	61,2
Diâmetro das narinas (DN)	0,1	LDO/LCo	38,3
Diâmetro dos olhos (DO)	1,1	DO/CCo	10,8
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,5	DOF/CCo	26,2
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,1	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	2,7	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	6,4	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,4	-	-
Fórmula dentária	2(2)/4	-	-

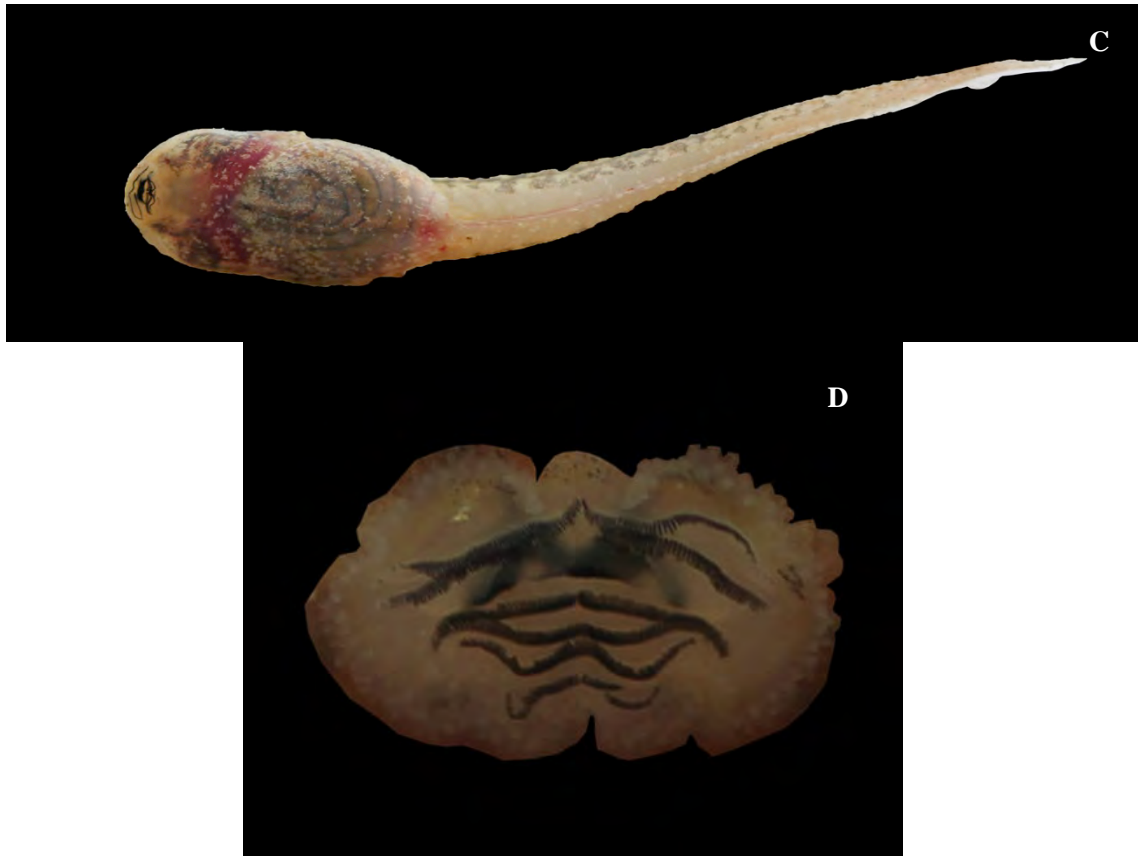
2.2.1.2 *Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1871)

Coloração (estágio 31): em vida, o corpo do girino possui coloração marrom escura e pontos pretos espalhados pelo corpo. A cauda apresenta coloração bege com manchas mais

escuras de cor marrom. As nadadeiras são opacas de cor bege com manchas marrons. Em vista lateral, no eixo central da musculatura da cauda há uma linha marrom escura que se estende ao longo do primeiro terço da cauda. A parte superior da musculatura também apresenta uma linha marrom que se estende até o meio da cauda, tornando-se interrompida até o final da cauda. Em vista dorsal e ventral há uma linha vermelha que se estende ao longo da musculatura da cauda. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas e douradas, tanto no corpo quanto na cauda. O ventre é translúcido, permitindo ver o intestino e o coração pulsante em cor vermelha, e de aspecto marmoreado conferido por manchas de coloração dourada. O olho é predominantemente negro, apresentando um halo dourado ao redor da pupila e um vermiculado dourado sobre algumas partes negras do olho (Figura 5). Após preservado, o girino possui o dorso marrom escuro, cauda bege com manchas marrom claro, a nadadeira superior, inferior e a parte superior do ventre passam a ter cor bege escuro e perdem as manchas e o aspecto marmoreado. Na cauda as linhas marrons ficam mais escuras. No dorso e na base da cauda a linha vermelha some e o olho torna-se totalmente preto (Figura 6).

Figura 5 – Imagens do girino de *Bokermannohyla circumdata* no estágio 31 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





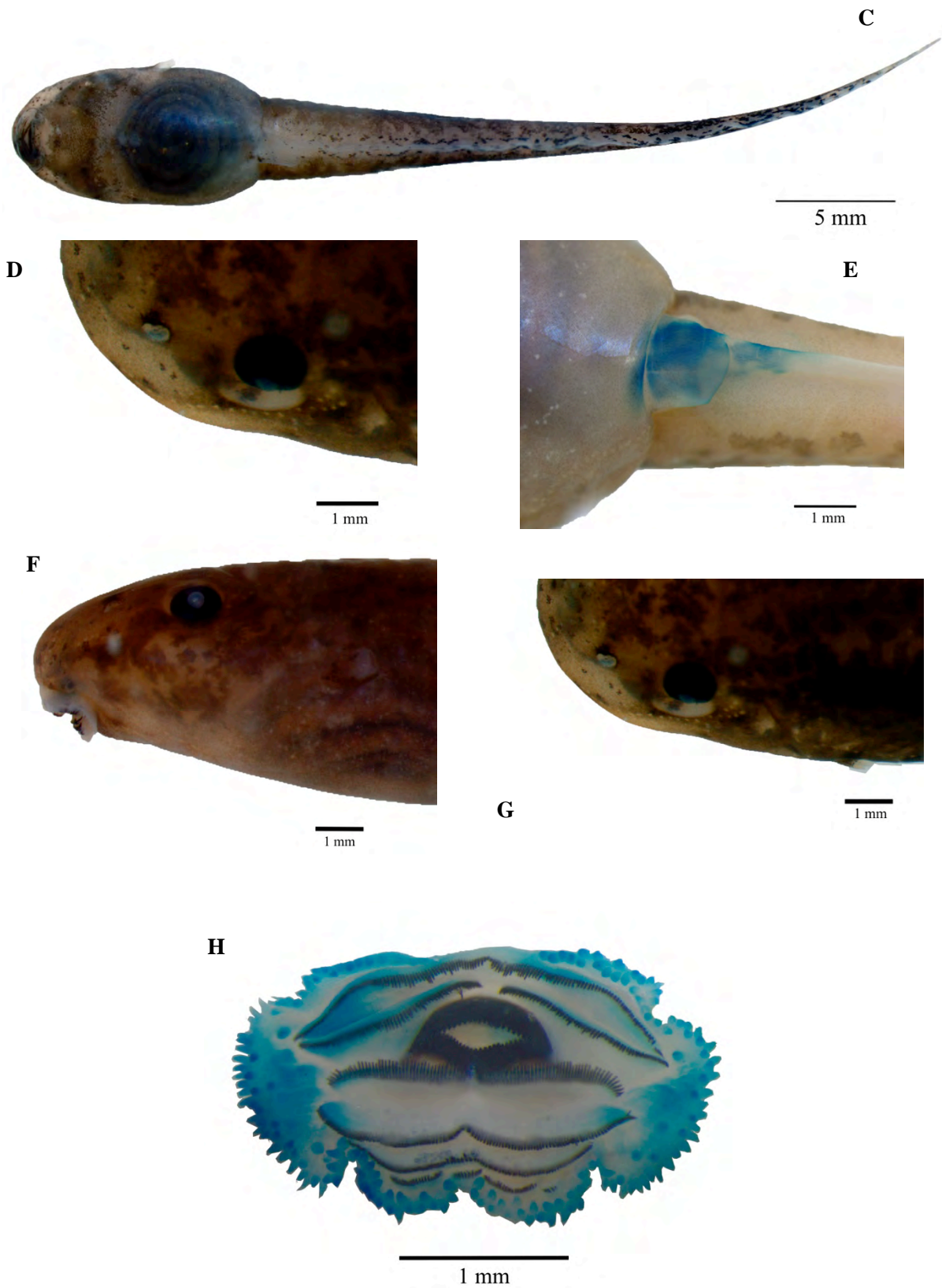
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) laterodorsal; (B) lateral; (C) ventral; e (D) disco-oral.
Fotos e edição: O Autor, 2014.

Caracterização morfológica (estágio 31): o corpo do girino é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura A, B). O comprimento do corpo representa 28,6 % do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 74,3% de sua largura. O corpo é um pouco mais alto do que a altura da cauda, sendo que a altura da cauda corresponde a 96,3% da altura do corpo. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsolaterais e seu diâmetro corresponde a 9,2 % do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas do focinho do que dos olhos, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 54,6% da distância entre o olho e o focinho. As narinas são elíptica em vista lateral e reniformes em vista dorsal devido à presença de uma projeção de pele na borda mais interna das narinas (Figura 6D). A distância entre as narinas corresponde a 59,3% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 11,2 % do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, mais longo do que largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 6E). O espiráculo é sinistro, curto, posterodorsalmente posicionado, apresentando forma tubular com sua parede interna totalmente livre em relação ao corpo. A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima,

mais próxima do tubo ventral do que do focinho (Figura 6F, G). A distância entre o espiráculo e o focinho representa 62,3% do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, mais longo do que largo e anexado a nadadeira ventral. O comprimento da cauda representa 70,2% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no mesmo plano da musculatura da cauda. A nadadeira ventral é ligeiramente menor do que a nadadeira dorsal e representa 77,3% de sua altura. As nadadeiras dorsal e ventral apresentam forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 6H) e corresponde a aproximadamente 40,1% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas bisseriadas, sem emarginações, com uma grande lacuna dorsal, e com três pregas no lábio posterior deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é 2(2)/4(1). O disco oral apresenta fileiras de papilas submarginais. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 6H).

Figura 6 – Imagens do girino de *Bokermannohyla circumdata* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 4 – Medidas morfométricas do girino de *Bokermannohyla circumdata* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	43,2	CCo/CT	28,6
Comprimento corporal (Cco)	12,4	Aco/Lco	74,3
Largura do corpo (Lco)	7,3	Aca/Aco	96,3
Altura do corpo (Aco)	5,4	DON/Cco	14,3
Comprimento da cauda (Cca)	30,3	DON/DOF	54,6
Altura da cauda (Aca)	5,2	DNF/Cco	11,2
Altura do músculo da cauda (AMCa)	4,5	DEN/DEO	59,3
Largura do músculo da cauda (LMCa)	2,7	DEF/Cco	62,3
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,5	Cca/CT	70,2
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,2	ANV/AND	77,3
Distância entre as narinas (DEN)	2,6	DEN/Lco	43,7
Distância entre os olhos (DEO)	4,4	DEO/Lco	60,6
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/Lco	40,1
Diâmetro dos olhos (DO)	1,1	DO/Cco	9,2
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,8	DOF/Cco	26,2
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,4	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	3,2	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	7,7	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,9	-	-
Fórmula dentária	2(2)/4(1)	-	-

2.2.1.3 *Scinax albicans* (Bokermann, 1967)

Coloração (estágio 37): em vida, o corpo do girino é negro em vista dorsal, apresentando pigmentos dourados, conferindo um aspecto granitado ao corpo, e uma pequena mancha dourada de forma aproximadamente esférica na porção lateral e final do corpo. Na região entre os olhos e as narinas há uma lúnula de cor dourada que faz lembrar uma máscara. Em vista lateral, a coloração do corpo do girino se assemelha com a coloração dorsal, sendo que a mancha dourada de forma esférica no final do corpo não é mais visível. A cauda apresenta um padrão de manchas alternadas na região dorsal, sendo que a primeira mancha é de cor dourada seguida de manchas pretas e beges que se alternam até o final da cauda. Lateralmente, a cauda apresenta coloração bege com manchas marrom, um aspecto marmoreado e também é possível observar o padrão de manchas do dorso da cauda e uma linha vermelha no início do eixo médio da cauda. As nadadeiras dorsal e ventral também são marmoreadas e possuem bordas transparentes. A íris é dourada e essa coloração se estende, em forma vermiculada, para a parte externa e negra do olho (Figura 7). Após preservado, o

girino passa a apresentar coloração predominantemente marrom, desaparecendo as manchas douradas, inclusive a lúnula (Figura 8).

Figura 7 – Imagens do girino de *Scinax albicans* no estágio 37 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiagu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) frontal; e (D) disco-oral.

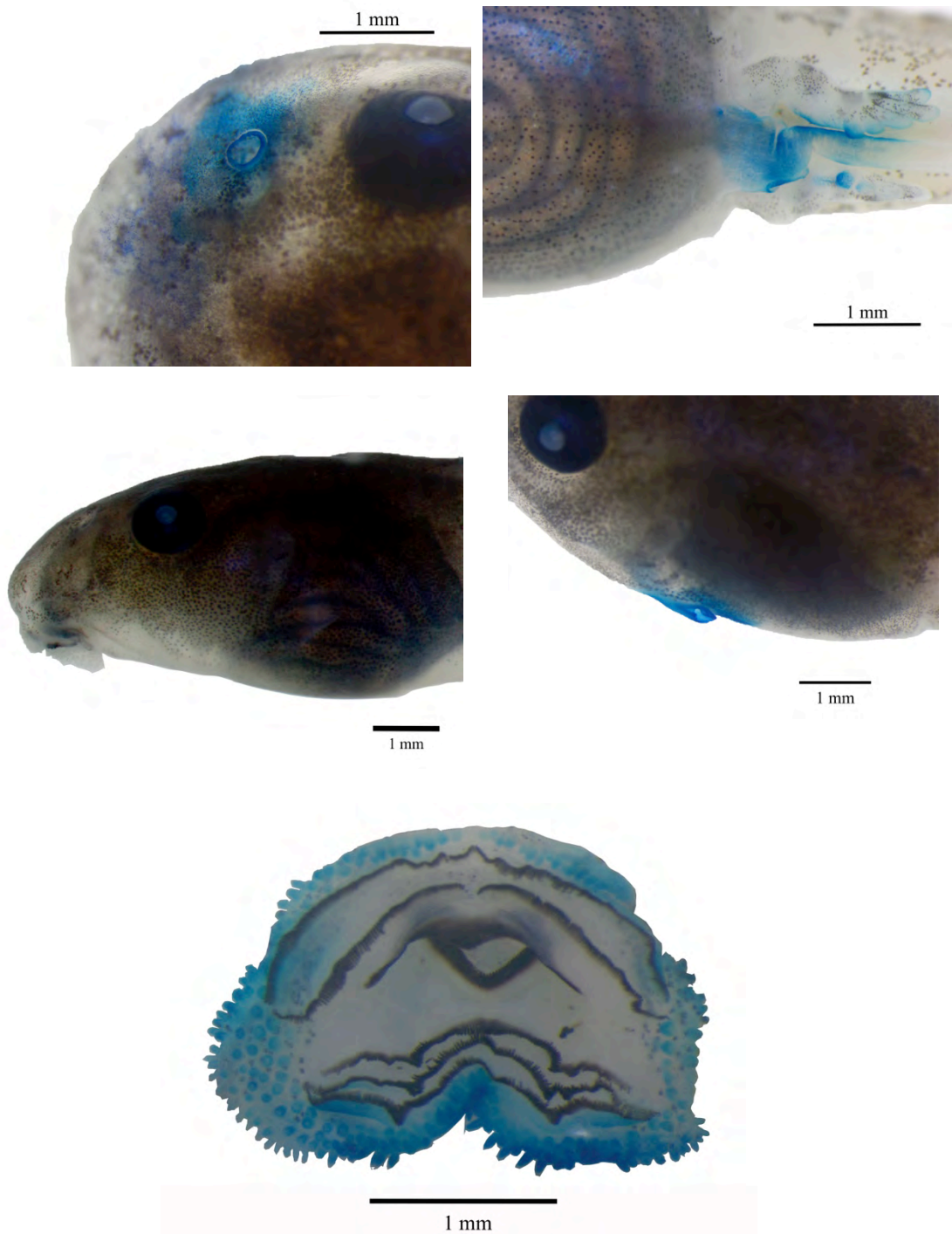
Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização morfológica (estágio 37): o corpo do girino é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figuras A, B). O comprimento do corpo representa 32,3 % do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 76,9% de sua largura. A cauda é mais alta do que a altura do corpo, sendo que a altura do corpo corresponde a 84,6% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsolaterais e seu diâmetro corresponde a 12,9 % do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas do focinho do que dos olhos, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 49,5% da distância entre o olho e o focinho. As narinas são redondas em vista lateral e dorsal (Figura 8D). A distância entre as narinas corresponde a 57,3% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 15,6 % do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, mais longo do que largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 8E). O espiráculo é sinistro, curto, posterodorsalmente posicionado, apresentando forma tubular com sua parede interna totalmente livre em relação ao corpo. A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, mais próxima do tubo ventral do que do focinho (Figura 8F, G). A distância entre o espiráculo e o focinho representa 74% do comprimento corporal. O comprimento da cauda representa 69,3% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no terço final do corpo anterior ao plano de origem da musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é ligeiramente mais alta que a nadadeira ventral. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 63,4% de sua altura. A nadadeira dorsal é levemente curvada e a nadadeira ventral apresenta forma

relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 8H) e corresponde a aproximadamente 51,2% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas bisseriadas posteriormente e uma fileira de papilas unisseriadas lateralmente, sem emarginações e sem lacuna dorsal. O lábio posterior apresenta forma de U invertido. A fórmula dentária é 2(2)/3. O disco oral apresenta fileiras de papilas submarginais. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de M (Figura 8H).

Figura 8 – Imagens do girino de *Scinax albicans* no estágio 37 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 5 – Medidas morfométricas do girino de *Scinax albicans* no estágio 37 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	26,7	CCo/CT	32,3
Comprimento corporal (CCo)	8,6	ACo/LCo	76,9
Largura do corpo (LCo)	5,3	ACo/ACa	84,6
Altura do corpo (ACo)	4,1	DON/CCo	18,3
Comprimento da cauda (CCa)	18,5	DON/DOF	49,5
Altura da cauda (ACa)	4,8	DNF/CCo	15,6
Altura do músculo da cauda (AMCa)	3,1	DEN/DEO	57,3
Largura do músculo da cauda (LMCa)	2,3	DEF/CCo	74,0
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,9	CCa/CT	69,3
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,2	ANV/AND	63,4
Distância entre as narinas (DEN)	2,4	DEN/LCo	40,0
Distância entre os olhos (DEO)	4,2	DEO/LCo	79,2
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	51,2
Diâmetro dos olhos (DO)	1,1	DO/CCo	12,9
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,6	DOF/CCo	37,0
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,4	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	3,2	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	6,4	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,7	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3	-	-

2.2.1.4 *Scinax flavoguttatus* (Lutz & Lutz, 1939)

Coloração (estágio 30): em vista dorsal, o corpo do girino apresenta coloração marrom clara e amarelada, com pequenas manchas douradas espalhadas e uma lúnula bege entre as narinas e os olhos que lembram uma máscara. Em vista lateral, a coloração do corpo do girino se assemelha àquela da coloração dorsal. A cauda apresenta manchas marrons em todo o dorso e nas laterais, na porção média da cauda. É possível observar ao longo da cauda fibras musculares em forma de V com o vértice sempre sobre o eixo médio da musculatura da cauda. As nadadeiras dorsal e ventral apresentam aspecto granitado com manchas douradas e possuem bordas transparentes. A íris e os olhos são dourados com um vermiculado negro na parte externa do olho (Figura 9). Após preservado, o girino passa a apresentar coloração clara e opaca, as manchas douradas do corpo tornam-se marrons, as manchas da cauda e a lúnula desaparecem (Figura 10).

Figura 9 – Imagens do girino de *Scinax flavoguttatus* no estágio 31 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



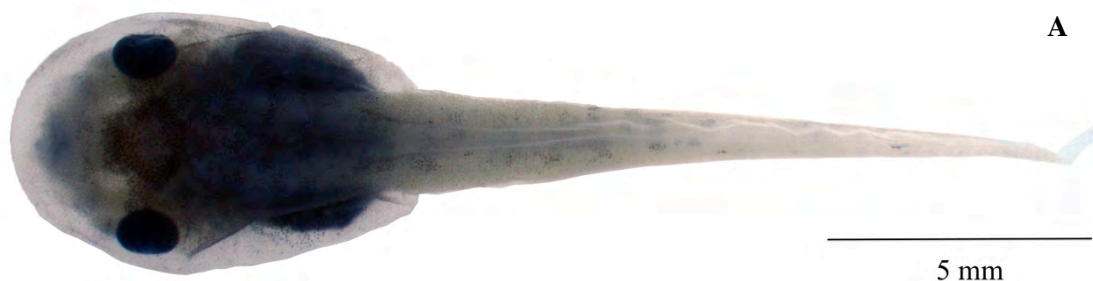
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) lateral; (B); ventral; e (C) disco-oral.

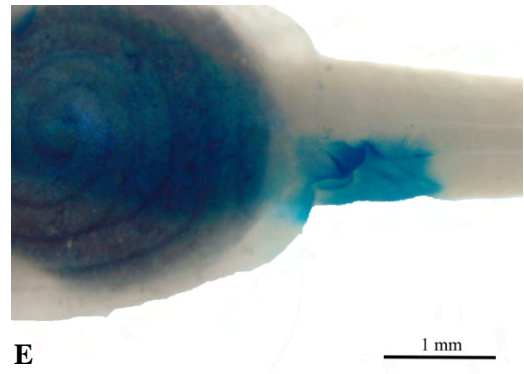
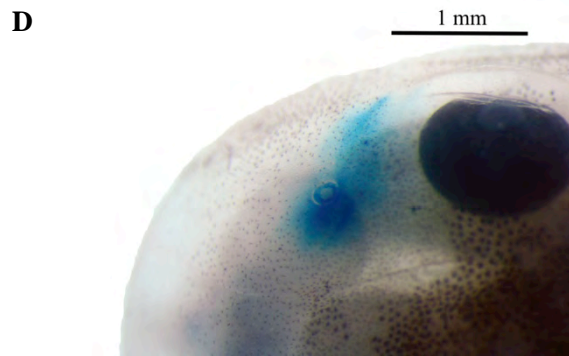
Fotos e edição: O Autor, 2014.

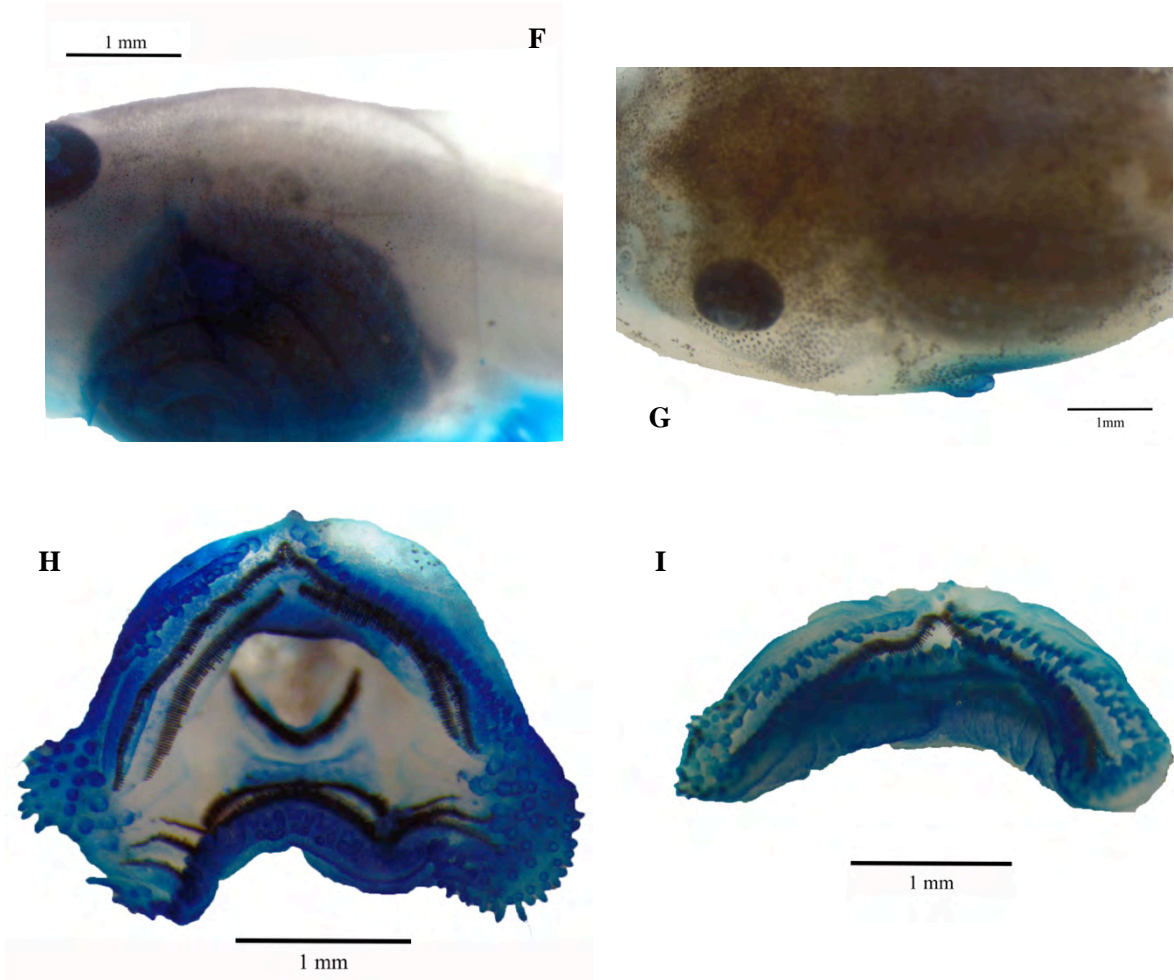
Caracterização morfológica (estágio 31): o corpo do girino é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura 10 A, B). O comprimento do corpo representa 36,3% do comprimento total. O corpo é um pouco mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 97,6% de sua largura. A cauda é mais alta do que a altura do corpo, sendo que a altura do corpo corresponde a 75,9% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsolaterais e seu diâmetro corresponde a 12,3% do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas dos olhos do que do

focinho, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 45,3% da distância entre o olho e o focinho. As narinas são redondas em vista lateral e dorsal (Figura 10D). A distância entre as narinas corresponde a 63,4% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 23,3 % do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, mais longo do que largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 10E). O espiráculo é sinistro, curto, posterodorsalmente posicionado, apresentando forma tubular com sua parede interna conectada ao corpo (Figura 10F, G). A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, mais próxima do tubo ventral do que do focinho. A distância entre o espiráculo e o focinho representa 69% do comprimento corporal. O comprimento da cauda representa 61,3% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal é curva e tem origem no terço final do corpo. A nadadeira ventral é ligeiramente menor do que a nadadeira dorsal e representa 75,9% de sua altura. A nadadeira ventral apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral, não emarginado (Figura 10H) e corresponde a aproximadamente 83,4% da largura do corpo. O lábio anterior é rodeado por três fileiras de papilas marginais e não apresenta lacuna dorsal. O lábio posterior apresenta forma de U invertido e também apresenta três fileiras de papilas marginais (Figura 10H, I). Lateralmente, o disco oral apresenta um aglomerado de papilas marginais e submarginais, totalizando cinco fileiras. A fórmula dentária é 2(2)/3. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de M e a inferior em forma de V (Figura 10H).

Figura 10 – Imagens do girino de *Scinax flavoguttatus* no estágio 28 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.







Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.
Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 6 – Medidas morfométricas do girino de *Scinax flavoguttatus* no estágio 28 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	21,1	CCo/CT	36,3
Comprimento corporal (CCo)	7,7	ACo/LCo	78,9
Largura do corpo (LCo)	4,7	ACo/ACa	75,9
Altura do corpo (ACo)	3,7	DON/CCo	16,3
Comprimento da cauda (CCa)	12,9	DON/DOF	45,3
Altura da cauda (ACa)	4,9	DNF/CCo	23,3
Altura do músculo da cauda (AMCa)	2,9	DEN/DEO	63,4
Largura do músculo da cauda (LMCa)	1,6	DEF/CCo	69,0
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,6	CCa/CT	61,3
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,2	ANV/AND	75,9
Distância entre as narinas (DEN)	2,6	DEN/LCo	55,7
Distância entre os olhos (DEO)	3,9	DEO/LCo	83,4
Diâmetro das narinas (DN)	0,05	LDO/LCo	67,4
Diâmetro dos olhos (DO)	0,9	DO/CCo	12,3
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,3	DOF/CCo	36,0
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,8	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	2,8	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	5,3	-	-
Largura do disco oral (LDO)	3,2	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3	-	-

2.2.2 Família Hylodidae Günther, 1858

2.2.2.1 *Crossodactylus aeneus* Müller, 1924

Coloração (estágio 31): em vista dorsal, o corpo do girino apresenta cor marrom escura com alguns pontos pretos e pequenas manchas douradas espalhadas pelo corpo, sendo que as últimas conferem um aspecto granitado ao corpo do girino. Lateralmente, a coloração do corpo do girino se assemelha com a coloração dorsal, exceto pela ausência dos pontos pretos e pela presença de duas manchas douradas de forma quase circular, uma de cada lado do corpo. A cauda apresenta manchas douradas e marrons que se alternam na região dorsal do início até o final da cauda. Lateralmente, a cauda apresenta coloração bege com manchas marrom, um aspecto marmoreado e também é possível observar o padrão de manchas do dorso da cauda e uma linha vermelha no primeiro terço do eixo médio da musculatura da cauda. A nadadeira dorsal apresenta manchas marrons e a nadadeira ventral apresenta manchas douradas, ambas conferindo um aspecto marmoreado. Ambas as nadadeiras possuem bordas transparentes. A íris e os olhos são dourados e essa coloração se estende, em forma

vermiculada, para a parte externa do olho que apresenta algumas partes de cor negra (Figura 11). Após preservado, o girino passa a apresentar coloração marrom e bege claros, sendo que as manchas douradas do corpo tornam-se marrons e as manchas da cauda desaparecem (Figura 11).

Figura 11 – Imagens do girino de *Crossodactylus aeneus* no estágio 31 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) laterodorsal; e (B) lateral.

Fotos e edição: O Autor, 2014.

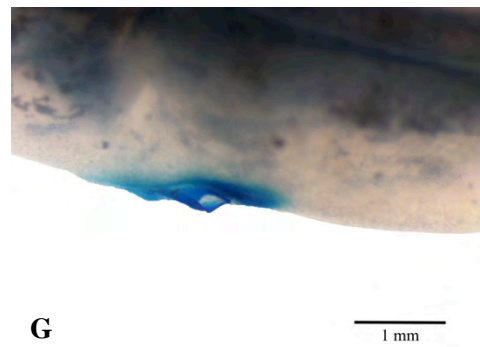
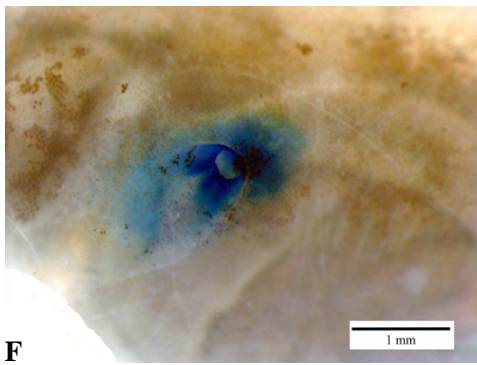
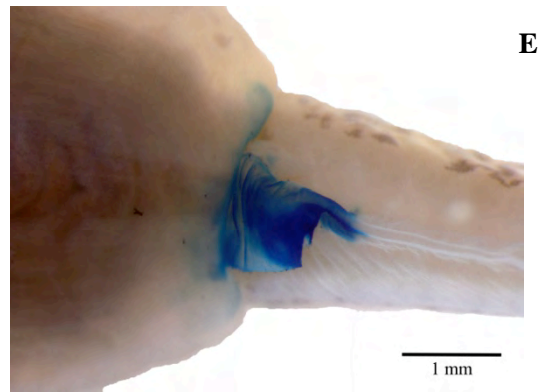
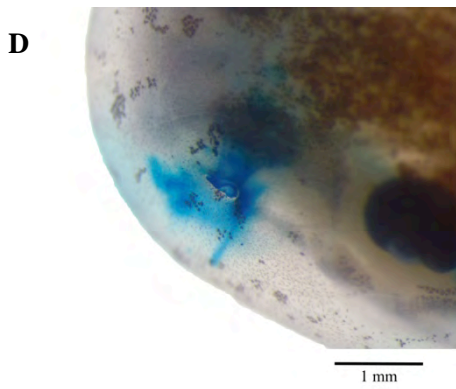
Caracterização morfológica (estágio 31): o corpo do girino é robusto e alongado, elíptico em vista dorsal e lateral (Figura 12 A, B). O comprimento do corpo representa 33,8% do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 78,3% de sua largura. A altura do corpo é suavemente menor do que a altura da cauda e equivale aproximadamente a 99,1% da altura do corpo. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsalmente posicionados, lateralmente direcionados e seu diâmetro corresponde a 15,9% do comprimento do corpo. As narinas são mais próximas do focinho, sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 58,4% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma redonda em vista lateral e reniforme em vista dorsal devido a presença de uma projeção de pele de formato triangular na borda mais interna das narinas (Figura 12D). As narinas são dorsalmente posicionadas,

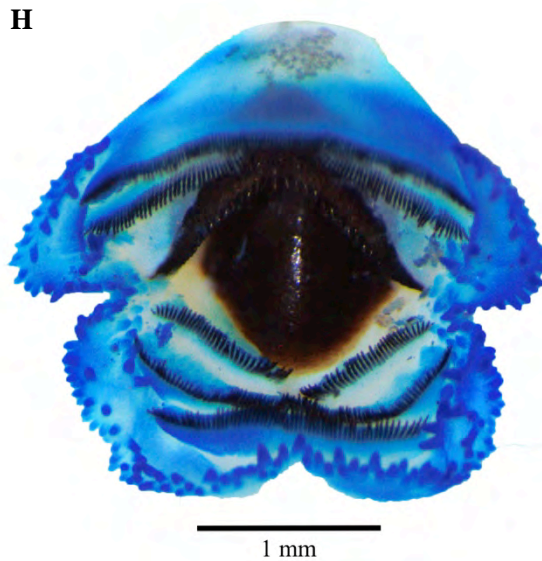
lateralmente posicionadas e distam entre si 71,3% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 13,2% do comprimento do corpo. O tubo ventral é médio, sua abertura é destra e encontra-se anexado à nadadeira ventral (Figura 12E). O espiráculo é sinistro e apresenta forma tubular. A localização do espiráculo é dorsolateral e sua abertura encontra-se aproximadamente no meio do corpo, ligeiramente mais próxima do tubo ventral do que do focinho sendo que a distância da abertura do espiráculo em relação ao focinho corresponde a 53,8% do comprimento corporal. A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, com a parede interna totalmente conectada a parede do corpo, apresentando uma pequena crista (Figura 12F, G). O comprimento da cauda é de 68,4% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no mesmo plano da musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é ascendente no terço inicial da cauda, tornando-se reta na porção média e descendente no seu terço final. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 68,8% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão, tornando-se curva no terço final da cauda. O disco oral é ventral (Figura 12H) e corresponde a aproximadamente 40% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas unisseriadas, com uma grande lacuna dorsal. O disco oral apresenta pregas laterais dividindo os lábios superior e inferior, e uma prega no meio do lábio inferior conferindo a forma de V invertido. A fórmula dentária é 2(2)/3(1). As papilas submargnais estão presentes nas partes laterais internas do disco oral. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 12H).

Figura 12 – Imagens do girino de *Crossodactylus aeneus* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

A







Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 7 – Medidas morfométricas do girino de *Crossodactylus aeneus* no estágio 31 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	39,3	CCo/CT	33,8
Comprimento corporal (CCo)	13,3	ACo/LCo	78,3
Largura do corpo (LCo)	7,3	ACo/ACa	99,1
Altura do corpo (ACo)	5,7	DON/CCo	15,9
Comprimento da cauda (CCa)	26,9	DON/DOF	58,4
Altura da cauda (ACa)	5,7	DNF/CCo	13,2
Altura do músculo da cauda (AMCa)	3,0	DEN/DEO	71,3
Largura do músculo da cauda (LMCa)	2,3	DEF/CCo	53,8
Altura da nadadeira dorsal (AND)	2,2	CCa/CT	68,4
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,5	ANV/AND	68,8
Distância entre as narinas (DEN)	2,7	DEN/LCo	45,5
Distância entre os olhos (DEO)	3,8	DEO/LCo	52,8
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	40,0
Diâmetro dos olhos (DO)	1,0	DO/CCo	7,8
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	2,1	DOF/CCo	27,3
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,8	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	3,6	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	7,2	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,9	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

2.2.2.2 *Hylodes asper* (Müller, 1924)

Coloração (estágio 31): em vida, o corpo do girino é marrom e apresenta pequenas manchas douradas, conferindo um aspecto granitado, e pontos pretos tanto no dorso quanto nos flancos. Nos dois lados do corpo, a frente do espiráculo, há dois pontos de cor branca. Ao longo da musculatura da cauda, pode-se observar os pontos pretos em vista lateral assim como as duas listras de cor dourada que se estendem no primeiro terço da cauda. As nadadeiras dorsal e ventral apresentam manchas marrons que conferem um aspecto marmoreado, sendo estas mais intensas na nadadeira dorsal. Ambas as nadadeiras apresentam bordas transparentes. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas, tanto no corpo quanto na cauda. A íris é dourada e esta coloração se estende de forma vermiculada e menos intensa para a parte externa do olho que é predominantemente negra (Figura 13). Após preservado, o corpo do girino ainda apresenta coloração marrom, sendo que todos os pontos pretos, brancos e manchas douradas desaparecem. Na cauda, as manchas marrons desaparecem e as manchas douradas no terço inicial da cauda tornam-se de cor creme em vista dorsal e marrom em vista lateral (Figura 14).

Figura 13 – Imagens do girino de *Hylodes asper* no estágio 30 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

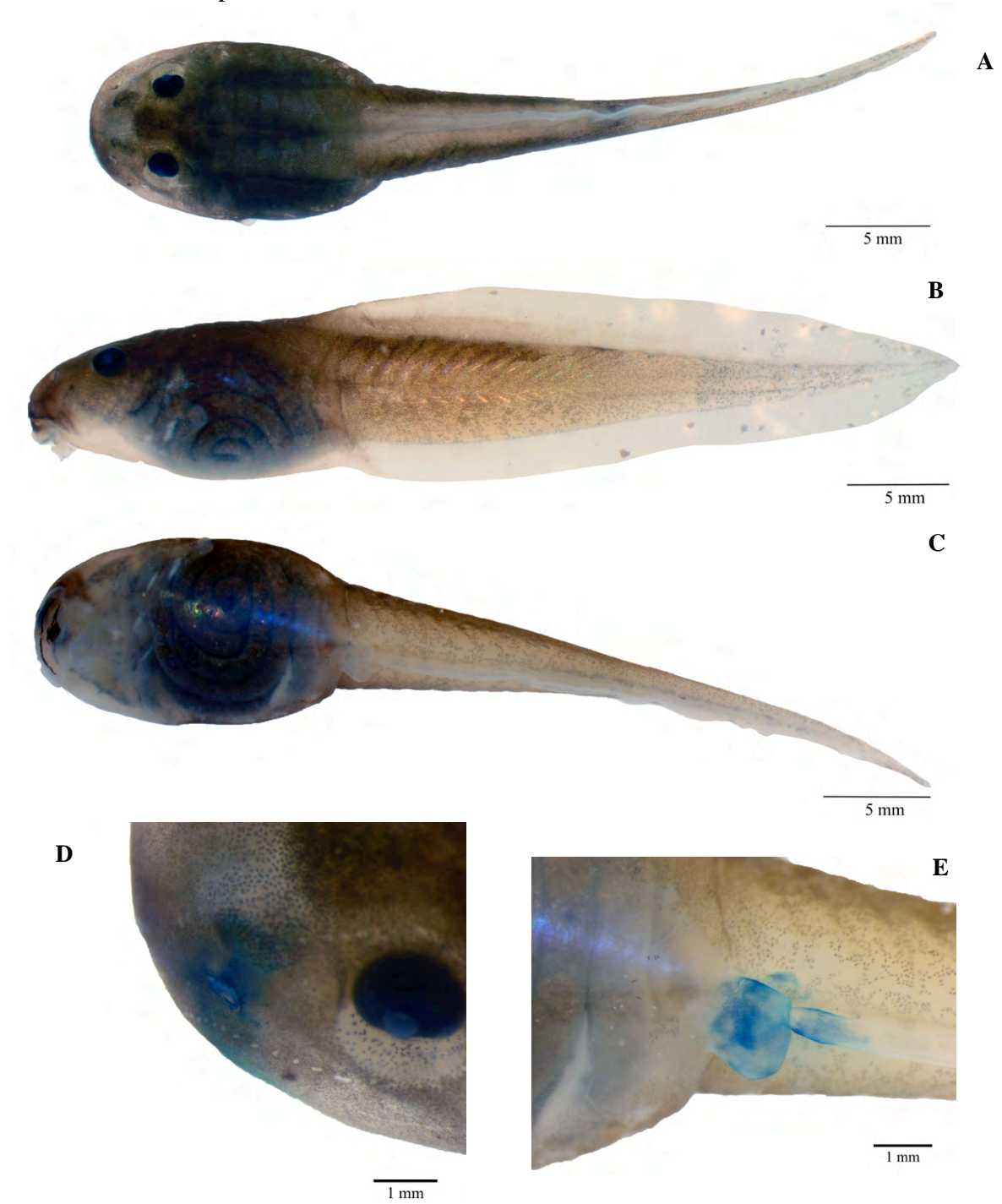


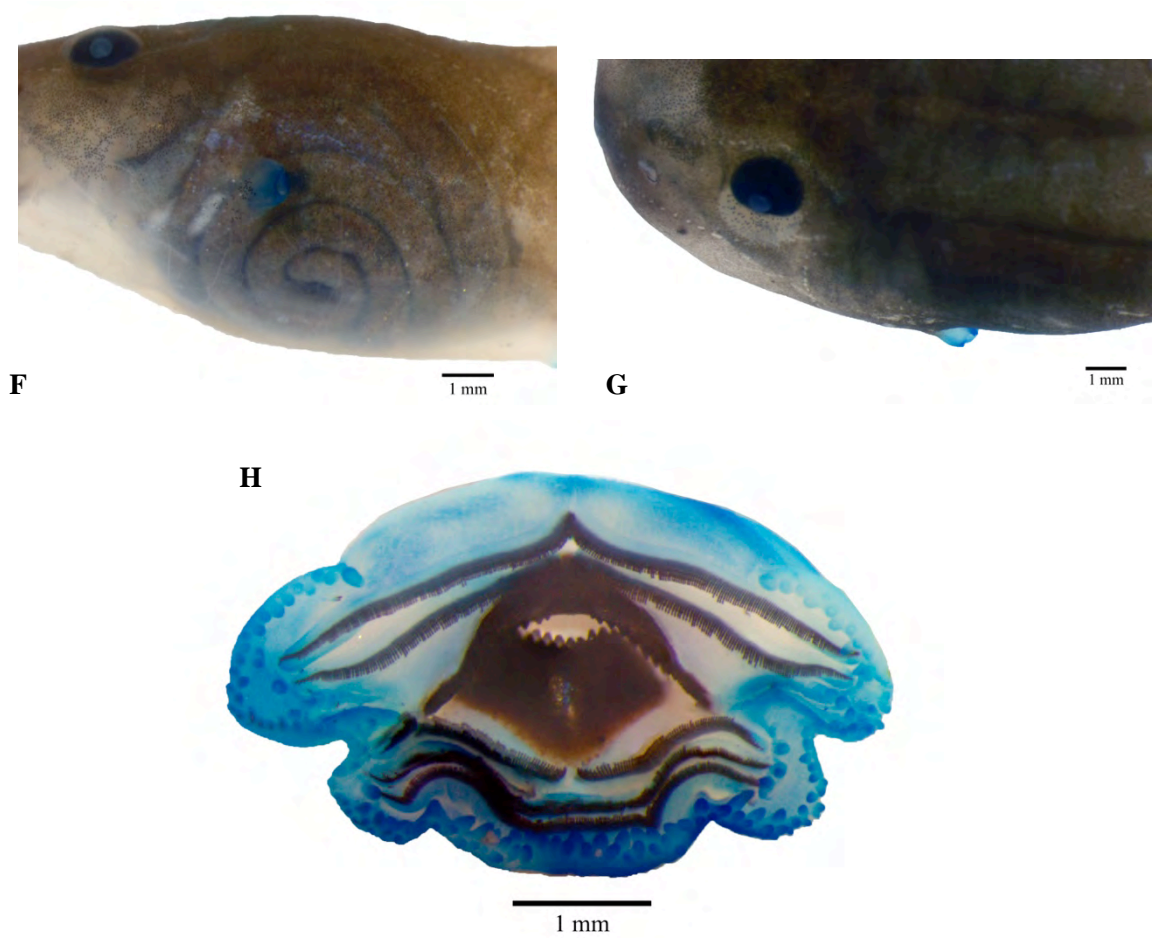
Legenda: A foto correspondem a imagem do girino em vida em vista lateral.
Foto: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização morfológica (estágio 25): o corpo do girino é robusto e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura 14A, B). O comprimento do corpo representa 30,2% do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 79,5% de sua largura. A altura do corpo é menor que a altura da cauda e representa 67,2% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos estão dorsolateralmente localizados e seu diâmetro corresponde a 10,1% do comprimento do corpo.

As narinas são mais próximas do focinho do que dos olhos sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 64,2% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma elíptica em vista lateral e dorsal e apresentam uma projeção de pele margeando toda a extensão da borda das narinas (Figura 14D). As narinas são anterolaterais e a distância entre si corresponde a 77,5% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 10,4% do comprimento do corpo. O tubo ventral é curto, sua abertura é destra, ampla e encontra-se anexada à nadadeira ventral, sendo o tubo um pouco mais longo do que largo (Figura 14E). O espiráculo é sinistro, apresenta forma tubular e é curto. O espiráculo é dorsolateral e sua abertura localiza-se mais próxima do tubo ventral do que do focinho, sendo que sua distância em relação ao focinho corresponde a 63,4% do comprimento corporal. A abertura do espiráculo é voltada para parte posterior, com a parede interna da abertura do tubo totalmente solta do corpo (Figura 14F, G). O comprimento da cauda é de 68,6% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem na junção do corpo com a musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é inicialmente ascendente, tornando-se reta e paralela a musculatura até o final da cauda. A altura da nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 75,4% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 14H) e corresponde a aproximadamente 61,9% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas bisseriadas no lábio posterior e uma fileira no lábio anterior. O lábio anterior apresenta uma ampla lacuna dorsal; o lábio posterior apresenta duas pregas deixando-o com forma de W. As papilas submarginais estão presentes na lateral do lábio anterior até o bico córneo, no lábio posterior ao lado das duas últimas fileiras de dentículos e estão ausentes nas laterais do disco oral. A fórmula dentária é 2(2)/3(1). As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 14H).

Figura 14 – Imagens do girino de *Hylodes asper* no estágio 25 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.
 Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 8 – Medidas morfométricas do girino de *Hylodes asper* no estágio 25 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	46,5	CCo/CT	30,2
Comprimento corporal (CCo)	14,0	ACo/LCo	79,5
Largura do corpo (LCo)	7,8	ACo/ACa	67,2
Altura do corpo (ACo)	6,2	DON/CCo	19,1
Comprimento da cauda (CCa)	31,8	DON/DOF	64,2
Altura da cauda (ACa)	9,2	DNF/CCo	10,4
Altura do músculo da cauda (AMCa)	5,6	DEN/DEO	77,5
Largura do músculo da cauda (LMCa)	3,6	DEF/CCo	63,4
Altura da nadadeira dorsal (AND)	2,6	CCa/CT	68,6
Altura da nadadeira ventral (ANV)	2,0	ANV/AND	75,4
Distância entre as narinas (DEN)	3,9	DEN/LCo	49,5
Distância entre os olhos (DEO)	5,0	DEO/LCo	64,0
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	61,9
Diâmetro dos olhos (DO)	1,4	DO/CCo	10,1
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	2,7	DOF/CCo	29,7
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,5	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	4,2	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	8,9	-	-
Largura do disco oral (LDO)	4,8	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

2.2.2.3 *Hylodes charadranaetes* Heyer & Cocroft, 1986

Coloração (estágio 39): em vida, o corpo do girino apresenta cor marrom escura com pequenas manchas douradas conferindo um aspecto granitado e pontos marrons espalhados pelo dorso e pelos flancos. Nos dois lados do corpo, há pontos brancos na região a frente do espiráculo. A musculatura da cauda apresenta muitas manchas marrons, presentes em forma de pontos nas nadadeiras dorsal e menos intensamente na nadadeira ventral, conferindo um aspecto marmoreado a coloração da cauda. Em vista dorsal as manchas marrons se alternam com pequenas manchas douradas. As bordas das nadadeiras dorsal e ventral são transparentes. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas, principalmente no corpo e menos intensamente na cauda. A íris é dourada e esta coloração se estende de forma vermiculada e menos intensa para a parte externa do olho que é predominantemente negra (Figura 15). Após preservado, o corpo do girino passa a apresentar coloração marrom e bege escuras e as manchas marrom e douradas desaparecem, mas as

manchas brancas no primeiro terço do corpo permanecem visíveis. A cauda apresenta cor bege clara e as manchas marrons permanecem visíveis (Figura 16).

Figura 15 – Imagens do girino de *Hylodes charadranaetes* no estágio 39 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) laterodorsal; e (B) lateral.

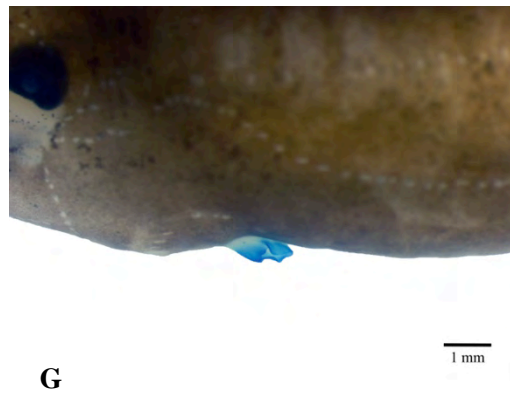
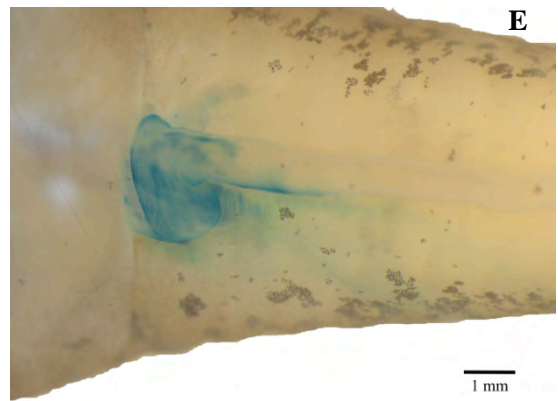
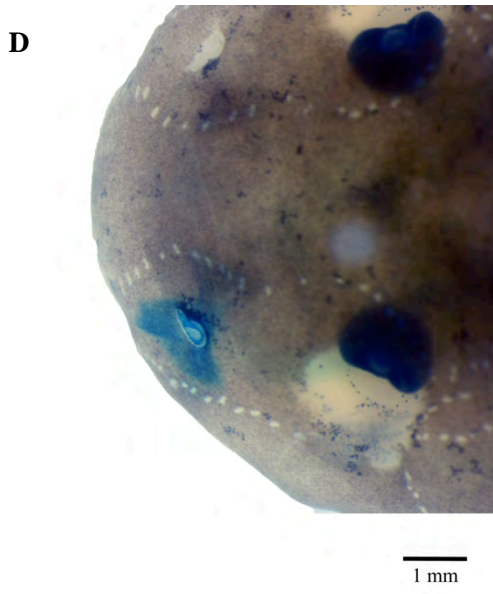
Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

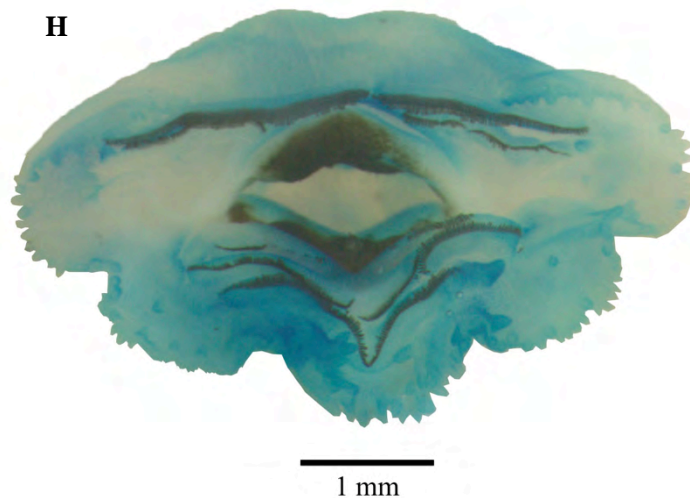
Caracterização morfológica (estágio 31): o corpo do girino é robusto e ovoide em vista dorsal e lateral (Figura 16A, B). O comprimento do corpo representa 31,9% do comprimento total. O corpo é um pouco mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 86,0% de sua largura. A altura do corpo é um pouco menor que a altura da cauda e representa 92,1% da altura da cauda. O focinho é muconado em vista dorsal e truncado em vista lateral. Os olhos estão dorsolateralmente localizados e seu diâmetro corresponde a 9,1% do comprimento do corpo. As narinas são mais próximas do focinho do que dos olhos sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 69,5% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma redonda em vista lateral e reniforme em vista dorsal devido a presença de uma projeção de pele de formato triangular na borda mais interna das narinas. Existem projeções de pele menos acentuadas ao redor de toda a borda das narinas

(Figura 16D). As narinas são anterolaterais e a distância entre si corresponde a 72,2% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 6,9% do comprimento do corpo. O espiráculo é sinistro, apresenta forma tubular e é curto. O espiráculo é dorsolateral e sua abertura localiza-se aproximadamente no meio do corpo, sendo que sua distância em relação ao focinho corresponde a 51,5% do comprimento corporal. O tubo ventral é curto, sua abertura é destra, ampla e encontra-se anexada à nadadeira ventral, sendo o tubo um pouco mais longo do que largo (Figura 16E). A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, com a parede interna da abertura do tubo totalmente solta da parede do copo que é mais próxima do focinho do que da abertura do tubo ventral (Figura 16 F, G). O comprimento da cauda é de 67,6% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no mesmo plano da musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é inicialmente ascendente, tornando-se arqueada e descendente no seu final. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 65% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 16H) e corresponde a aproximadamente 41,3% da largura do corpo. O lábio anterior apresenta uma fileira de papilas marginais unisseriadas, apresentando uma ampla lacuna dorsal. O lábio posterior apresenta três fileiras de papilas marginais. As papilas submarginais são esparsas e estão presentes lateralmente nos lábios anterior e posterior. O lábio posterior apresenta duas pregas deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é 2(2)/3(1). As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de M e a inferior em forma de V (Figura 16H).

Figura 16 – Imagens do girino de *Hylodes charadranaetes* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.







Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 9 – Medidas morfométricas do girino de *Hylodes charadranaetes* no estágio 31 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	59,3	CCo/CT	31,9
Comprimento corporal (CCo)	18,9	ACo/LCo	86,0
Largura do corpo (LCo)	12,3	ACo/ACa	92,1
Altura do corpo (ACo)	10,6	DON/CCo	15,4
Comprimento da cauda (CCa)	40,1	DON/DOF	69,5
Altura da cauda (ACa)	11,5	DNF/CCo	6,9
Altura do músculo da cauda (AMCa)	8,5	DEN/DEO	72,2
Largura do músculo da cauda (LMCa)	5,8	DEF/CCo	51,5
Altura da nadadeira dorsal (AND)	3,4	CCa/CT	67,6
Altura da nadadeira ventral (ANV)	2,2	ANV/AND	65,0
Distância entre as narinas (DEN)	4,3	DEN/LCo	35,2
Distância entre os olhos (DEO)	6,0	DEO/LCo	48,7
Diâmetro das narinas (DN)	0,4	LDO/LCo	41,3
Diâmetro dos olhos (DO)	1,7	DO/CCo	9,1
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	2,9	DOF/CCo	22,2
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,3	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	4,2	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	9,7	-	-
Largura do disco oral (LDO)	5,1	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

2.2.2.4 *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912)

Coloração (estágio 30): em vida, o corpo do girino apresenta cor marrom escura com

pequenas manchas douradas conferindo um aspecto granitado e pontos marrons espalhados pelo dorso e pelos flancos. Nos dois lados do corpo, há pontos brancos na região a frente do espiráculo. A musculatura da cauda apresenta pequenas manchas marrons, mais intensas no terço inicial da musculatura da cauda. A partir deste ponto, as manchas tornam-se menores na musculatura e se espalham pelas nadadeiras, principalmente a dorsal e conferem um aspecto marmoreado à cauda. Em vista dorsal, as manchas marrons se alternam com manchas douradas que tornam-se menores ao longo da cauda. As bordas das nadadeiras dorsal e ventral são transparentes. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas, principalmente no corpo e menos intensamente na cauda. A íris é dourada e esta coloração se estende de forma vermiculada e menos intensa para a parte externa do olho que é predominantemente negra (Figura 17). Após preservado, o corpo do girino passa a apresentar coloração marrom e bege escuras e as manchas brancas e douradas desaparecem, mas algumas manchas marrons permanecem visíveis. A cauda apresenta cor bege clara, as manchas marrons na musculatura e nas nadadeiras permanecem visíveis e as manchas douradas em vista dorsal assumem uma coloração bege clara (Figura 18).

Figura 17 – Imagens do girino de *Hylodes lateristrigatus* no estágio 30 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



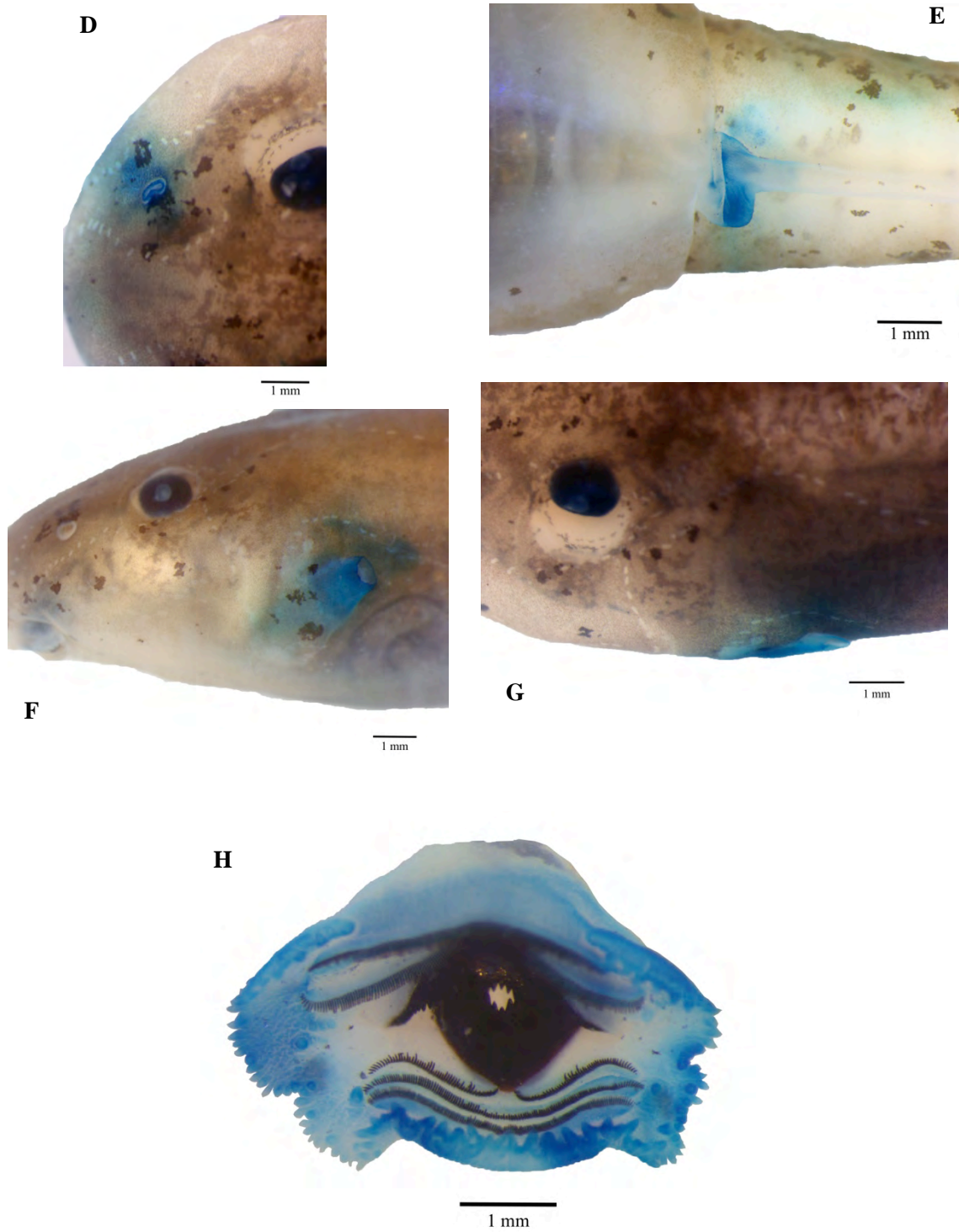
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) laterodorsal; e (B) lateral.

Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização do girino (estágio 26): o corpo é robusto, elíptico e alongado em vista dorsal e lateral (Figura 18 A, B). O comprimento do corpo representa 34,4% do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 75,1% de sua largura. A altura do corpo é menor do que a altura da cauda e representa 65,4% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos estão dorsalmente localizados e seu diâmetro corresponde a 6,0% do comprimento do corpo. As narinas são mais próximas do focinho do que dos olhos sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 64,8% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma redonda em vista lateral e reniforme em vista dorsal devido à presença de uma projeção de pele de formato triangular na borda mais interna das narinas (Figura 18D). As narinas são dorsolaterais e a distância entre si corresponde a 76,6% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 7,6% do comprimento do corpo. O tubo ventral é médio, mais longo do que largo, sua abertura é destra e encontra-se anexado à nadadeira ventral (Figura 18E). O espiráculo é sinistro, apresenta forma tubular, é relativamente longo e sua parede interna é livre da parede do corpo (Figura 18F, G). O espiráculo é dorsolateral, sua abertura localiza-se aproximadamente no meio do corpo, um pouco mais próximo do focinho do que do tubo ventral, sendo que sua distância em relação ao focinho corresponde a 49,1% do comprimento corporal. A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, com a parede interna da abertura do tubo totalmente solta da parede do corpo. O comprimento da cauda é de 64,3% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem na junção do corpo com a musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é inicialmente ascendente, curva tornando-se reta na porção média e descendente no seu final. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 66,1% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 18H) e corresponde a aproximadamente 42,7% da largura do corpo; o lábio anterior é rodeado por uma fileira de papilas bisseriadas, com uma ampla lacuna dorsal; o lábio posterior também é rodeado por fileira de papilas marginais bisseriadas, apresentando duas pregas e deixando-o com forma de W. As papilas submarginais são esparsas e estão presentes lateralmente nos lábios anterior e posterior. A fórmula dentária é $2(2)/3(1)$. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de M e a inferior em forma de V (Figura 18H).

Figura 18 – Imagens do girino de *Hylodes lateristrigatus* no estágio 26 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 10 – Medidas morfométricas do girino de *Hylodes lateristrigatus* no estágio 26 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	58,6	CCo/CT	34,4
Comprimento corporal (CCo)	20,2	ACo/LCo	75,1
Largura do corpo (LCo)	11,9	ACo/ACa	65,4
Altura do corpo (ACo)	8,9	DON/CCo	15,2
Comprimento da cauda (CCa)	37,7	DON/DOF	64,8
Altura da cauda (ACa)	13,7	DNF/CCo	7,6
Altura do músculo da cauda (AMCa)	6,5	DEN/DEO	76,6
Largura do músculo da cauda (LMCa)	5,7	DEF/CCo	49,1
Altura da nadadeira dorsal (AND)	4,8	CCa/CT	64,3
Altura da nadadeira ventral (ANV)	3,2	ANV/AND	66,1
Distância entre as narinas (DEN)	4,3	DEN/LCo	36,3
Distância entre os olhos (DEO)	5,6	DEO/LCo	47,4
Diâmetro das narinas (DN)	0,3	LDO/LCo	42,7
Diâmetro dos olhos (DO)	1,2	DO/CCo	6,0
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	3,1	DOF/CCo	23,5
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,5	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	4,7	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	9,9	-	-
Largura do disco oral (LDO)	5,1	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

2.2.2.5 *Hylodes pipilans* Canedo & Pombal, 2007

Coloração (estágio 31): em vida, o corpo do girino apresenta cor marrom clara com pequenas manchas marrons espalhadas pelo dorso e pelos flancos. Nos dois lados do corpo, há pontos brancos na região a frente do espiráculo. Na musculatura da cauda as manchas marrons tornam-se maiores e mais intensas após o terço inicial da musculatura da cauda. A as manchas marrons se espalham pelas nadadeiras, principalmente a dorsal e conferem um aspecto marmoreado à cauda e o restante do girino. Não há nenhum padrão de manchas na cauda em vista dorsal, apenas manchas marrons espalhadas aleatoriamente. Os poros da linha lateral são evidentes e apresentam-se como linhas esbranquiçadas no corpo e na cauda. A íris é dourada e esta coloração se estende de forma vermiculada e menos intensa para a parte externa do olho que é predominantemente negra (Figura 19). Após preservado, o corpo do girino passa a apresentar coloração marrom e bege escuras e as manchas brancas desaparecem e as manchas marrons tornam-se menos intensas, principalmente no corpo, permanecem visíveis. A cauda apresenta cor bege clara, as manchas marrons na musculatura e nas

nadadeiras permanecem visíveis (Figura 20).

Figura 19 – Imagens do girino de *Hylodes pipilans* no estágio 31 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

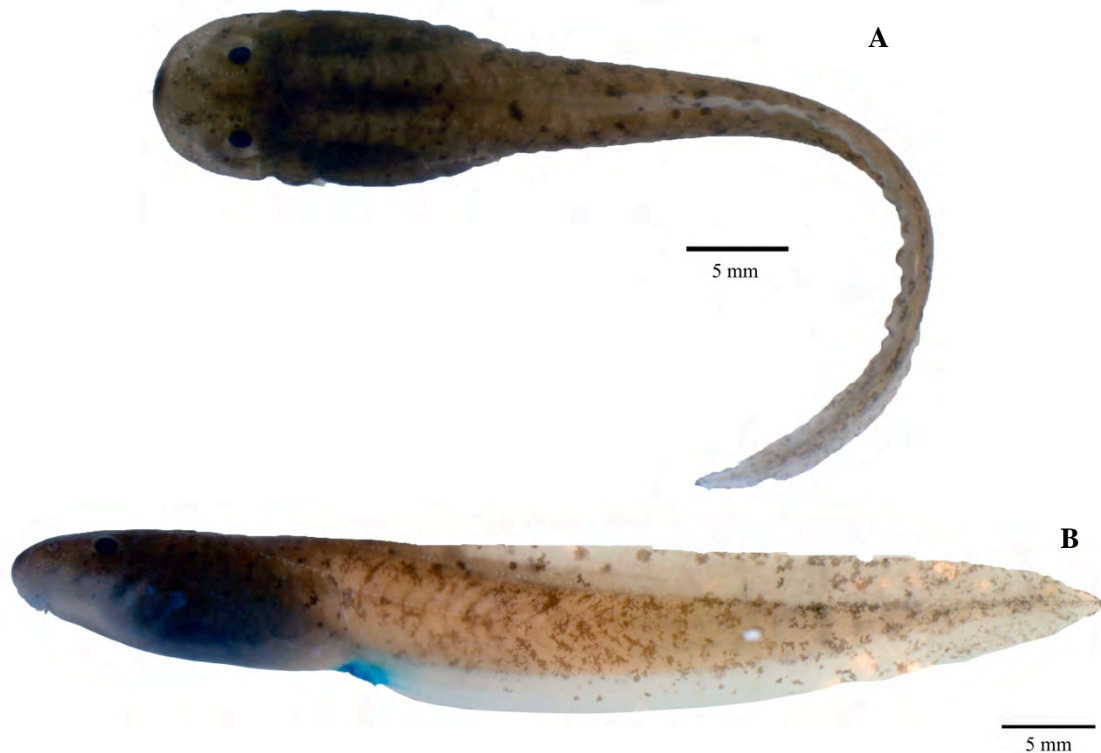


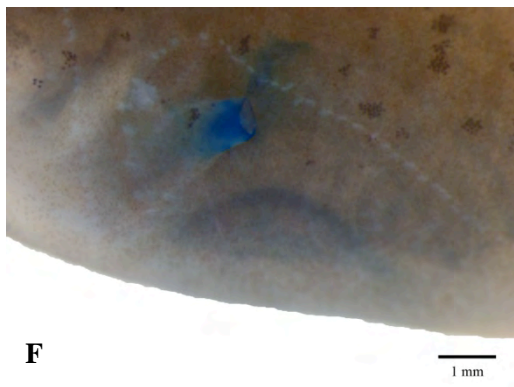
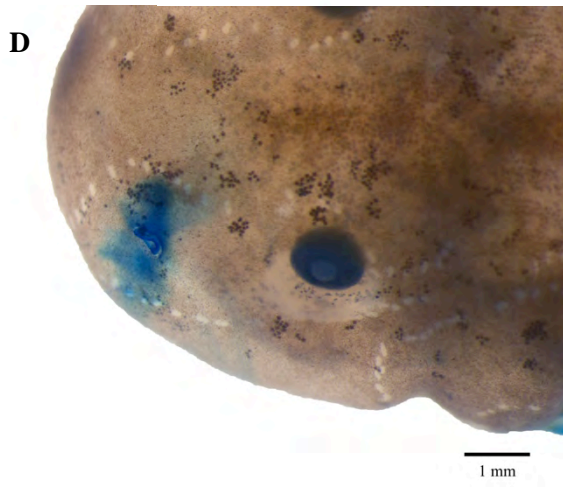
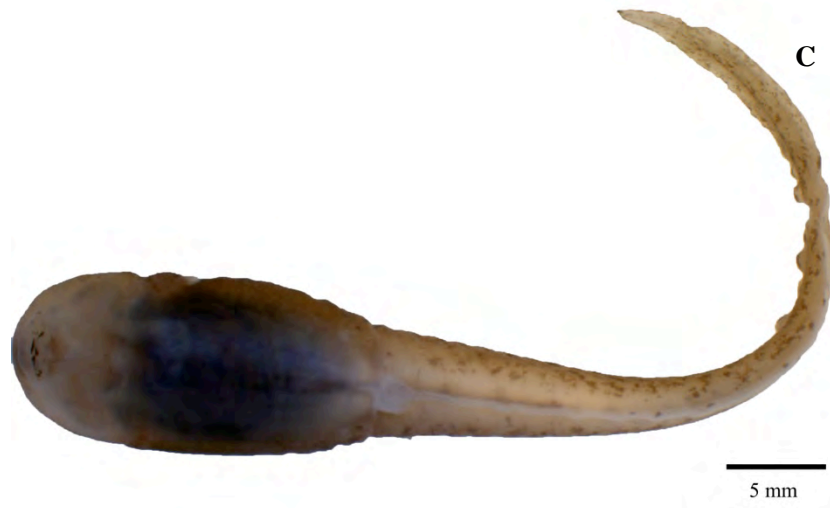
Legenda: A foto corresponde a imagem do girino em vida em vista lateral.
Foto: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

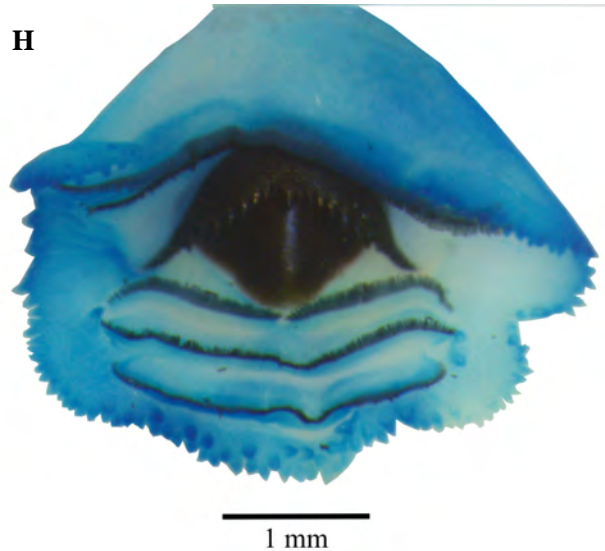
Caracterização morfológica (estágio 27): o corpo do girino é robusto, elíptico e alongado em vista dorsal e lateral (Figura 20A, B). O comprimento do corpo representa 29,1% do comprimento total. O corpo é um pouco mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 74,7% de sua largura. A altura do corpo é 73,5% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos estão dorsalmente localizados e seu diâmetro corresponde a 7,1% do comprimento do corpo. As narinas são mais próximas do focinho do que dos olhos sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 65,5% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma redonda em vista lateral e reniforme em vista dorsal devido à presença de uma projeção de pele de formato triangular na borda mais interna das narinas (Figura 20D). As narinas são dorsolaterais e a distância entre si corresponde a 89% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 12,0% do comprimento do corpo. O tubo ventral é médio, mais longo do que largo, sua abertura é destra e encontra-se anexado à nadadeira ventral. O espiráculo é sinistro, apresenta forma tubular, é relativamente longo e sua parede interna é livre da parede do corpo (Figura 20E). O espiráculo é dorsolateral, sua abertura localiza-se aproximadamente no meio do corpo, sendo que sua distância em relação ao focinho corresponde a 51,3% do comprimento corporal. A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, com a parede interna da abertura do tubo totalmente livre da parede do corpo que é suavemente mais próxima do focinho do que do tubo ventral (Figura F, G). O comprimento da cauda é de 74,8% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem na musculatura da cauda, pouco antes da junção entre a musculatura da cauda e o corpo; a nadadeira dorsal é inicialmente ascendente, tornando-se reta na porção média e descendente

no seu final. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 66,4% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ântero-ventral (Figura 20H) e corresponde a aproximadamente 46,2% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas bisseriadas, com uma lacuna dorsal e com duas pregas no lábio posterior deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é 2(2)/3(1). As papilas submarginais são esparsas e estão presentes no lábio anterior e posterior. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 20H).

Figura 20 – Imagens do girino de *Hylodes pipilans* no estágio 27 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.







Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 11 – Medidas morfométricas do girino de *Hylodes pipilans* no estágio 27 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	58,3	CCo/CT	26,6
Comprimento corporal (CCo)	14,3	ACo/LCo	74,7
Largura do corpo (LCo)	8,8	ACo/ACa	73,5
Altura do corpo (ACo)	6,5	DON/CCo	18,8
Comprimento da cauda (CCa)	40,3	DON/DOF	65,5
Altura da cauda (ACa)	8,9	DNF/CCo	12,0
Altura do músculo da cauda (AMCa)	5,2	DEN/DEO	89,0
Largura do músculo da cauda (LMCa)	4,3	DEF/CCo	54,5
Altura da nadadeira dorsal (AND)	2,4	CCa/CT	74,8
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,6	ANV/AND	66,4
Distância entre as narinas (DEN)	3,7	DEN/LCo	61,8
Distância entre os olhos (DEO)	4,2	DEO/LCo	47,6
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	46,2
Diâmetro dos olhos (DO)	1,0	DO/CCo	7,1
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	2,7	DOF/CCo	28,7
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,7	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	4,1	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	7,8	-	-
Largura do disco oral (LDO)	4,1	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

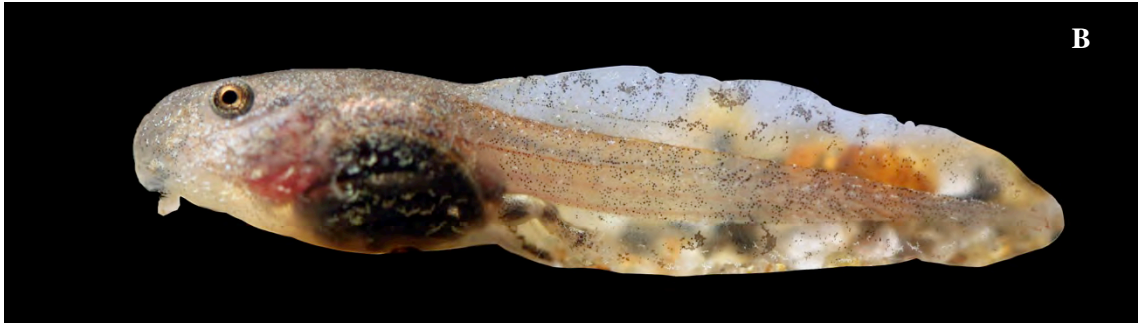
2.2.3 Família Leptodactylidae Bonaparte, 1850

2.2.3.1 *Physalaemus signifer* (Girard, 1853)

Coloração (estágio 38): em vida, o corpo do girino apresenta um tom acinzentado tanto em vista dorsal, quanto lateral, conferida por pequenos pontos que se espalham principalmente pelo dorso do corpo e tornam-se menos intensos nos flancos. Estes pontos também conferem um aspecto granitado ao corpo do girino. A musculatura da cauda apresenta coloração bege claro e pontos brancos e pequenas manchas marrons, conferindo um leve aspecto marmoreado à musculatura da cauda. Nas nadadeiras, principalmente a dorsal, observa-se algumas manchas marrons, maiores do que as manchas presentes na musculatura, que também conferem um aspecto marmoreado às nadadeiras. As bordas das nadadeiras são transparentes. A íris e os olhos do girino são dourados e apresentam um vermiculado preto nas partes externas do olho (Figura 21). Após preservado, o corpo do girino apresenta coloração bege acinzentado. Algumas poucas manchas permanecem visíveis no corpo e tornam-se mais evidentes na cauda (Figura 22).

Figura 21 – Imagens do girino de *Physalaemus signifer* no estágio 38 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





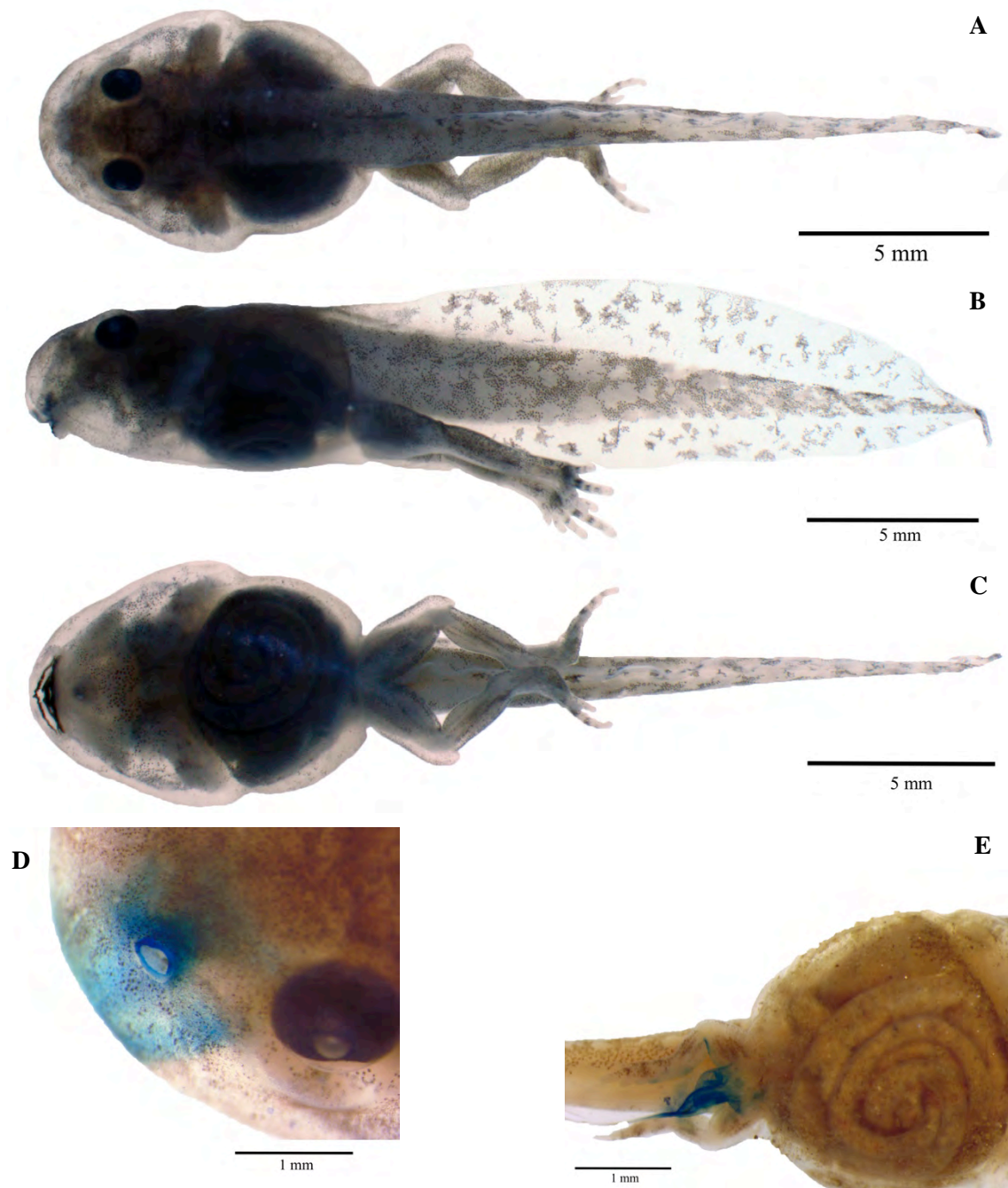
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) laterodorsal; e (B) lateral.

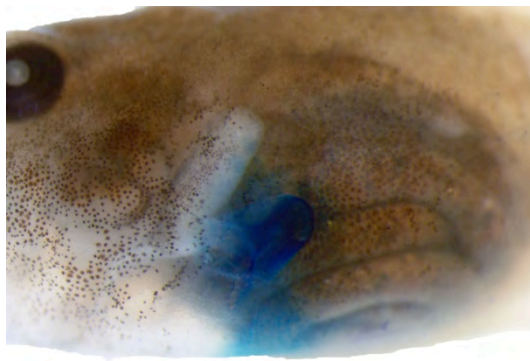
Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização do girino (estágio 40): o corpo é robusto, elíptico e alongado em vista dorsal e lateral (Figura 22A, B). O comprimento do corpo representa 34,8% do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 64% de sua largura. A cauda é mais alta do que a altura do corpo, sendo que a altura do corpo representa 85,4% da altura da cauda. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos estão dorsalmente localizados e seu diâmetro corresponde a 9,8% do comprimento do corpo. As narinas são mais próximas do focinho do que dos olhos sendo que a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 64,1% da distância entre o olho e o focinho. As narinas apresentam forma redonda em vista lateral e em vista dorsal (Figura 22D). As narinas são dorsolaterais e distam entre si 39,4% da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 10,5% do comprimento do corpo. O tubo ventral é médio, mais longo do que largo, sua abertura é destra e encontra-se anexado à nadadeira ventral (Figura 22E). O espiráculo é sinistro, posicionado dorsolateralmente, apresenta forma tubular, é curto e sua parede interna é totalmente conectada ao corpo, apresentando uma pequena crista (Figura 22F, G); sua abertura localiza-se mais próxima do tubo ventral, sendo que sua distância em relação ao focinho corresponde a 66,1% do comprimento corporal. O comprimento da cauda é de 67,6% do comprimento total. A musculatura da cauda é robusta e atinge a ponta da cauda que é pontiaguda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem na junção da musculatura da cauda e o corpo; a nadadeira dorsal é inicialmente ascendente, tornando-se curva na porção média e descendente no seu final. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 65,8% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral (Figura 22H) e corresponde a aproximadamente 41,6% da largura do corpo; é rodeado por uma fileira de papilas unisseriadas no lábio posterior, e uma fileira de papilas unisseriadas no lábio anterior,

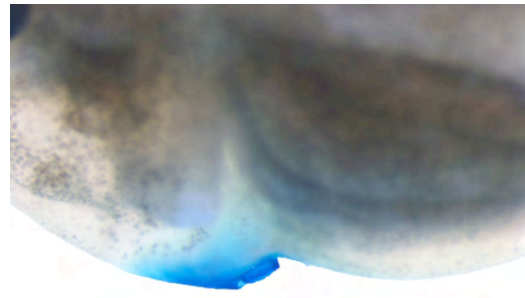
apresentando uma grande lacuna dorsal. O disco oral apresenta duas entre os lábios anterior e posterior. A fórmula dentária é 2(2)/3. As papilas submarginais estão ausentes. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 22H).

Figura 22 – Imagens do girino de *Physalaemus signifer* no estágio 40 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



**F**

1 mm

**G**

1 mm

**H**

1 mm

Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.
Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 12 – Medidas morfométricas do girino de *Physalaemus signifer* no estágio 40 utilizadas para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	24,9	Cco/CT	34,8
Comprimento corporal (Cco)	8,7	Aco/Lco	64,0
Largura do corpo (Lco)	5,4	Aco/Aca	85,4
Altura do corpo (Aco)	3,5	DON/Cco	17,6
Comprimento da cauda (Cca)	16,8	DON/DOF	64,1
Altura da cauda (Aca)	4,1	DNF/Cco	10,5
Altura do músculo da cauda (AMCa)	2,5	DEN/DEO	39,4
Largura do músculo da cauda (LMCa)	1,5	DEF/Cco	66,1
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,5	Cca/CT	67,6
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,0	ANV/AND	65,8
Distância entre as narinas (DEN)	1,1	DEN/Lco	18,8
Distância entre os olhos (DEO)	2,9	DEO/Lco	53,0
Diâmetro das narinas (DN)	0,1	LDO/Lco	41,6
Diâmetro dos olhos (DO)	0,9	DO/Cco	9,8
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,5	DOF/Cco	27,4
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	0,9	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	2,4	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	5,7	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,3	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3	-	-

2.2.4 Família Odontophrynidae Pyron & Wiens, 2011

2.2.4.1 *Proceratophrys appendiculata* (Günther, 1873)

Coloração (estágio 34): em vida, o girino de *P. appendiculata* apresentava a coloração do dorso do corpo variando de pardo claro, em sua vista ventral e lateral, a tonalidades mais escuras quando observado pela vista dorsal. O corpo do girino apresentava um aspecto granitado, principalmente em no dorso e nos flancos, conferido pela presença de uma pigmentação dourada que as vezes se apresentava como um grupo de pequenos pontos, ou na forma de estrias de variados tamanhos. Destaca-se no dorso do girino, no plano médio do corpo e originando-se próximo aos olhos, a presença de uma faixa longitudinal avermelhada no dorso do girino que se estende dali e pela musculatura até o final da cauda. Paralela a esta faixa longitudinal, seguem mais duas linhas, também avermelhadas e no mesmo plano até o final do corpo do girino. Notava-se ainda sobre a linha avermelhada, no ponto onde as três linhas se encontram, a presença de uma pequena mancha de cor creme, mais ou menos no

meio do dorso. A íris era dourada com intenso vermiculado negro. Nos flancos havia uma mancha conspícua de cor creme, a cada lado, ao nível do espiráculo. Ao longo da musculatura da cauda, na base da nadadeira dorsal, havia uma mancha marrom e transversal. As nadadeiras possuíam o mesmo padrão granitado e dourado do corpo além de um marmoreado marrom (Figura 23). Após preservados, os girinos passaram a apresentar um aspecto geral pardo-acinzentado, tornando-se menos evidentes as tonalidades avermelhadas, esbranquiçadas e creme. O ventre do corpo e as áreas despigmentadas das nadadeiras tomaram um aspecto leitoso, enquanto que a mancha marrom da nadadeira dorsal e o marmoreado da cauda adquiriram um colorido cinza escuro (Figura 24).

Figura 23 – Imagens do girino de *Proceratophrys appendiculata* no estágio 34 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



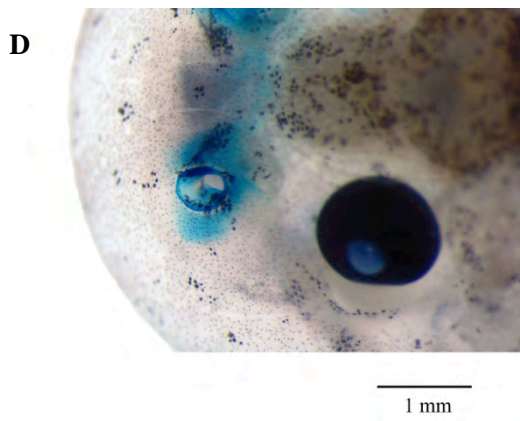


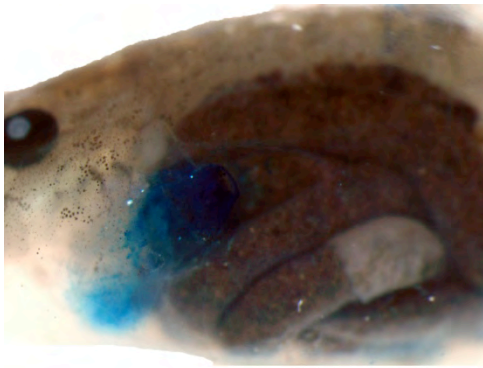
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) e (B) dorsal; (C) lateral; e (D) ventral.

Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização morfológica (estágio 31): o do girino corpo é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura 24A, B). O comprimento do corpo representa 34,6% do comprimento total. O corpo é mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 74,8% de sua largura. O corpo é mais alto do que a altura da cauda, sendo que a altura da cauda corresponde a 88,3% da altura do corpo. Os olhos são dorsolaterais, e seu diâmetro corresponde a 15,6% do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas do focinho do que dos olhos, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 55,5% da distância entre o olho e o focinho. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. As narinas são elípticas em vista lateral e dorsal e apresentam uma projeção de pele margeando toda a borda das narinas (Figura 24D). A distância entre a narina e o focinho corresponde a 13,8 % do comprimento corporal. A distância entre as narinas corresponde a 53,0 % da distância entre os olhos. O tubo ventral é destro, curto, largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 24E). O espiráculo é sinistro, posterodorsalmente posicionado, curto, apresenta forma tubular com sua parede interna totalmente conectada a parede do corpo, apresentando uma pequena crista (Figura 24F, G). A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, mais próxima do tubo ventral do que do focinho. A distância entre o espiráculo e o focinho representa 52,3% do comprimento do corpo. O comprimento da cauda é cerca de 65,2% do comprimento total. A musculatura da cauda é mediana e atinge a ponta da cauda que é arredondada. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no final do terço final do corpo; a nadadeira dorsal é curvada e mais alta do que a nadadeira ventral que é relativamente reta. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 67,9% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral e pequeno (Figura 24H) correspondendo a aproximadamente 38,2% da largura do corpo. O lábio anterior é rodeado por uma fileira de papilas unisseriadas, com uma grande lacuna dorsal. O lábio posterior apresenta uma fileira de papilas marginais unisseriadas e duas papilas submarginais localizadas uma em cada lado. O lábio posterior apresenta duas pregas no deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é $2/3(1)$. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 24H).

Figura 24 – Imagens do girino de *Proceratophrys appendiculata* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

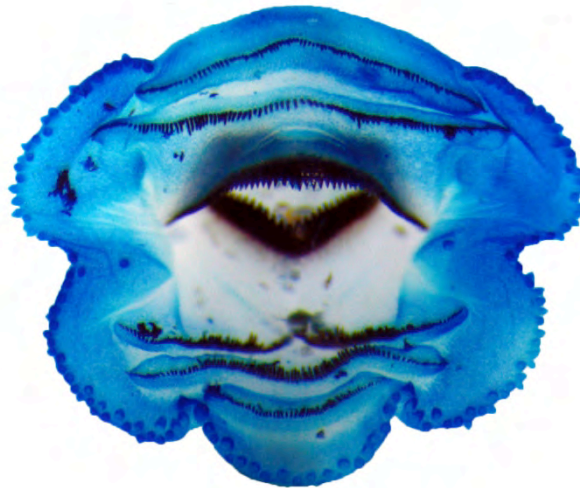


**F**

1 mm

**G**

1 mm

H

1 mm

Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

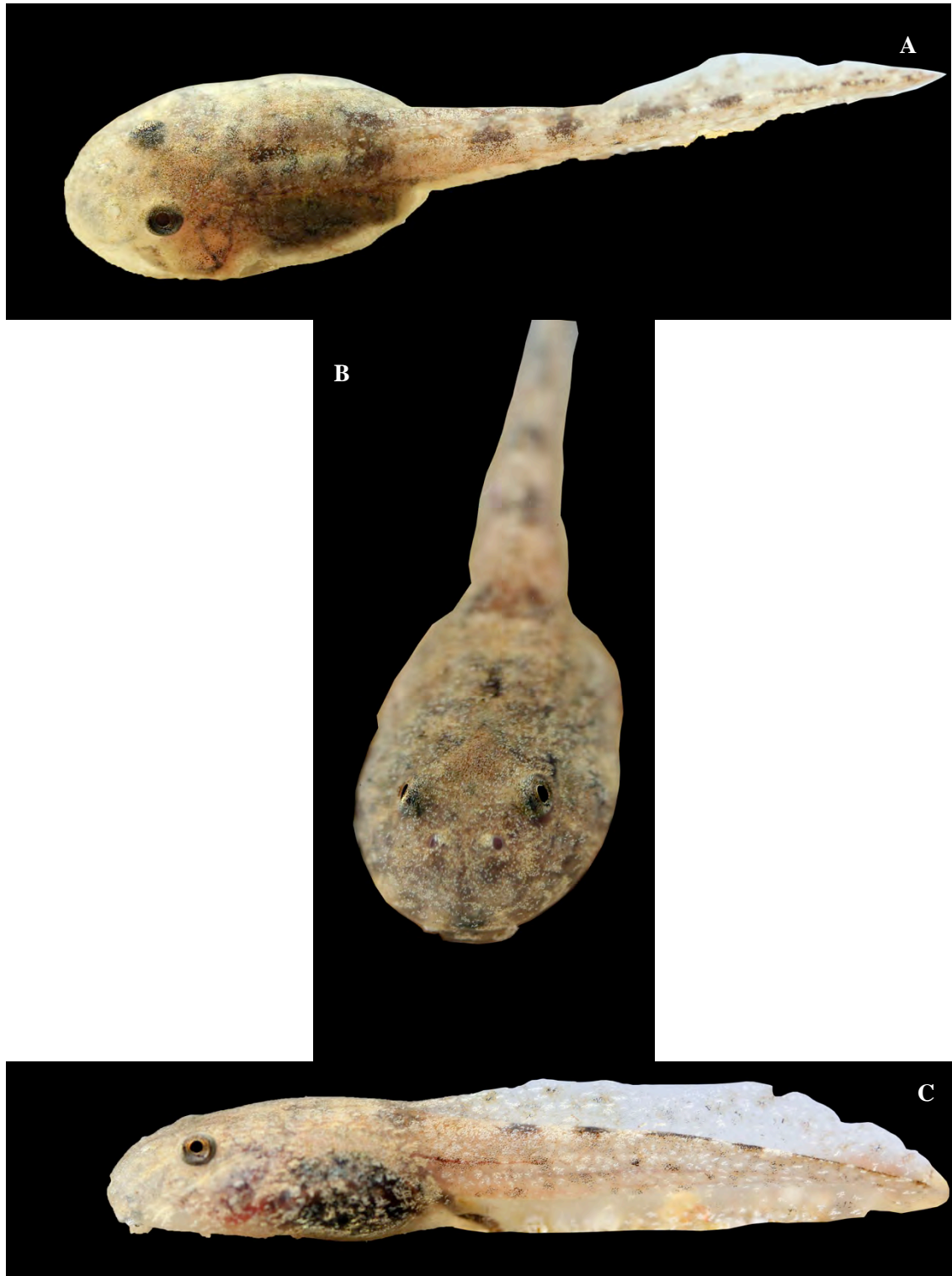
Tabela 13 – Medidas morfométricas do girino de *Proceratophrys appendiculata* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

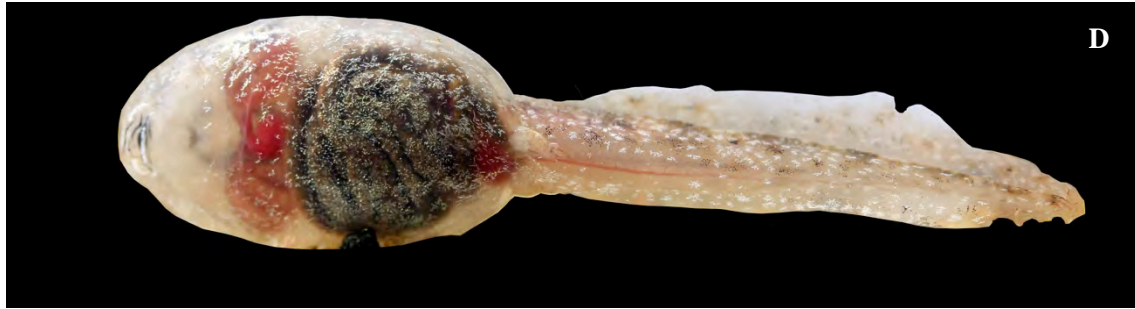
Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	31,7	CCo/CT	34,6
Comprimento corporal (CCo)	11,0	ACo/LCo	74,8
Largura do corpo (LCo)	8,1	ACa/ACo	88,3
Altura do corpo (ACo)	6,1	DON/CCo	15,6
Comprimento da cauda (CCa)	20,7	DON/DOF	55,5
Altura da cauda (ACa)	5,3	DNF/CCo	13,8
Altura do músculo da cauda (AMCa)	2,8	DEN/DEO	53,0
Largura do músculo da cauda (LMCa)	2,1	DEF/CCo	52,3
Altura da nadadeira dorsal (AND)	2,2	CCa/CT	65,2
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,5	ANV/AND	67,9
Distância entre as narinas (DEN)	1,7	DEN/LCo	20,8
Distância entre os olhos (DEO)	3,2	DEO/LCo	39,2
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	38,2
Diâmetro dos olhos (DO)	1,0	DO/CCo	8,7
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,7	DOF/CCo	28,1
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,5	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	3,1	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	5,7	-	-
Largura do disco oral (LDO)	3,1	-	-
Fórmula dentária	2/3(1)	-	-

2.2.4.2 *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied, 1824)

Coloração (estágio 34): em vida, o girino de *P. boiei* apresentava a coloração do corpo marrom clara, tanto em sua vista ventral quanto lateral, a tonalidades mais na metade final do corpo escuras no dorso e nos flanco. O corpo do girino apresentava um aspecto granitado em todo o corpo, conferido pela presença de uma pigmentação dourada. Na parte ventral a pigmentação que confere o aspecto granitado ao girino torna-se prateada. Ao longo da musculatura da cauda, em vista dorsal, há manchas transversais marrons que se alternam com manchas beges claras. As nadadeiras possuíam o mesmo padrão granitado e com pontos dourados na parte dorsal e lateral e pontos prateados na parte ventral da cauda. Manchas marrons se estendem pela musculatura da cauda conferindo um aspecto marmoreado. A íris é dourada que se estende de forma de vermiculada para a parte externa do olho que é negra (Figura 25). Após preservados, os girinos passaram a apresentar um aspecto geral pardo-acinzentado, tornando-se menos evidentes as manchas marrons do corpo. Na cauda, as manchas marrons tornam-se mais evidentes e o padrão de listras no dorso da cauda permanece visível (Figura 26).

Figura 25 – Imagens do girino de *Proceratophrys boiei* no estágio 34 em vida utilizado para caracterização da coloração da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





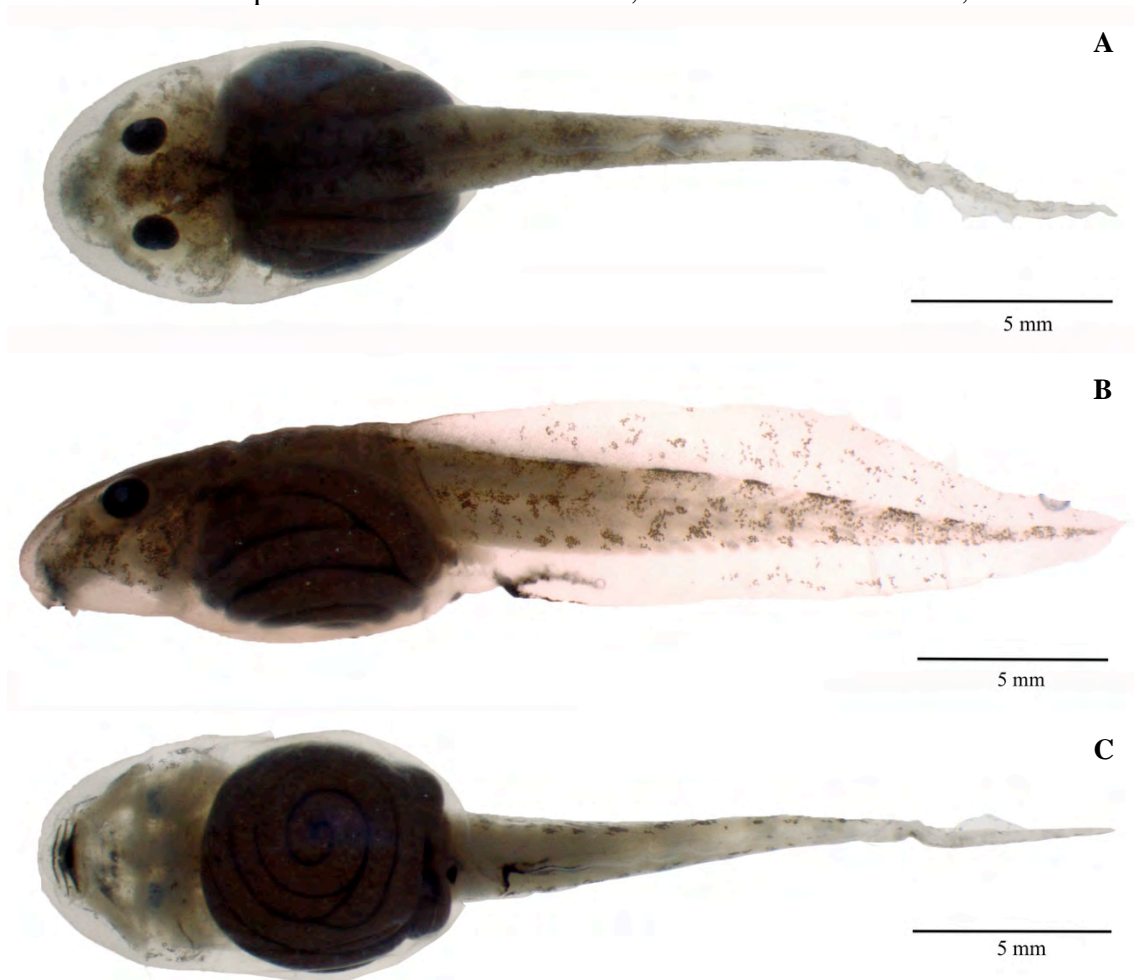
Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vida em vista: (A) e (B) dorsal; (C) lateral; e (D) ventral.

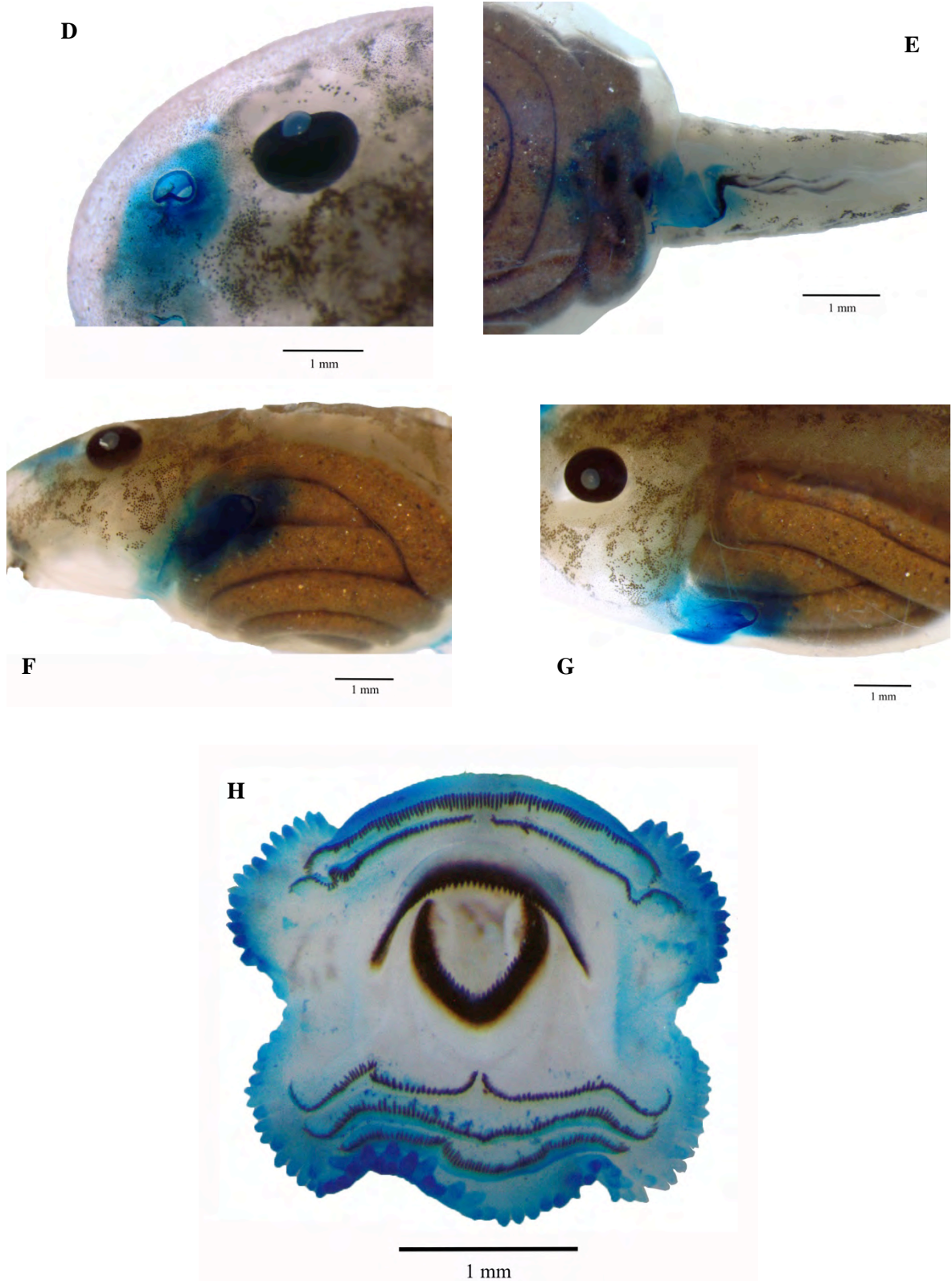
Fotos: V.C.S. Reis. Edição: O Autor, 2014.

Caracterização do girino (estagio 31): o corpo é alongado e elíptico em vista dorsal e lateral (Figura 26A, B). O comprimento do corpo representa 35,5 % do comprimento total. O corpo é um pouco mais largo do que alto, sendo que a altura do corpo corresponde a 74,9% de sua largura. O corpo é mais alto do que a altura da cauda, sendo que a altura da cauda corresponde a 87,5% da altura do corpo. O focinho é arredondado em vista dorsal e lateral. Os olhos são dorsolaterais e seu diâmetro corresponde a 9,2 % do comprimento do corpo. As narinas são ligeiramente mais próximas do focinho do que dos olhos, e a distância entre o olho e a narina representa aproximadamente 53,0% da distância entre o olho e o focinho. As narinas são redondas em vista lateral e reniformes em vista dorsal, devido a presença de uma projeção de pele ao redor de toda a narina que apresenta a forma triangular na borda mais interna (Figura 26C). A distância entre as narinas corresponde a 44,6 % da distância entre os olhos. A distância entre a narina e o focinho corresponde a 11,3 % do comprimento corporal. O tubo ventral é destro, curto, largo e anexado à nadadeira ventral (Figura 26E). O espiráculo é sinistro, curto, posterodorsalmente posicionado, apresenta forma tubular com sua parede interna totalmente conectada a parede do corpo, apresentando uma pequena crista (Figura 26F, G). A abertura do espiráculo é levemente voltada para cima, mais próxima do tubo ventral do que do focinho. A distância entre o espiráculo e o focinho representa 56,3% do comprimento corporal. O comprimento da cauda representa 60,9% do comprimento total. A musculatura da cauda é média e atinge a ponta da cauda que é pontuda. Em vista lateral, a nadadeira dorsal tem origem no mesmo plano da musculatura da cauda; a nadadeira dorsal é curvada e ligeiramente mais alta do que a nadadeira ventral. A nadadeira ventral é menor do que a nadadeira dorsal e representa 65,8% de sua altura; apresenta forma relativamente reta e paralela à musculatura da cauda em toda sua extensão. O disco oral é ventral e corresponde a aproximadamente 53% da largura do corpo (Figura 26H). O lábio anterior é rodeado por uma fileira de papilas marginais unisseriadas, com uma grande lacuna dorsal e papilas

submarginais localizadas lateralmente próximas a segunda fileira de dentículos. O lábio posterior é rodeado por uma fileira de papilas marginais unisseriadas e apresenta duas pregas, deixando-o com forma de W. A fórmula dentária é 2(2)/3(1). As papilas submarginais estão ausentes. As bainhas do bico córneo são desenvolvidas e totalmente serrilhadas, sendo a parte superior em forma de U e a inferior em forma de V (Figura 26H).

Figura 26 – Imagens do girino de *Proceratophrys boiei* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.





Legenda: A sequência das fotos correspondem a imagens do girino em vista: (A) dorsal; (B) lateral; (C) ventral; e de algumas estruturas em detalhe: (D) narina; (E) tubo ventral; (F) espiráculo em vista lateral; (G) espiráculo em vista dorsal; e (H) disco oral.

Fotos: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

Tabela 14 – Medidas morfométricas do girino de *Proceratophrys boiei* no estágio 31 utilizado para caracterização morfológica da espécie na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacú, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis morfométricas	Valores (mm)	Proporções	Valores (%)
Comprimento total (CT)	30,8	CCo/CT	35,5
Comprimento corporal (CCo)	10,9	ACo/LCo	74,9
Largura do corpo (LCo)	7,1	ACa/ACo	87,5
Altura do corpo (ACo)	5,3	DON/CCo	13,9
Comprimento da cauda (CCa)	18,8	DON/DOF	53,0
Altura da cauda (ACa)	4,7	DNF/CCo	11,3
Altura do músculo da cauda (AMCa)	2,6	DEN/DEO	44,6
Largura do músculo da cauda (LMCa)	2,0	DEF/CCo	56,3
Altura da nadadeira dorsal (AND)	1,9	CCa/CT	60,9
Altura da nadadeira ventral (ANV)	1,3	ANV/AND	65,8
Distância entre as narinas (DEN)	1,5	DEN/LCo	24,7
Distância entre os olhos (DEO)	3,3	DEO/LCo	62,2
Diâmetro das narinas (DN)	0,2	LDO/LCo	39,7
Diâmetro dos olhos (DO)	1,0	DO/CCo	9,2
Distância entre os olhos e as narinas (DON)	1,5	DOF/CCo	26,2
Distância entre as narinas e o focinho (DNF)	1,2	-	-
Distância entre os olhos e o focinho (DOF)	2,9	-	-
Distância entre o espiráculo e o focinho (DEF)	6,2	-	-
Largura do disco oral (LDO)	2,8	-	-
Fórmula dentária	2(2)/3(1)	-	-

2.3 Chave dicotômica de identificação dos girinos da REGUA

1. Origem da nadadeira dorsal na musculatura caudal (Figura 27).....2

Figura 27 – Detalhe da origem da nadadeira dorsal na musculatura da cauda apontado pela seta em vermelho.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Não como acima.....3
- 2. Fórmula dentária 2(2)/4 (Figura 28).....*Aplastodiscus eugenioi*

Figura 28 – Disco oral do girino de *Aplastodiscus eugenioi* que possui fórmula dentária 2(2)/4.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Fórmula dentária 2(2)/3(1) (Figura 29).....*Hylodes pipilans*

Figura 29 – Disco oral do girino de *Hylodes pipilans* que possui fórmula dentária 2(2)/3(1).



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

3. Origem da nadadeira dorsal no corpo (Figura 30).....4

Figura 30 – Detalhe da origem da nadadeira no corpo apontado pela seta em vermelho.

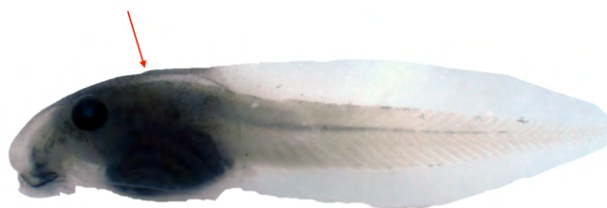


Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Origem da nadadeira dorsal na junção do corpo e da cauda (Figura 31).....7

Figura 31 – Detalhe da origem da nadadeira na junção do corpo e da cauda apontado pela seta em vermelho.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- 4. Lábio inferior em forma de W (Figura 32).....5

Figura 32 – Detalhe do lábio posterior do disco oral em forma de W conferido pelas duas pregas apontadas pela seta em vermelho.

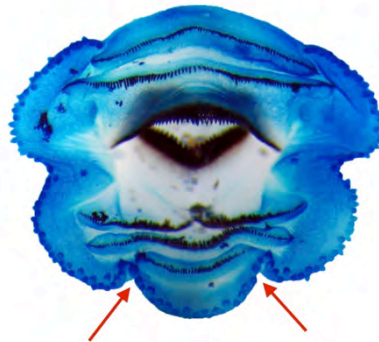


Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Lábio inferior em forma de U invertido (Figura 33).....6

Figura 33 – Detalhe do lábio posterior do disco oral em forma de U.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

5. Fórmula dentária 2/3(1) (Figura 34).....*Proceratophrys appendiculata*

Figura 34 – Disco oral do girino de *Proceratophrys appendiculata* que possui fórmula dentária 2/3(1).

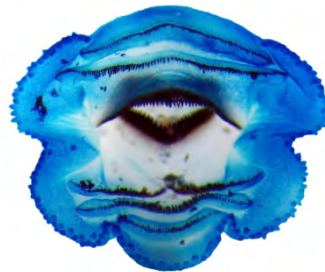


Foto: Paulo Nogueira Costa.
Edição: O Autor, 2014.

- Fórmula dentária 2(2)/3(1) (Figura 35).....*Proceratophrys boiei*

Figura 35 – Disco oral do girino de *Proceratophrys boiei* que possui fórmula dentária 2/3(1).



Foto: Paulo Nogueira Costa.
Edição: O Autor, 2014.

6. Parede interna do espiráculo totalmente livre (Figura 36).....*Scinax albicans*

Figura 36 – Detalhe da parede interna do espiráculo totalmente livre em relação ao corpo do girino de *Scinax albicans*.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Parede interna do espiráculo parcialmente ligada ao corpo (Figura 37)...*Scinax flavoguttatus*

Figura 37 – Detalhe da parede interna do espiráculo parcialmente conectada ao corpo do girino de *Scinax flavoguttatus*.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Fórmula dentária 2(2)/4(1) (Figura 38).....*Bokermannohyla circumdata*

Figura 38 – Disco oral do girino de *Bokermannohyla circumdata* que possui fórmula dentária 2(2)/4(1).



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Não como acima.....8
- 8 Fórmula dentária 2(2)/3 (Figura 39).....*Physalaemus signifer*

Figura 39 – Disco oral do girino de *Physalaemus signifer* que possui fórmula dentária 2(2)/3.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Fórmula dentária 2(2)/3(1) (Figura 29).....9
- 9 Lábio inferior em forma de U invertido (Figura 33).....*Crossodactylus aeneus*
- Lábio inferior em formato de W(Figura 32).....10
- 10. Focinho muconado em vista dorsal (Figura 41).....*Hylodes charadranaetes*

Figura 41 – Detalhe do focinho de formato muconado do girino de *Hylodes charadranaetes* indicado com as setas vermelhas.

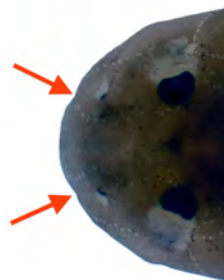


Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

- Focinho redondo em vista dorsal (Figura 42).....11

Figura 42 –
Detalhe do
focinho
redondo.

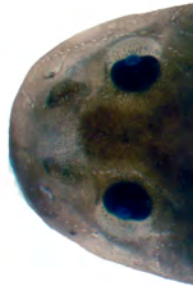


Foto: Paulo
Nogueira Costa.
Edição: O Autor,
2014.

11. Bainha superior do bico córneo em formato de U (Figura 43).....*Hylodes asper*

Figura 43 – Detalhe da bainha do
bico córneo em formato
de U do disco oral do
girino de *Hylodes asper*
apontado pela seta
vermelha.

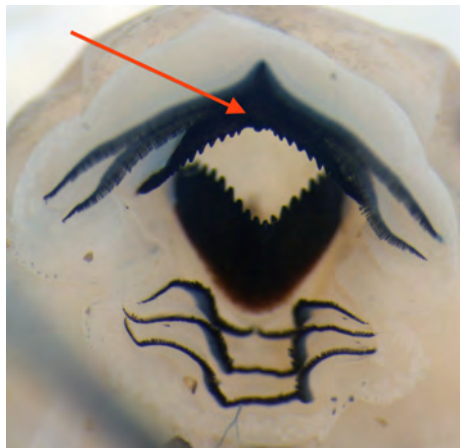


Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O
Autor, 2014.

- Bainha superior do bico córneo em formato de M (Figura 44)....*Hylodes lateristrigatus*

Figura 44 – Detalhe da bainha do bico córneo em formato de M do disco oral do girino de *Hylodes lateristrigatus* apontado pela seta vermelha.



Foto: Paulo Nogueira Costa. Edição: O Autor, 2014.

3 A IMPORTÂNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E DE PROCESSOS ESPACIAIS PARA A ESTRUTURAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE GIRINOS DE RIACHOS NA MATA ATLÂNTICA

As assembleias de anuros não estão distribuídas uniformemente ou ao acaso, uma vez que diferentes processos atuam para gerar as distribuições observadas (Parris 2004, Keller *et al.* 2009). Um objetivo central da ecologia é entender como os processos ecológicos influenciam a organização das comunidades (Leibold *et al.* 2004, Zhou & Zhang 2008). Entretanto, não estão claros quais fatores preponderam para afetar a estrutura das comunidades, ou mesmo se existem regras gerais de assembleia de espécies (McIntosh 1995).

Os ecólogos tradicionalmente recorrem a duas hipóteses para explicar a distribuição e a organização dos organismos: a hipótese do controle ambiental e a hipótese do controle biótico. A primeira hipótese afirma que as assembleias são influenciadas primariamente pelos efeitos de variáveis abióticas (Gleason 1926, Whittaker 1956, Bray & Curtis 1957) enquanto a segunda hipótese as interpreta como unidades integradas, estruturadas principalmente pelas interações bióticas entre os seus componentes (Diamond 1975, Roughgarden 1976). Cada uma dessas hipóteses apresenta importantes implicações relativas aos processos envolvidos na estruturação das assembleias.

Na hipótese do controle ambiental, a assembleia observada é resultado de respostas espécie-específicas a características particulares do ambiente que impõem restrições fisiológicas (Clements 1936, Holmes *et al.* 1986), e/ou simplesmente refletem a correspondência entre organismos com diferentes histórias de vida no tempo e no espaço (Ricklefs & Schluter 1993). Em anuros, a escolha do habitat reprodutivo pelos adultos onde seus girinos crescem e se desenvolvem é influenciada principalmente pelas características dos corpos d'água relacionadas a variações de sua forma (morfometria) e limnologia (Semlitsch & Bodie 2003). Entre as características relacionadas à morfometria, tanto o hidroperíodo quanto o tamanho do corpo d'água impõe influência primária sobre as assembleias de girinos, influenciando tanto a riqueza quanto a composição local de espécies (Heyer *et al.* 1975, Werner *et al.* 2007; Borges Junior & Rocha 2013, Eterovick & Barata 2006, Strauß *et al.* 2010, Strauß *et al.* 2013). Características limnológicas da água como o pH, a condutividade, a temperatura e o oxigênio dissolvido também influenciam as assembleias de girinos (Peltzer & Lajmanovich 2004, Both *et al.* 2009, Oliveira & Eterovick 2009; Borges Junior & Rocha

2013) limitando a ocorrência das espécies devido a restrições fisiológicas (Pierce 1985, Barth & Wilson 2010). Portanto, a hipótese do controle ambiental tem se mostrado relevante para explicar a estruturação de assembleias de anuros (e.g. Parris 2004, Ernst & Rödel 2008, Keller *et al.* 2009, Iop *et al.* 2012).

A hipótese do controle biótico, por outro lado, assume que a estrutura de assembleias é influenciada principalmente por processos bióticos, os quais estão sujeitos à influência de processos espaciais (e.g. autocorrelação espacial; Legendre & Legendre 2012). Os processos bióticos também são importantes forças estruturadoras das assembleias de girinos (Borges Junior & Rocha 2013). A competição e a predação podem interferir sobre a aptidão (“*fitness*”) dos girinos (Gonzales *et al.* 2011). Entretanto, a predação é usualmente apontada como a interação mais influente sobre as suas assembleias. Peixes e larvas de odonata são importantes predadores de girinos, dependendo do tipo de corpo d’água (e.g. poça ou riacho) (Gascon 1989, Ramos *et al.* 1992, Hero *et al.* 2001, Borges-Júnior & Rocha 2013). As distribuições destes predadores entre os ambientes podem gerar estruturação espacial das assembleias de girinos, filtrando aquelas espécies que não possuem o mecanismo de defesa apropriado para coexistência com o predador (Hero *et al.* 2001). Efeitos espaciais também podem resultar de processos bióticos relacionados a habilidades de dispersão dos organismos (Landeiro *et al.* 2011). Neste caso, os habitats contêm espécies similares porque estão mais próximos entre si.

Adicionalmente aos processos espaciais que estão associados aos efeitos das interações bióticas, a variação abiótica que é espacialmente estruturada e que se correlaciona com a distribuição espacial das espécies, também resulta em uma estruturação espacial da incidência ou da abundância das espécies (e.g. dependência espacial induzida; Legendre & Legendre 2012). Logo, no contexto das hipóteses do controle ambiental e do controle biótico podemos distinguir três principais processos espaciais que contribuem para organização das comunidades de anuros relacionados: a variação ambiental, a variação espacial e a variação ambiental espacialmente estruturada (Bocard *et al.* 1992, Parris 2004).

Na Mata Atlântica, há poucos estudos indicando a importância de gradientes ambientais sobre a estrutura de assembleias de girinos em riachos. Tem sido demonstrado que o tamanho do riacho afeta negativamente a riqueza de girinos (Eterovick & Barata 2006), enquanto a heterogeneidade de microhabitats e a condutividade interferem sobre a composição de espécies (Eterovick & Barata 2006, Oliveira & Eterovick 2009). Em riachos, a predação pode afetar tanto positiva (Eterovick 2003) quanto negativamente (Eterovick & Barata 2006) a riqueza de girinos. Há somente três estudos que avaliaram os efeitos de

processos espaciais em assembleias de anuros no Brasil. Dois estudos realizados na região sudeste demonstraram a importância de processos espaciais para entender a distribuição dos anuros em uma escala regional (Bertoluci *et al.* 2007, Santos *et al.* 2009), enquanto somente um estudo de escala local realizado no sul da Mata Atlântica apresentou evidências a favor da hipótese do controle ambiental (Iop *et al.* 2012).

No presente estudo, avaliei a importância relativa da posição geográfica e da variação temporal de fatores ambientais locais sobre a resposta das assembleias de girinos. Adicionalmente, também distingui entre três diferentes assembleias de girinos, de acordo com o grau de permanência do riacho ao longo do tempo.

3.1 Metodologia

3.1.1 Área de estudo

Conduzi o estudo na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA; 22° 24'S, 42°44'W), localizada em uma área de Mata Atlântica, no município de Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil (Figura 45). A distribuição da pluviosidade na região é caracterizada por um período chuvoso, de novembro a abril, e por um período seco, entre os meses de maio e outubro, com uma média anual de 2.600mm e temperaturas diárias que variam de 14°C a 37°C (Bernardo *et al.* 2011).

Figura 45 – Localização da Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) no estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Retirado de Almeida Gomes, 2011.

3.1.2 Amostragem dos dados

Utilizei 10 pequenos riachos existentes nas florestas da microbacia do Rio Manoel-Alexandre, localizados em altitudes entre 100m e 580m. Amostrei os riachos mensalmente para a contagem de girinos presentes na água entre os meses de maio de 2011 e julho de 2012, totalizando 15 meses de amostragem. Para conduzir a amostragem dos girinos e das variáveis ambientais, em cada riacho demarquei três intervalos de dois metros onde previamente havia registrado girinos durante amostragens preliminares. No mesmo riacho, seções adjacentes distavam entre si de dois a 10 m.

Para identificação e contagem dos girinos, realizei amostragens diurnas utilizando rede de mão de formato triangular, com três diferentes tamanhos – ca. 7cm, 12cm e 18cm cada lado, todas com malhas mais finas do que 0,5mm. Utilizei redes de diferentes tamanhos para possibilitar o acesso a partes do riacho que não poderiam ser acessadas com um único tamanho de rede (ex. entre e sob rochas). Realizei as amostragens sempre por um período de cinco minutos em cada seção de dois metros, totalizando 15 minutos de amostragem por riacho por mês. Para evitar a reamostragem de girinos no mesmo mês, mantive os girinos capturados com as redes dentro de uma bandeja contendo água do riacho até a conclusão da

amostragem daquele ponto. Ao final da amostragem, devolvi os girinos no mesmo trecho de riacho onde foram capturados.

Para caracterizar os riachos quanto às suas medidas morfométricas, medi mensalmente a largura, a profundidade (ambas em cm), a disponibilidade de diferentes tipos de substratos e o grau de cobertura do dossel (em %). Em cada seção do riacho, medi a sua largura em cinco pontos distintos. De forma a obter uma melhor aproximação da largura dos riachos, realizei a primeira medida de largura no início de cada seção e a cada 40 centímetros do ponto anterior, totalizando cinco medidas de largura em cada seção e 15 medidas de largura por riacho. Para quantificar a disponibilidade de tipos de microhabitats e a profundidade do riacho, registrei o tipo de substrato – classificados como areia, folhiço, perifiton e rocha – e medi a profundidade em cinco distâncias relativas à margem esquerda - 1/5, 2/5, 1/2, 3/5 e 4/5 da largura do riacho – ao longo de cinco transecções lineares e paralelas. Os transectos foram posicionados nos mesmos pontos onde obtive as medidas de largura do riacho. Logo, mensalmente realizei 25 medidas de frequência de ocorrência dos tipos de substratos e de profundidade por seção, totalizando 75 pontos por riacho. As medidas obtidas nas porções secas do riacho não foram utilizadas para relacionar com a abundância de girinos mas proporcionaram informações sobre o grau de permanência de cada corpo d'água. Para estimar a intensidade da cobertura de dossel em cada seção do riacho, registrei a cobertura de dossel (%) no ponto central de cada seção utilizando um densiômetro de espelho côncavo. Em cada seção, medi a intensidade da cobertura de dossel voltado para quatro diferentes direções: a montante, a jusante, a margem esquerda e a margem direita. Para caracterizar os riachos em termos de suas características limnológicas, medi mensalmente, uma vez em cada seção, a condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) (Russel RL060 – Thermo), o oxigênio dissolvido (mg/L) (Orion 805A+ - Thermo) e o pH ($[\text{H}^+]$) (Analyser).

3.1.3 Análise dos dados

Devido à pequena distância entre as seções amostradas, para realizar as análises agrupei os dados obtidos em cada riacho. Para representar a morfometria dos riachos, calculei a média mensal da largura, da profundidade e da cobertura de dossel obtidas a partir das médias das três seções de cada riacho. Para obter a proporção mensal de substratos disponíveis em cada riacho, somei a frequência de ocorrência dos substratos registrada em cada seção. Calculei um índice mensal de hidroperíodo, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Hidroperíodo} = \frac{C_{ij} \times L_{ij} \times P_{ij} \times SA_{ij}}{C_{kj} \times L_{kj} \times P_{kj} \times SA_{kj}} \quad (1)$$

onde C é o comprimento, L é a largura, P é a profundidade e SA é o número de seções do riacho que continham água. Os índices subscritos *i* representam o mês (1 to 16), *j* representa o riacho (1 to 10) e *k* representa o mês em que registramos o maior produto entre o comprimento, a largura, a profundidade e o número de seções do riacho com água. Portanto, o índice de hidroperíodo reflete a variação volumétrica dos riachos, variando entre zero e um, e utiliza como referência para estimar a variação no hidroperíodo o mês com maior índice registrado. Para representar os valores mensais de condutividade ($\mu\text{S/cm}$), oxigênio dissolvido (mg/L), pH ($[\text{H}^+]$) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$), calculei a média das respectivas medidas realizadas nas três seções de cada riacho.

Para quantificar a importância relativa da variação temporal na heterogeneidade ambiental e da posição geográfica para explicar a variação nas assembleias de girinos, conduzi uma análise de partição de variância utilizando análise de redundância (RDA) e análise de redundância parcial (pRDA) (Borcard *et al.* 1992). A RDA é uma análise direta de gradiente onde os eixos de ordenação são restringidos de forma a constituírem combinações lineares das variáveis explanatórias, sendo análogo a uma regressão linear para diferentes espécies simultaneamente (van den Wollenberg 1977). A pRDA é, por sua vez, uma técnica parcial de ordenação restritiva que permite remover da análise através de regressões lineares múltiplas, os efeitos de covariáveis conhecidas ou indesejadas (ter Braak 1988).

Para conduzir a análise de partição da variância utilizei três matrizes: uma matriz de espécies, uma matriz ambiental e uma matriz espacial. Construí a matriz de espécies utilizando as abundâncias observadas mensalmente em cada riacho. A matriz de espécies continha muitos zeros por isso, transformei as abundâncias das espécies utilizando a distância de Hellinger que apresenta um melhor desempenho do que a distância Euclidiana em dados com muitos zeros (Legendre & Gallagher 2001). Construí a matriz ambiental utilizando todas as variáveis morfométricas e limnológicas obtidas mensalmente nos riachos. Para obter a matriz espacial, utilizei a análise de coordenadas principais de matrizes vizinhas, PCNM (Borcard & Legendre 2002, Borcard *et al.* 2004) em uma matriz contendo duas colunas, *x* e *y* representando as coordenadas geográficas (UTM) dos pontos onde amostréi mensalmente as assembleias.

A RDA é uma extensão da análise de regressão linear múltipla e, portanto, assume que a relação entre a matriz de espécies e as variáveis independentes seja linear. Entretanto, a resposta das espécies a variáveis ambientais frequentemente são unimodais e neste caso,

modelos estritamente lineares podem apresentar um ajuste reduzido aos dados (Borcard *et al.* 2012). Para melhorar o ajuste do modelo e possibilitar a detecção de respostas unimodais, incluí termos quadráticos para todas as variáveis ambientais utilizando a função *poly* do pacote *stats* (R Development Core Team 2011). Assim como nas regressões lineares múltiplas, a colinearidade entre as variáveis explanatórias pode aumentar a variância dos coeficientes de regressão, reduzindo a acurácia do modelo (Borcard *et al.* 2012). Como o método de partição da variância não faz distinção entre o que é variação estocástica e o que é variação estrutural, cada variável explanatória adicionada no modelo pode aumentar, somente pelo acaso, a proporção da variação explicada (Borcard *et al.* 1992). Portanto, para excluir as variáveis correlacionadas e reduzir o número de variáveis do modelo apliquei a técnica de *forward selection* das variáveis explanatórias utilizando a função *forwar.sel* do pacote *packfor* (Dray 2011). Esta função aplica a técnica de *forward selection* utilizando dois critérios para selecionar as variáveis: ela retém no modelo as variáveis explanatórias que contribuem para explicar a maior porção da variância na matriz de espécies (o maior valor de R^2 calculado segundo Peres-Neto *et al.* 2006) e que também é significativa a um nível de 0,05 (Blanchet *et al.* 2008). Apliquei a técnica de *forward selection* individualmente, utilizando cada matriz explanatória em RDAs separadas. Para realizar as análises de RDA, nós utilizamos a função *rda* do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2013).

A análise de partição da variância envolve quatro passos: 1) RDA entre a matriz de espécies e a matriz ambiental; 2) RDA entre a matriz de espécies e a matriz espacial; 3) RDA parcial – como no passo 1, removendo o efeito da matriz espacial; 4) RDA parcial – como no passo 2, removendo o efeito da matriz ambiental. Como resultado, obtive a partição da variância da matriz de espécies de acordo com as seguintes frações: (a) variação puramente ambiental, (b) variação ambiental espacialmente estruturada, (c) variação puramente espacial, e (d) variação residual. Para obter essas frações, utilizei a função *varpart* do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2013). Para testar a significância da contribuição única e combinada das frações obtidas na análise de partição da variância, utilizei o teste de permutação de Monte Carlo (999 permutações) (Peres-Neto *et al.* 2006).

Dos 10 riachos amostrados, quatro apresentaram intervalos completamente secos o que nos permitiu distinguir os riachos entre permanentes e intermitentes. Para ordenar as assembleias de girinos e avaliar diferenças na composição entre os riachos permanentes e intermitentes, utilizei a técnica de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (Legendre & Legendre 2012). Para isso, utilizei a distância de Bray-Curtis para determinar a

similaridade entre as assembleias (Bray & Curtis 1957). Para investigar a correlação entre os gradientes gerados pelas variáveis ambientais e a ordenação das assembleias de girinos geradas com o nMDS, utilizei 999 permutações em três dimensões, utilizando as funções *metaMDS* e *envifit* do pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2013). Realizei todas as análises utilizando o ambiente de programação do R (R Development Core Team 2011).

3.2 Resultados

Nos dez riachos amostrados registrei girinos pertencentes a 13 espécies e cinco famílias de anuros: *Rhinella ornata* (Bufonidae), *Aplastodiscus eugenioi*, *Bokermannohyla circumdata*, *Scinax albicans* e *S. flavoguttatus* (Hylidae), *Crossodactylus aeneus*, *Hylodes asper*, *H. charadranaetes*, *H. lateristrigatus* e *H. pipilans* (Hylodidae), *Physalaemus signifer* (Leptodactylidae) e *Proceratophrys boiei* e *P. appendiculata* (Odontophrynidae).

3.2.1 Partição da variância nas assembleias de girinos

As variações temporais na heterogeneidade ambiental e a variação espacial explicaram diferentes porções da variação nas assembleias de girinos, correspondendo conjuntamente a 57% da variação total (Tabela 15). No primeiro passo da análise, obtive um modelo com 14 variáveis, dentre as quais 10 variáveis estavam relacionadas à morfometria e somente quatro variáveis estavam relacionadas às características limnológicas dos riachos. Tanto os efeitos lineares quanto os efeitos unimodais das variáveis dos riachos da largura, da profundidade, da proporção de folhiço e de rochas, da condutividade e da temperatura, contribuíram para explicar a variação nas assembleias locais de girinos, enquanto o hidroperíodo do corpo d'água e a intensidade da cobertura do dossel contribuíram apenas com os efeitos lineares. Conjuntamente, essas variáveis explicaram a maior porção da variação nas assembleias (42%, Tabela 15). No segundo passo da análise de partição da variância das assembleias de girinos, obtive um modelo com os quatro primeiros eixos de nove obtidos a partir da análise de PCNM para representar as variáveis espaciais. A proporção da variação nas assembleias explicada pela posição geográfica correspondeu a 34% (Tabela 15). As variações explicadas pela variação temporal do ambiente e pela variação espacial foram significativamente diferentes do esperado somente pelo acaso (Tabela 15).

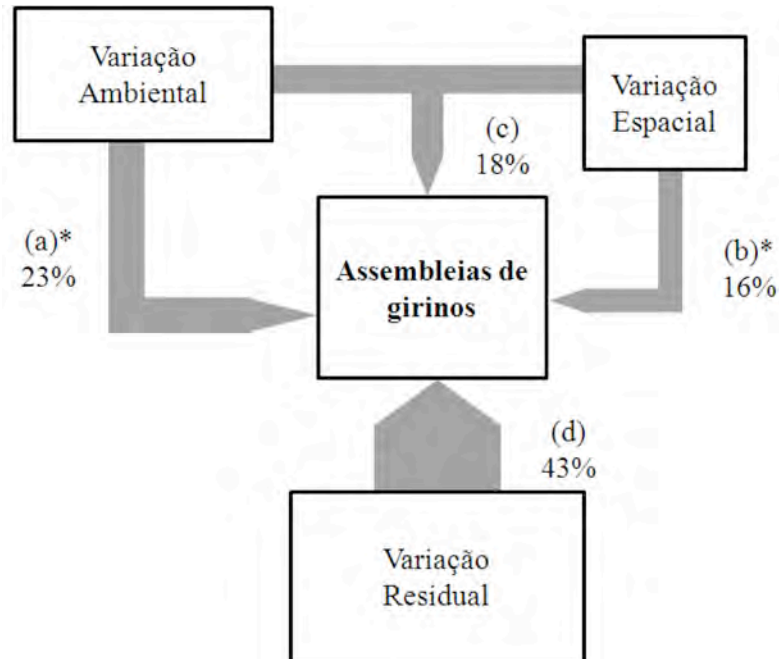
Tabela 15 - Porcentagem total da variação nas assembleias de girinos vivendo em dez riachos na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Cahoeiras de Macacu, RJ, explicada pela variação temporal da heterogeneidade ambiental, pela variação espacial e o resultado do teste de significância de todos os eixos de ordenação da RDA e da RDA parcial.

Matriz	R^2 ajustado	P
A (a + b)	0,42	0,001
E (b + c)	0,34	0,001
Total (a + b + c)	0,57	

Legenda: A = matriz ambiental; E = matriz espacial. As frações contidas entre parênteses correspondem a (a) variação puramente ambiental, (b) variação ambiental espacialmente estruturada, (c) variação puramente espacial, e (d) variação residual.

As contribuições da heterogeneidade ambiental no tempo e da posição geográfica continuaram diferindo do esperado pelo acaso, mesmo após retirarmos os efeitos de uma sobre a outra. Após remover os efeitos do espaço, as variações temporais das variáveis ambientais ainda explicaram a maior porção da variação nas assembleias de girinos (23%; Figura 46). A variação nas assembleias explicada somente pela posição geográfica reduziu-se para menos da metade (16%) quando removi os efeitos da variação temporal do ambiente (Figura 46). Ambas as contribuições (puramente ambiental e puramente espacial) diferiram significativamente do esperado pelo acaso ($p = 0,005$). A variação temporal na heterogeneidade ambiental que foi espacialmente estruturada contribuiu para 18% da variação nos dados de espécies (Figura 46). Logo, da variação total explicada pelo modelo (57%), aproximadamente 40% foi puramente ambiental, 28% puramente espacial e 31% correspondeu a variação temporal do ambiente que foi espacialmente estruturada. Quarenta e três por cento da variação nas assembleias foram explicadas por fatores externos ao modelo (Figura 46).

Figura 46 - Partição da variância nas assembleias de girinos vivendo em dez riachos na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil.



Legenda: O modelo representa a relação causal entre (a) variação puramente temporal da heterogeneidade do ambiente, (b) variação puramente espacial e (c) variação espacialmente estruturada da variação temporal da heterogeneidade do ambiente; (d) representa a porção da variação nas assembleias de girinos que foi explicada por fatores externos ao modelo. * $p < 0,005$.

3.2.2 Correlações das assembleias de girinos com as variáveis ambientais

O gráfico da ordenação dos riachos e das espécies utilizando três eixos de nMDS explicou aproximadamente 55,5% da variação na composição de espécies ($stress = 0,04$; Tabela 16) e permitiu distinguir parcialmente entre os riachos permanentes e intermitentes, de acordo com a sua composição de espécies. Os pontos que representam os riachos intermitentes agruparam-se do lado esquerdo do gráfico, com os girinos de *Physalaemus signifer*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella ornata* e *Scinax albicans*, enquanto os riachos permanentes agruparam-se no lado direito do gráfico, com os girinos de *Hylodes asper*, *H. charadranaetes*, *H. lateristrigatus*, *H. pipilans* e *S. flavoguttatus* (Figura 47). Na área central do gráfico observa-se a sobreposição entre os riachos intermitentes e permanentes, onde

também encontramos girinos de espécies capazes de se desenvolver nos dois tipos de ambientes, mas que ainda assim foram mais associadas aos riachos permanentes (Figura 47). Portanto, os resultados permitiram reconhecer três diferentes guildas de girinos, de acordo com a preferência das espécies pelos diferentes graus de permanência dos riachos em que estas ocorreram: girinos de riachos permanentes (*H. asper*, *H. charadranaetes*, *H. lateristrigatus*, *Hylodes pipilans* e *S. flavoguttatus*); girinos de riachos intermitentes (*P. signifer*, *P. boiei*, *R. Ornata* e *S. albicans*); e girinos que se desenvolveram tanto em riachos permanentes quanto intermitentes (*Aplastodiscus eugenoii*, *Bokermannohyla circumdata*, *Crossodactylus aeneus* e *P. appendiculata*) (Figura 47).

Para avaliar as correlações entre a substituição (“turnover”) de espécies nas assembleias de girinos entre os riachos e as variações temporais da heterogeneidade ambiental, utilizei somente as variáveis selecionadas durante a análise de partição da variância. Duas variáveis ambientais mostraram correlação relativamente forte com o turnover de espécies. Os gradientes gerados pela proporção de substratos de folhiço e de rochas nos riachos, representada pelo primeiro eixo de ordenação (Figura 47), apresentaram as maiores correlações com as assembleias de girinos (Tabela 16). Espécies de girinos que utilizaram somente os riachos permanentes, como *S. falvoguttatus*, *H. asper*, *H. charadranaetes*, *H. lateristrigatus* e *H. pipilans*, correlacionaram-se positivamente com a proporção de rocha no fundo dos riachos (Figura 47). Os girinos de *B. circumdata* foram a única exceção, porque apesar de observarmos esta espécie tanto em riachos permanentes como intermitentes, ainda assim ela esteve associada positivamente ao gradiente gerado pela proporção de rochas no riacho (Figura 47). Por outro lado, as espécies de girinos registradas apenas nos riachos intermitentes (*R. ornata*, *P. boiei*, *S. albicans* e *P. signifer*) foram correlacionadas com a proporção de folhiço nos riachos (Figura 47). Os girinos de *A. eugenoii*, *C. aeneus* e *P. appendiculata* que foram encontrados nos dois tipos de riacho não estiveram associadas com os gradientes gerados pelo primeiro eixo de ordenação (Figura 47).

Os gradientes gerados pelo segundo eixo do nMDS indicam que os riachos intermitentes, assim como os girinos de *R. ornata*, *P. boiei*, *P. signifer* e *S. albicans*, estiveram correlacionados positivamente com a condutividade e a temperatura da água e negativamente relacionados com o hidroperíodo, a largura e a profundidade (Tabela 16 e Figura 47). Os gradientes gerados pelo hidroperíodo, a largura e principalmente a profundidade não contribuíram para a distinção entre riachos permanentes e intermitentes, mas foram negativamente associadas com a maioria das espécies, exceto *B. circumdata* e *H.*

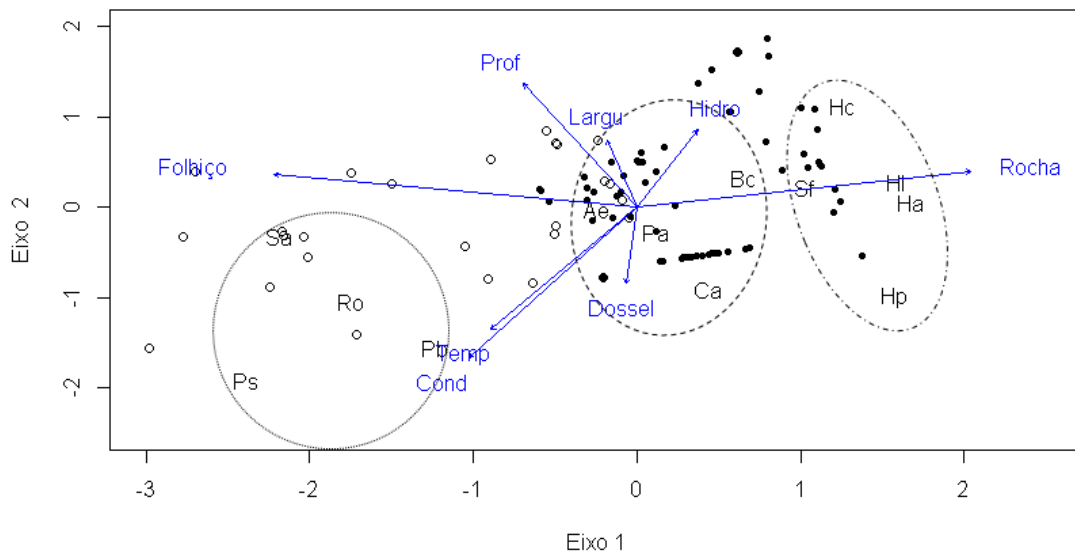
charadranaetes (Figura 47). O gradiente gerado pela intensidade da cobertura de dossel, por sua vez, afetou positivamente algumas espécies de ambientes permanentes (*H. pipilans*) e intermitentes (*P. boiei*, *P. signifer*, *R. ornata*) (Figura 47). Portanto, o gradiente diametralmente oposto gerado pela proporção de folhiço e de rochas representou a transição entre riachos permanentes e intermitentes. Este gradiente proporcionou a troca de espécies que também seguiu um gradiente de condutividade, temperatura e profundidade, e em menor extensão de hidroperíodo e largura, que esteve fortemente associado ao grau de permanência dos riachos.

Tabela 16 – Correlação das variáveis ambientais com a ordenação das assembleias de girinos vivendo em dez riachos na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil.

	nMDS 1	nMDS 2	nMDS 3	r^2	p
Hidroperíodo	0,42	0,72	0,53	0,04	*
Largura	-0,07	0,48	-0,86	0,08	**
Profundidade	-0,23	0,61	-0,75	0,18	***
Cobertura de dossel	-0,04	-0,55	-0,83	0,10	**
% Folhiço	-0,73	0,26	0,62	0,25	***
% Rocha	0,63	0,03	-0,77	0,26	***
Condutividade	-0,56	-0,82	-0,02	0,18	***
Temperatura	-0,53	-0,75	0,37	0,13	**

Legenda: Valores de p com base em 999 permutações: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$ e * $p < 0,05$.

Figura 47 – Ordenação de dez riachos da Reserva Ecológica de Guapiaçu (Cachoeiras de Macacu, RJ) de acordo com a composição das assembleias de girinos obtidas pelo método de nMDS. O valor de stress associado as três dimensões utilizadas na ordenação foi de 0,041.



Legenda: Os vetores representam a correlação das variáveis ambientais com o ambiente e com as espécies. Os círculos pretos representam os riachos permanentes e os círculos abertos representam os riachos temporários. Espécies: Ae - *Aplastodiscus eugenioi*, Bc - *Bokermannohyla circumdata*, Ca - *Crossodactylus aeneus*, Ha - *Hylodes asper*, Hc - *H. charadranaetes*, Hl - *H. lateristrigatus*, Hp - *H. pipilans*, Pa - *Proceratophrys appendiculata*, Pb - *P. boiei*, Ps - *Physalaemus signifer*, Rh - *Rhinella ornata*, Sa - *Scinax albicans*, Sf - *S. flavoguttatus*. Variáveis ambientais: Cond - condutividade, D.O. - oxigênio dissolvido, Hidro - hidroperíodo, Larg - largura, Prof - profundidade, Temp - temperatura da água.

3.3 Discussão

3.3.1 Partição da variância nas assembleias de girinos

Os resultados mostraram que a variação temporal na heterogeneidade ambiental dos pequenos riachos da REGUA é forte o suficiente para resultar na previsibilidade das assembleias locais de girinos nos diferentes riachos tanto pelos parâmetros ambientais, quanto pelos parâmetros espaciais. Assim, as assembleias de girinos nos riachos da régua não estavam estruturadas ao acaso e foram determinadas por forças atuando através da variação temporal do ambiente (heterogeneidade ambiental, hidroperíodo, entre outros), pela variação no espaço e pela interação destas forças. Diferentes processos contribuem para a compreensão de como as assembleias de anuros são estruturadas. De forma similar ao encontrado no presente estudo, as assembleias de anuros na fase adulta associadas aos ambientes ripários na

Austrália e em Borneo foram estruturadas tanto por parâmetros ambientais, quanto espaciais (Parris 2004, Keller *et al.* 2009). Isso indica que os processos responsáveis pela estruturação das assembleias de girinos associadas a riachos são equivalentes aos processos que estruturam as assembleias de adultos associadas ao ambiente ripário. A semelhança encontrada entre os processos que estruturam as assembleias de adultos e de girinos (Parris 2004, Keller *et al.* 2009, presente estudo) em riachos e em ambientes ripários também sugere que a estruturação das assembleias de girinos é fortemente influenciada pelas respostas dos adultos aos processos ambientais locais e espaciais.

O efeito isolado da posição geográfica explicou a menor porção da variação das assembleias de girinos, indicando que riachos mais próximos entre si tenderam a abrigar assembleias mais similares do que riachos mais distantes. Este resultado está de acordo com a hipótese do controle biótico, onde os efeitos de prioridade, predação, competição e as estratégias e habilidades de dispersão são os principais processos determinando a composição das assembleias (Hero *et al.* 2001, Gonzales *et al.* 2011). De forma geral, a diversidade varia ao longo do contínuo do ambiente resultando em uma taxa de substituição de espécies no espaço (Diversidade β) (Whittaker 1970) e ambientes mais próximos tendem a possuir comunidades mais similares do que aqueles mais distantes entre si no espaço geográfico (Rocha *et al.* 2008). O efeito isolado do espaço também apresentou a menor contribuição para a estruturação das assembleias de anuros associadas a ambientes ripários na Austrália e em Borneo (Parris 2004, Keller *et al.* 2009). Porém, os resultados contrastam com estudos prévios realizados com assembleias de anuros adultos de folhiço, arborícolas e de poças. Ernst & Rödel (2008) encontraram que o efeito da distância foi suficiente para explicar a variação na composição das assembleias e sugeriram que os anuros florestais de hábito arborícola e de folhiço apresentam menor resistência à matriz florestal que habitam, favorecendo o processo de dispersão. Por outro lado, a estrutura das assembleias de anuros de poça em um ambiente florestal não foi afetada pelo efeito do espaço (Iop *et al.* 2012), indicando que a dispersão não é um mecanismo importante para estruturação daquelas assembleias. Os resultados demonstram que os processos relacionados à heterogeneidade espacial contribuíram, em menor extensão, para entender a estrutura das assembleias de girinos da REGUA e sugere que os seus adultos possuem uma capacidade de dispersão relativamente baixa. Entretanto, o mecanismo de dinâmica espacial atuando dentro do sistema em questão merece maior atenção em estudos futuros, uma vez que as espécies encontradas apresentam diferenças na preferência pelo habitat durante a fase adulta (e.g. exclusivos do folhiço, do extrato arbóreo e

de riachos) e, conseqüentemente, diferentes habilidades e estratégias de dispersão. A correspondência entre os resultados aqui apresentados e aqueles encontrados para as assembleias de anuros ripários na fase adulta, somada às diferenças em relação às assembleias de diferentes habitats (e.g. poça, folhiço e extrato arbóreo), reforçam a hipótese de que as assembleias de anuros associadas a diferentes ambientes apresentam diferentes estratégias e habilidades de dispersão.

Uma porção relativamente elevada da variação temporal da heterogeneidade ambiental foi espacialmente estruturada. Este resultado reflete a relação entre as espécies e as variáveis do ambiente que são espacialmente estruturadas (Borcard *et al.* 1992) e demonstra a dificuldade de se isolar os efeitos ambientais e espaciais em estudos empíricos (Dutilleul 1993, Parris 2004). Em contraste com os resultados apresentados neste capítulo, Keller *et al.* (2009) encontrou uma porção irrelevante de estrutura espacial nas variáveis ambientais afetando a resposta das assembleias de anuros ripários em Borneo e sugeriu que o mosaico de manchas de habitats encontrado resultou da topografia acidentada da área de estudo. Apesar dos riachos amostrados no presente estudo serem localizados em uma região de topografia acidentada, os resultados indicaram que os trechos amostrados estavam mais próximos de representar um gradiente, do que uma distribuição de habitats em manchas. Essas diferenças podem estar relacionadas a diferentes padrões espaciais nas relações entre a topografia e as variáveis ambientais nas florestas do Brasil e de Borneo, ou, alternativamente, a diferenças relacionadas ao delineamento amostral dos estudos. A amostragem de intervalos de riachos de menor extensão no presente estudo pode ter favorecido a detecção de um gradiente.

Quando removi o efeito da posição geográfica, a maior parte da variação nas assembleias de girinos foi explicada pela variação temporal na heterogeneidade ambiental. Este resultado está de acordo com a hipótese do controle ambiental (Gleason 1926, Parris 2004, Keller *et al.* 2009), indicando que espécies com requerimentos ambientais semelhantes ocorrem em riachos semelhantes. O modelo demonstrou que as espécies apresentaram respostas lineares e/ou unimodais a um elevado número de variáveis relacionadas à morfometria (e.g. hidroperíodo, largura, profundidade, cobertura de dossel, proporção de folhiço e rochas) quando comparado aos parâmetros limnológicos dos riachos (e.g. condutividade e temperatura). Assembleias de anuros na fase adulta respondem fortemente a características morfométricas (e.g. largura, profundidade, velocidade da água) de pequenos riachos na Mata Atlântica do sul do Brasil (Vilella *et al.* 2004). Embora estudos sobre a influência das variáveis limnológicas sobre a composição das assembleias de girinos ainda

sejam escassos na região neotropical (e.g. Gascon 1991, Lajmnovich 2000, Vilella *et al.* 2004, Oliveira & Eterovick 2009), os resultados encontrados até o momento demonstram que as variáveis químicas da água apresentam uma menor contribuição para a estruturação das assembleias de girinos (Gascon 1991, Lajmnovich 2000, Eterovick 2003, Vilella *et al.* 2004). Por outro lado, tanto as assembleias de girinos (Eterovick & Barata 2006, Souza & Eterovick 2011, Strauß *et al.* 2013, presente estudo), quanto de anuros na fase adulta (Parris & McCarthy 1999, Parris 2004, Afonso & Eterovick 2007, Keller *et al.* 2009), respondem fortemente às características relacionadas à morfometria dos riachos.

A Mata Atlântica abriga a mais elevada diversidade de modos reprodutivos em anuros (Haddad & Prado 2005) o que levou a evolução de comportamentos reprodutivos especializados com requerimentos específicos relacionados às características do habitat que permitam a reprodução. Espécies pertencentes aos gêneros *Aplastodiscus*, *Crossodactylus* e *Hylodes* apresentam modos reprodutivos associados a comportamentos complexos e requerimentos específicos relacionados ao habitat (e.g. condições específicas de substrato para construção de ninho, tipo de substrato específico para empoleirar durante a corte) (Weygoldt & Carvalho-e-Silva 1992, Haddad & Giaretta 1999, Hartmann *et al.* 2004). A partir dos resultados encontrados, sugiro que a resposta das assembleias de girinos a um maior número de variáveis associada a morfometria dos riachos é, em parte, resultado da relação entre o comportamento reprodutivo das espécies, os requerimentos específicos dos adultos em relação ao habitat.

3.3.2 Correlações das assembleias de girinos com as variáveis ambientais

A ordenação das assembleias de girinos da REGUA revelou que a composição de espécies se alterou completamente com mudanças em apenas duas características relacionadas à morfometria dos riachos: a proporção de folhiço e de rochas. Adicionalmente, o gradiente gerado pelas proporções de rocha e de folhiço disponíveis também representaram a transição entre riachos permanentes e intermitentes. Assim, espécies exclusivas de ambientes permanentes (e.g. todas as espécies de *Hylodes* mais *S. flavoguttatus*) responderam positivamente as variações nas proporções de rochas disponíveis nos riachos, enquanto as espécies encontradas nos riachos intermitentes (e.g. *P. signifer*, *P. boiei*, *R. ornata* e *S. albicans*) responderam positivamente as variações na proporção de folhiço. A escolha do microhabitat pelos girinos pode estar relacionada com os seus hábitos alimentares, a

adaptações morfológicas (Inger *et al.* 1986, Strauß *et al.* 2013), a presença de predadores (Kopp *et al.* 2006) e ao comportamento reprodutivo dos adultos (Magnusson & Hero 1991). Embora as assembleias de girinos frequentemente não apresentem preferências rígidas pelo microhabitat no sudeste do Brasil (Eterovick & Barros 2003, Eterovick & Barata 2006), os resultados indicam que as assembleias de girinos da REGUA apresentaram preferências pela disponibilidade de substratos específicos, variando num gradiente entre riachos com fundo predominantemente rochoso, com baixa disponibilidade de folhiço, até aqueles que apresentaram poucas rochas e um elevado acúmulo de folhiço no fundo. O tipo do substrato e a disponibilidade de microhabitats mais utilizados pelos anuros foram características importantes influenciando a distribuição de adultos em riachos no estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil (Oliveira & Eterovick 2009, Souza & Eterovick 2011). Sugiro que o comportamento dos adultos (e.g. preferências rígidas em relação à escolha do habitat) está contribuindo, em parte, para gerar o padrão de uso dos riachos pelos girinos, especialmente para as espécies do gênero *Hylodes*. A associação entre os adultos de *Hylodes* com riachos de fundo rochoso e o uso de microhabitats de rocha como sítio para atividade de canto e como abrigo é bem documentada (e.g. Haddad & Girareta 1999, Hartmann *et al.* 2005). No campo, observei frequentemente adultos de *H. pipilans* e *H. charadranaetes* vocalizando sobre ou entre as rochas (obs. pess.). Portanto, acredito que a preferência por riachos de fundo rochoso apresentada pelas espécies de *Hylodes* foi parcialmente responsável pelo padrão de uso dos riachos pelos seus girinos, ressaltando a importância de estudos que avaliem as associações entre as espécies e o seu habitat e microhabitat para melhor compreensão da organização das assembleias de anuros adultos e de seus girinos em ambientes de riacho.

Os resultados demonstraram que, simultaneamente a troca de espécies proporcionada pelo gradiente gerado pela proporção de folhiço e de rochas, o *turnover* de espécies nas assembleias de girinos também seguiu um gradiente de profundidade, largura e hidroperíodo. As assembleias de girinos responderam fortemente a características relacionadas ao tamanho do habitat. Em poças, as assembleias de girinos respondem fortemente ao hidroperíodo e a profundidade (Heyer *et al.* 1975, Werner *et al.* 2007, Both *et al.* 2009). Neste estudo, a intermitência no regime hídrico foi um fator importante limitando a ocorrência de girinos das espécies do gênero *Hylodes*, os quais os dados sugerem que dependem de riachos permanentes (provavelmente tanto adultos quanto girinos). A ocorrência de *Hylodes* em córregos nas florestas tem sido, de forma geral, associada à presença de águas límpidas lóxicas e fundo rochoso (e.g. Haddad & Girareta 1999). Os dados demonstram que a intermitência

do corpo d'água constitui uma limitação adicional para explicar a distribuição destes hilodídeos em riachos no interior da floresta. Adicionalmente, o tamanho dos riachos também é importante para distinguir as assembleias de adultos em diferentes localidades, como na Austrália (Parris & McCarthy 1999, Parris 2004) e em assembleias de girinos em Madagascar (Strauß *et al.* 2010, Strauß *et al.* 2013) e no Brasil (Eterovick & Barata 2006). Nos riachos da REGUA, os resultados mostraram que a troca de espécies nas assembleias de girinos também respondeu ao gradiente gerado pelos descritores relacionados ao tamanho do riacho (*e.g.* largura, profundidade), demonstrando a sua importância na estruturação das assembleias de girinos na Mata Atlântica.

A condutividade e a temperatura da água foram importantes para entender a organização das assembleias de girinos da REGUA. As características limnológicas da água podem limitar a abundância e a ocorrência de girinos devido a restrições fisiológicas (Smith *et al.* 2007, Barth & Wilson 2010). As características limnológicas apresentaram pouca influência sobre a distribuição de girinos de um riacho na Argentina (Lajmnoivch 2000). Alternativamente, a condutividade influenciou a distribuição dos girinos em rios de diferentes ordens no estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil (Oliveira & Eterovick 2009). Em ambientes lênticos, como poças, o oxigênio dissolvido (Peltzer & Lajmnovich 2004), a temperatura e a condutividade (Both *et al.* 2009) são importantes características da água afetando as assembleias locais de girinos. Os resultados mostraram que a troca de espécies nas assembleias de girinos nos riachos da REGUA também se distribuiu ao longo de um gradiente que variou de riachos intermitentes com temperaturas e condutividade elevadas, até riachos permanentes com baixas medidas destas variáveis. Levando-se em consideração que nós detectamos efeitos unimodais da condutividade e da temperatura durante a análise da partição da variância nas assembleias, os resultados sugerem que a temperatura e a condutividade podem exercer um efeito limitante (*e.g.* resposta unimodal) sobre algumas das espécies registradas neste estudo.

Neste estudo, os efeitos locais da variação temporal da heterogeneidade ambiental e da localização geográfica dos riachos explicaram conjuntamente mais da metade da variação observada nas assembleias de girinos. Este resultado corrobora tanto a hipótese do controle ambiental, como a hipótese do controle biótico de comunidades e indica que a variação temporal da heterogeneidade ambiental e a variação na posição geográfica são importantes para a estruturação local de assembleias de girinos. Os resultados também permitiram distinguir entre assembleias de girinos exclusivas de riachos permanentes, exclusivas de

riachos intermitentes e aquelas que foram registradas nos dois tipos de riachos. Os processos de escala local nem sempre são correlacionados com processos de escala regional (e.g. McLaughlin & Bowers 2006, Harrison & Cornell 2008). Portanto, os processos de escala local são capazes de regular a diversidade e a coexistência de espécies tanto local como regionalmente (Brooker *et al.* 2009), ressaltando a importância de estudos locais. Os resultados deste capítulo são relevantes para compreender em que extensão os efeitos da variação temporal na heterogeneidade ambiental e de processos espaciais afetam localmente a estruturação de assembleias de girinos, o estágio de vida mais sensível dos anuros e que ainda permanece pouco estudado nos riachos de Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

- Afonso LG, Eterovick PC. 2007. Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 41: 949-963.
- Aichinger M. 1987. Annual activity patterns of anurans in seasonal neotropical environment. *Oecologia* 71: 583-592.
- Alford RA 1999. Ecology: Resource use, competition and predation. Pp. 240-278. *In*: McDiarmid RW, Altig R, editores. Tadpoles. The biology of anuran larvae. Chicago and London: The University of Chicago Press. p 240-278.
- Almeida-Gomes M, Laia RC, Hatano FH, Van Sluys M, Rocha CFD. 2012 Population dynamics of tadpoles of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in the Atlantic Rainforest of Ilha Grande, southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 46: 2725-2733
- Almeida-Gomes M, Van Sluys M, Rocha CFD. 2007. Calling activity of *Crossodactylus aeneus* (Anura: Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Belgian Journal of Zoology* 137: 203-207.
- Altig R, Johnston GF. 1989. Guilds of anuran larvae: relationships among developmental modes, morphologies, and habitats. *Herpetological Monographs* 3: 81-109.
- Altig R, McDiarmid RW. 1999. Body Plan: Development and Morphology. *In*: McDiarmid RW, Altig R, editores. Tadpoles. The Biology of Anuran Larvae. Chicago, London: University of Chicago Press. p 24-51.
- Altig R, Whiles MR, Taylor CL. 2007. What do tadpoles really eat? Assessing the trophic status of an understudied and imperiled group of consumers in freshwater habitats. *Freshwater Biology* 52: 386-395.
- Altig R. 2007. A primer for the morphology of anuran tadpoles. *Herpetological Conservation Biology* 2: 71-74.
- Andrade EVE, Palhas IJL, Moura GJB. 2014. Diurnal habitat segregation by tadpoles in two temporary ponds in an Atlantic Rainforest remnant, Northeastern Brazil. *Hydrobiologia* 723: 181-194.
- Azevedo-Ramos C, Magnusson WE, Bayliss P. 1999. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in central Amazonia. *Copeia* 1999: 22-33.
- Azevedo-Ramos C, Van Sluys M, Magnusson WE, Hero JM. 1992. Influence of tadpole movement on predation by odonate naiads. *Journal of Herpetology* 26: 335-338.
- Azevedo-Ramos CBA, Magnusson WE. 1999. Tropical tadpole vulnerability to predation: association between laboratory results and prey distribution in an Amazonian Savanna. *Copeia* 1999: 58-67.
- Barreto L, Moreira G. 1996. Seasonal variation in age structure and spatial distribution of a Savanna larval anuran assemblage in central Brazil. *Journal of Herpetology* 30: 87-92.

- Barth BJ, Wilson RS. 2010. Life in acid: interactive effects of pH and natural organic acids on growth, development and locomotor performance of larval striped marsh frogs (*Limnodynastes peronii*). *Journal of Experimental Biology* 213: 1293-300.
- Bell G. 2008. Selection: the mechanism of evolution. Oxford: Oxford University Press. 553p.
- Bernardo CSS, Lloyd H, Bayly N, Galetti M. 2011. Modelling post-release survival of reintroduced red-billed curassows *Crax blumenbachii*. *IBIS* 153: 562-572.
- Bertoluci J, Brassalot RA, Ribeiro JWJr, Vilela VMFN, Sawakuchi HO. 2007. Species composition and similarities among anuran assemblages of forest sites in southeastern Brazil. *Scientia Agricola* 64: 364-374.
- Blanchet FG, Legendre P, Borcard D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology* 89: 2623-2632.
- Boquimpani-Freitas L, Marra RV, Van Sluys M, Rocha CFD. 2007. Temporal niche of acoustic activity in anurans: interspecific and seasonal variation in a neotropical assemblage from south-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 28: 269-276.
- Borcard D, Gillet F, Legendre P. 2012. Numerical ecology with R. New York: Springer. p 306.
- Borcard D, Legendre P, Avois-Jacquet C, Tuomisto H. 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology* 85: 1826-1832.
- Borcard D, Legendre P, Drapeau P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73: 1045-1055.
- Borcard D, Legendre P. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbor matrices. *Ecological Modelling* 153: 51-68.
- Borges Júnior VNT, Rocha CFD. 2013. Tropical tadpole assemblages: which factors their structure and distribution? *Oecologia Australis* 17: 217-228.
- Borges Júnior VNT. 2007. Ecologia de girinos e adultos de *Aplastodiscus eugenioi* (Anura: Hylidae) na Mata Atlântica da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 104p.
- Both C, Solé M, Santos TG, Cechin SZ. 2009. The role of spatial and temporal descriptors for neotropical tadpole communities in southern Brazil. *Hydrobiologia* 624: 125-138.
- Both, C, Cechin S, Melo AS, Hartz SM. 2011. What control tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands? *Austral Ecology* 36: 530-536.
- Bray RJ, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Brooker, R.W., Callaway, R.M., Lohengrin, A.C., Kidvidze, Z., Lortie, C.J., Michalet, R., Pugnaire, F.I., Valient-Banuet, & Whitham, T.G. 2009. Don't diss integration: a comment on

Ricklefs's disintegrating communities. *The American Naturalist* 174: 919-927.

Buckley LB, Jetz W. 2007. Environmental and historical constraints on global patterns of amphibian richness. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 1167-1173.

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

Clements FE. 1936. Nature and structure of the climax. *Journal of Ecology* 24: 252-284.

Colón-Gaud C, Whiles MR, Brenes R, Kilham SS, Lips KR, Pringle CM, Connolly S, Peterson SD. 2010. Potencial funcional redundancy and resource facilitation between tadpoles and insect grazers in tropical headwater streams. *Freshwater Biology* 55: 2077-2088.

Colón-Gaud C, Whiles MR, Kilham SS, Lips KR, Pringle CM, Connolly S, Peterson SD. 2009. Assessing ecological responses to catastrophic amphibian declines: patterns of macroinvertebrate production and food web structure in upland Panamanian streams. *Limnology and Oceanography* 54: 331-343.

Connolly S, Pringle CM, Bixby RJ, Brenes R, Whiles MR, Lips KR, Kilham S, Huryn AD. 2008. Changes in stream primary producer communities resulting from large-scale catastrophic amphibian declines: can small scale experiments predict effects of tadpole loss? *Ecosystems* 11: 1262-1276.

Costa PN, Lourenço ACC, Almeida-Santos P, Van Sluys M. 2010a. Tadpole of the hylid frog *Bokermannohyla gouveai* (Peixoto & Cruz, 1992). *Zootaxa* 2418: 61-64.

Costa PN, Silva-Soares T, Weber LN, Carvalho-e-Silva AMPT. 2010b. Redescription of tadpole of the hylodid frog *Hylodes asper* (Müller, 1924). *Zootaxa* 2521: 65-68.

Costa PN, Siqueira CC, Vrcibradic D, Weber LN, Rocha CFD. 2010c. The tadpole of the hylodid frog *Hylodes charadranaetes* Heyer and Cocroft, 1986. *Zootaxa* 2680: 65-68.

Crump ML. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *University of Kansas, Museum of Natural History. Miscellaneous Publications* 61:1-68.

Crump ML. 1983. Opportunistic cannibalism by amphibian larvae in temporary aquatic environments. *The American Naturalist* 121: 281-289.

Davic RD, Welsh HH. 2004. On the ecological roles of salamanders. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 405-434.

Diamond J. 1975. Assembly of species communities. *In: Cody ML, Diamond J, editors. Ecology and evolution of communities.* Cambridge and Massachusetts: Harvard University Press. p 3432-444.

Dray S, Legendre P, Blanchet G. 2013. Packfor: forward selection with permutation (Canoco p. 46). R package version 0.0-8/r109. Disponível em: <http://R-Forge.R-project.org/projects/sedar/>.

Duellman WE. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 79-104.

Duellman WE. 1989. Alternative life-history styles in anuran amphibians: evolutionary and ecological implications. *In*: Burton MN, editor. *Alternative life-history styles of animals*. Dordrecht: Academic Publisher. p 101-126.

Duellman WE. 1999. Global distribution of amphibians: patterns, conservation, and challenges. Pp. 1-30. *In*: Duellman WE, editor. *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press.

Dutilleul P. 1993. Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. *Ecology* 74: 1646-1658.

Ernst R, Rödel MO. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology* 24: 111-120.

Esheverría DD, Volpedo AV, Masciti VI. 2007. Diet of tadpoles from a pond in Iguazu National Park, Argentina. *Gayana* 71: 8-14.

Eterovick PC, Barata IM. 2006. Distribution of tadpoles within and among Brazilian streams: the influence of predator, habitat size and heterogeneity. *Herpetologica* 62: 365-377.

Eterovick PC, Barros IS. 2003. Niche occupancy in South eastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *Journal of Tropical Ecology* 19: 439-448.

Eterovick PC, Fernandes GW. 2001. Tadpole distribution within montane meadow streams at the Serra do Cipó, south-eastern Brazil: ecological or phylogenetic constraints? *Journal of Tropical Ecology* 17: 683-693.

Eterovick PC, Rievers CR Kopp K, Wachlevski M, Franco BP, Dias CJ, Barata IM, Ferreira ADM, Afonso LG. 2010b. Lack of phylogenetic signal in the variation in anuran microhabitat use in southeastern Brazil. *Evolutionary Ecology* 24: 1-24

Eterovick PC. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19: 219-228.

Eterovick, P.C. & Ferreira, A.D.M. 2008. Breeding habitat and microhabitat choice by male and female frogs: are there differences between sexes and seasons? *Herpetologica*, 64: 397-405, doi: 10.1655/08-025R1.1

Eterovick, P.C.; Lazarotti, I.; Franco, B.P. & Dias, C.J. 2010a. Seasonal variation of tadpole spatial niches in permanent streams: the role of predation risk and microhabitat availability. *Austral Ecology*, 35: 879-887, doi: 10.1111/j.1442-9993.2009.02094.x

Eterovick, PC, Sazima I. 2000. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia*, 21: 439-461.

- Fatorelli P, Costa PN, Laia RC, Almeida-Santos M, Van Sluys M, Rocha CFD. 2010. Description, microhabitat and temporal distribution of the tadpoles of *Proceratophrys tupinamba* Prado and Pombal, 2008. *Zootaxa* 2684: 57-62.
- Fatorelli PC, Rocha CFD. 2008. O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões. *Oecologia brasiliensis*, 12: 733-742, doi: 10.4257/141
- Fatorelli PC. 2011. Ocorrência e distribuição espacial e temporal das larvas de anuros (Amphibia) em diferentes sistemas aquáticos da Ilha Grande (Rio de Janeiro). [Tese de Doutorado]. [Rio de Janeiro] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 163p.
- Flecker AS, Feifarek BP, Taylor BW. 1999. Ecosystem engineering by a tropical tadpole: density- dependent effects on habitat structure and larval growth rates. *Copeia* 2: 495-500.
- Frost DR, Grant T, Faivovich J, Bain RH, Haas A, Haddad CFB, de Sá RO, Channing A, Wilkinson M, Donnellan SC, Raxworthy CJ, Campbell JA, Blotto BL, Moler P, Drewes RC, Gascon C. 1989. Predator-prey size interactions in tropical ponds. *Revista Brasileira de Zoologia* 6: 701-706.
- Gascon C. 1989. Predator-prey size interactions in tropical ponds. *Revista Brasileira de Zoologia* 6: 701-706.
- Gascon C. 1991. Population- and community-level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology* 72: 1731-1746.
- Gascon C. 1992a. The effects of reproductive phenology on larval performance traits in a three-species assemblage of Central Amazonian tadpole. *Oikos* 65: 307-313.
- Gascon C. 1995. Tropical larval anuran fitness in the absence of direct effects of predation and competition. *Ecology* 76: 2222-2229.
- Gleason HA. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53: 1-20.
- Gonzales SC, Touchon JC, Vonesh JR. 2011. Interactions between competition and predation shape early growth and survival of two neotropical Hylidae tadpoles. *Biotropica* 43: 633-639.
- Gosner KL. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Gottsberger B, Gruber E. 2004. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community. *Journal of Tropical Ecology* 20: 271-280.
- Haas A. 2003. Phylogeny of frogs as inferred from primarily larval characters (Amphibia: Anura). *Cladistics* 19: 23-89.
- Haddad CFB, D'Heursel A. 1999. Unpalatability of *Hyla semilineata* tadpoles (Anura) to captive and free ranging vertebrates predators. *Ethology Ecology & Evolution* 11: 339-348.

- Haddad CFB, Prado CPA. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *Bioscience* 55: 207-217.
- Harrison S, Cornell H. 2008. Toward a better understanding of the regional causes of local community richness. *Ecology Letters* 11: 969-979.
- Hartmann MT, Giasson LOM, Hartmann PA, Haddad CFB. 2005. Visual communication in Brazilian species of anurans from the Atlantic forest. *Journal of Natural History* 39: 1675-1685.
- Hartmann MT, Hartmann PA, Haddad CFB. 2004. Visual signaling and reproductive biology in a nocturnal treefrog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 25: 395-406.
- Hatano FH, Rocha CFD, Van Sluys M. 2002. Environmental factors affecting calling activity of tropical diurnal frog *Hylodes phyllodes* (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36: 314-318.
- Hawley T.J. 2009. The ecological significance and incidence of intraguild predation and cannibalism among anurans in ephemeral tropical pools. *Copeia* 2009: 748-757.
- Hawley TJ. 2010. Influence of forest cover on tadpole vital rates in two tropical treefrogs. *Herpetological Conservation and Biology* 5: 233-240.
- Hero JM, Gascon C, Magnusson WE. 1998. Direct and indirect effects of predation on tadpole community structure in the Amazon rain forest. *Australian Journal of Ecology* 23: 474-482.
- Hero JM, Magnusson WE, Rocha CFD, Catterall CP. 2001. Anti-predator defense influence the distribution of amphibian prey species in the Central Amazon rain forest. *Biotropica* 33: 131-141.
- Hero JM. 1990. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazon rainforest, Manaus, Amazonas, Brazil. *Amazonia* 9: 201-262.
- Heyer WR, McDiarmid RW, Weigmann DL. 1975. Tadpoles, predation, and pond habitats in the tropics. *Biotropica* 7: 100-111.
- Heyer WR. 1973. Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. *Journal of Herpetology* 7: 337-361.
- Heyer WR. 1974. Niche measurements of frog larvae from a seasonal tropical location in Thailand. *Ecology* 55: 651-656.
- Heyer WR. 1976. Studies in larval amphibian habitat partitioning. *Smithsonian Contributions to Zoology* 242: 1-27.
- Hödl W. 1990. Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte der Zoologie* 38: 41-60.

- Holmes RT, Sherry TW, Sturges FW. 1986. Bird community dynamics in a temperate deciduous forest: long-term trends at Hubbard Brook. *Ecological Monographs* 56: 201-220.
- Inger R.F, Voris HK, Frogner KJ. 1986. Organization of a community of tadpoles in rain forest streams in Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 2: 193-205.
- Inger RF, Voris HK. 1993. A comparison of amphibian communities through time and from place to place in Bornean forests. *Journal of Tropical Ecology* 9: 409-433.
- Inger RF. 1986. Diet of tadpoles living in a Bornean rain Forest. *Atyles* 5: 153-164.
- Inger RF. The systematics and zoogeography of the amphibian of Borneo. *Fieldiana: Zoology* 52: 1-402.
- Iop S, Caldart VM, Santos TG, Cechin SZ. 2012. What is the role of heterogeneity and spatial autocorrelation of ponds in the organization of frog communities in southern Brazil? *Zoological Studies* 51: 1094-1104.
- Keller A, Rödel MO, Linsenmair KE, Grafe TU. 2009. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblage structure in Bornea stream frogs. *Journal of Animal Ecology* 78: 305-314.
- Kopp K, Eterovick PC. 2006. Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in south eastern Brazil. *Journal of Natural History* 40: 1813-1830.
- Kopp K, Wachlevski M, Eterovick PC. 2006. Environmental complexity reduces tadpole predation by water bugs. *Canadian Journal of Zoology*, 84: 136-140, doi: 10.1139/Z05-186.
- Laia RC, Fatorelli P, Hatano FH, Rocha CFD. 2010. Tadpole of *Hylodes fredei* (Anura; Hylodidae), a frog endemic to an Atlantic Forest island (Ilha Grande, Rio de Janeiro State), Brazil. *Zootaxa* 2640: 62-64.
- Laia RC, Rocha CFD. 2012. Adults and tadpoles of species of Hylodidae (Anura): History and taxonomy perspectives. *Zoologia* 29: 89-94.
- Lajmanovich RC. 2000. Interpretación ecológica de una comunidad larvaria de anfibios anuros. *Interciencia* 25: 71-79.
- Landeiro VL, Magnusson WE, Melo AS, Espírito-Santo HVM, Bini LM. Spatial eigenfunction analyses in stream networks: do watercourse and overland distances produce different results? *Freshwater Biology* 56: 1184-1192.
- Lane SJ, Mahony MJ. 2002. Larval anurans with synchronous and asynchronous developmental periods: contrasting responses to water reduction and predator presence. *Journal of Animal Ecology* 71: 780-792.
- Larson PM, de Sá RO. 1998. Chondrocranial morphology of *Leptodactylus* larvae (Leptodactylidae: Leptodactylinae): Its utility in phylogenetic reconstruction. *Journal of Morphology* 238: 287-305.

- Legendre P, Gallagher ED. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.
- Legendre P, Legendre LFJ. 2012. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier. 853p.
- Leibold MA, Holyoak M, Mouquet N, Amarasekare P, Chase JM, Hoopes MF, Holt RD, Shurin JB, Law R, Tilman D, Loreau M, Gonzalez A. 2004. The metacommunity concept: framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters* 7: 601-613.
- Leite FSF, Pacheco BG, Eterovick PC. 2008. Development and demography of *Phasmahyla jandaia* (Bokermann and Sazima, 1978) tadpoles in an Atlantic Forest site, southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 42: 2777-2791.
- Lima AMX, Garey MV, Noleto RB, Verdade VK. 2010. Natural history of the Lutz's frog *Cycloramphus lutzorum* Heyer, 1983 (Anura: Cycloramphidae) in the Brazilian Atlantic Forest: description of the advertisement call, tadpole, and karyotype. *Journal of Herpetology* 44: 360-371.
- Lips KR, Savage JM. 1996. Key to known Tadpoles (Amphibia: Anura) of Costa Rica. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31: 17-26.
- Machado IF, Maltchik L. 2007. Check-list da diversidade de anuros no Rio Grande do Sul, Brasil e proposta de classificação para as formas larvais. *Neotropical Biology and Conservation* 2: 101-116.
- Magnusson WE, Hero JM. 1991. Predation and the evolution of complex oviposition behavior in Amazon rainforest frogs. *Oecologia*, 86: 310-318.
- McDiamird RW, Altig R. 1999. *Tadpole. The Biology of anuran larvae*. Chicago and London: The University of Chicago Press. 444p.
- McIntosh RP. 1995. H.A. Gleason's 'individualistic concept' and theory of animal communities: continuing controversy. *Biological Reviews* 70: 317-357.
- McIntyre PB, Baldwin S, Flecker AS. 2004. Effects of behavioral and morphological plasticity on risk of predation in a Neotropical tadpole. *Oecologia* 141: 130-138.
- McLaughlin SP, Bowers JE. 2006. Plant species richness at different scales in native and exotic grasslands in southeastern Arizona. *Western North American Naturalist* 66: 209-221.
- Moreira LFB, Machado IF, Garcia TV, Maltchik L. 2010. Factors influencing anuran distribution in coastal dune wetlands in southern Brazil. *Journal of Natural History* 44: 1493-1507.
- Muniz KPR, Giaretta AA, Silva WR, Facure KG. 2008. Auto ecologia de *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) em área de Cerrado no sudeste do Brasil. *Iheringia* 98: 254-259.
- Murphy PJ. 2003. Context-dependent reproductive site choice in a neotropical frog. *Behavioral Ecology* 14: 626-633.

Newman RA. 1992. Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis. *Biosciences* 42: 671-678.

Nussbaum RA, Lynch JD, Green DM, Wheeler WC. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297: 1-371.

Odentaal FJ, Bull CM. 1983. Water movements, tadpoles competitions and limits to the distribution of the frogs *Ranidella riparia* and *R. signifera*. *Oecologia* 57: 361-367.

Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens HH, Wagner H. 2013. Vegan: community ecology package. R package version 2.0-7. Disponível em: <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.

Oliveira FFR, Eterovick PC. 2009. The role of river longitudinal gradients, local and regional attributes in shaping frog assemblages. *Acta Oecologica* 35: 727-738.

Parris KM, McCarthy MA. 1999. What influences the structure of frogs assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology* 24: 495-502.

Parris KM. 2004. Environmental and spatial variables influencing the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography* 27: 392-400.

Patterson JW, McLachlan AJ. 1989. Larval habitat duration and size at metamorphosis in frogs. *Hydrobiologia* 171: 121-126.

Peixoto OL. 1995. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata Atlântica. *Revista da Universidade Rural, Série Ciências da Vida* 17: 75-83.

Peltzer PM, Lajmanovich RC. 2004. Anuran tadpole assemblages in riparian areas of the middle Paraná River, Argentina. *Biodiversity and Conservation* 13: 1833-1842.

Peres-Neto PR, Legendre P, Dray S, Borcard D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: Estimation and comparison of fractions. *Ecology* 87: 2614-2625.

Piatti L, Amaro PMO, Araújo JFJ, Sanches VQA, Bernarde PS. 2012. Anurans of a disturbed area in Jarú, Rondônia, Brazil. *Check List* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 8: 83-87. Disponível em: www.checklist.org.br

Pierce BA. 1985. Acid tolerance in amphibians. *Bioscience* 35: 239-43.

Pombal Jr J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Biology* 52: 217-229.

Pombal JR JP, Haddad CFB. 2005. Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Papeis Avulsos de Zoologia* 45: 201-213.

- Prado VHM, Fonseca MG, Almeida FVR, Necchi O Jr, Rossa-Feres DC. 2009. Niche occupancy and the relative role of microhabitat and diet in resource partitioning among pond dwelling tadpole. *South American Journal of Herpetology* 4: 275-285.
- Provetes DB, Garey MV, da Silva FR, Jordani MX. 2012. Knowledge gaps and bibliographical revision about descriptions of free-swimming anuran larvae from Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 8: 283-286.
- Provetes DB, Garey MV, Silva FR, Rossa-Feres DC. 2011 Anuranfauna from northwestern region of the State of São Paulo: species list and taxonomic key for adults. *Biota Neotropica* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 11: 377-391. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?identification-key+bn01111022011>
- Pryor GS. 2003. Growth rates and digestive abilities of bullfrog tadpoles (*Rana catesbeiana*) fed algal diets. *Journal of Herpetology* 37: 560-566.
- Ranvestel AW, Lips KR, Pringle CM, Whiles MR, Bixby RJ. 2004. Neotropical tadpoles influence stream benthos: evidence for the ecological consequences of decline in amphibian populations. *Freshwater Biology* 49: 274-285.
- Ratnasingham S, Herbert PDN. 2007. The barcode of life data system (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes* 7: 355-364.
- Regester KJ, Lips KR, Whiles MR. 2006. Energy flow and subsidies associated with the complex life cycle of ambystomatid salamanders in ponds and adjacent forest in southern Illinois. *Oecologia* 147: 303-314.
- Relyea RA. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications* 15: 618-627.
- Ribeiro RS, Egito GTBT, Haddad CFB. 2005. Chave e identificação: anfíbios anuros da vertente de Jundiá da Serra do Japi, estado de São Paulo. *Biota Neotropica* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 5: 1-15. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?identification-key+bn03005022005>
- Richards, S.J. 2002. Influence of flow regime on habitat selection by tadpoles in an Australian rainforest stream. *Journal of Zoology* 257: 237-279.
- Ricklefs RE, Schluter D. 1993. *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. Chicago and Illinois: University of Chicago Press. 414p.
- Rico M, Rocha CFD, Borges-Júnior VNT, Van Sluys M. 2004. Breeding ecology of *Scinax trapicheiroi* (Anura, Hylidae) at a creek in the Atlantic Rainforest of Ilha Grande, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 25: 277-286.
- Rocha CFD, Hatano FH, Vrcibradic D, Van Sluys M. 2008. Frog species richness, composition and β -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. *Brazilian Journal of Biology* 68: 631-637.

Rodrigues DJ, Lima AP, Magnusson WE, Costa FRC. 2010. Temporary pond availability and tadpole species composition in Central Amazon. *Herpetologica* 66: 124-130.

Rossa-Feres DC, Jim J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. *Brazilian Journal of Biology* 54: 323-334.

Rossa-Feres DC, Nomura F. 2006. Characterization and taxonomic key for tadpoles (Amphibia: Anura) from the northwestern region of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 6: 1-26. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?identification-key+bn00706012006>

Roughgarden J. 1976. Resource partitioning among competing species—a co-evolutionary approach. *Theoretical Population Biology* 9: 388-424.

Salthe, S.N. & Duellman, W.E. 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In: Vial JL, editor. *Evolutionary biology of the anurans. Contemporary research on major problems*. Columbia: University of Missouri Press. p 229-249.

Santos TG, Rossa-Feres DC, Casatti L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia* 97: 37-49.

Santos TG, Vasconcelos TS, Rossa-Feres DC, Haddad CFB. 2009. Anurans of a seasonally dry tropical forest: Morro do Diabo State Park, São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History* 43: 973-993.

São Pedro VA, Drummond LO, Costa HC, Fernandes VD, Feio, R. 2008. Predação de embriões por girinos de *Bokermannohyla alvarengai* (Anura: Hylidae) e, riacho temporário na Serra do Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Melo Leitão* 24: 111-118.

SBH. 2012. Brazilian amphibians. [Internet]. [Citado em 9 de outubro de 2012]. Disponível em: www.sbherpetologia.org.br

Schiesari L, Gordo M, Hödl W. 2003. Treeholes as calling, breeding, and developmental sites for the Amazonian Canopy Frog, *Phrynohyas resinificatrix* (Hylidae). *Copeia* 2: 263-272.

Schmidt BR, Amézquita A. 2001. Predator induced behavioral responses: tadpoles of the neotropical frog *Phyllomedusa tarsius* do not respond to all predators. *Herpetological Journal* 11: 9-15.

Semlitsch RD, Bodie JR. 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology* 17: 1219-1228.

Silva FR, Candeira CP, Rossa-Feres DC. 2012. Dependence of anuran diversity on environmental descriptors in farmland ponds. *Biodiversity and Conservation* 21: 1411-1424.

Silva FR. 2010. Evaluation of survey methods for sampling anuran species richness in the neotropics. *South American Journal of Herpetology* 5: 212-220.

- Silva MB, Juncá FA. 2006. Oophagy in tadpoles of *Leptodactylus troglodytes* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 6: 89-91.
- Smith MJ, Schreiber ESG, Scroggie MP, Kohout KO, Potts J, Lennie R, Turnbull D, Jin C, Clancy T. 2007. Associations between anuran tadpoles and salinity in a landscape mosaic of wetlands impacted by secondary salinisation. *Freshwater Biology* 52: 75-84.
- Solymos P, Stevens HH, Wagner H. 2013. Vegan: community ecology package. R package version 2.0-7. Disponível em: <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.
- Souza AM, Eterovick PC. 2011. Environmental factors related to anuran assemblages composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in south eastern Brazil. *River Research and Applications* 27: 1023-1036.
- Souza Filho IF, Branco CC, Carvalho-e-Silva AMPT, Silva GR, Sabach LT. 2007. The diet of *Scinax angrensis* (Lutz) tadpoles in an area of Atlantic Forest (Mangaratiba, Rio de Janeiro) (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 965-970.
- Strauß A, Randrianiaina RD, Vences M, Glos J. 2013. Species distribution and assemblage patterns of frog larvae in rainforest streams o Madagascar. *Hydrobiologia* 702: 27-43.
- Strauß A, Reeve E, Randrianiaina RD, Vences M, Glos J. 2010. The world's richest tadpoles communities show functional redundancy and low functional diversity: ecological data on Madagascar's stream-dwelling amphibian larvae. *BMC Ecology* [Internet]. [Citado em 9 de outubro de 2012] 10: 1-10. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/10/12>
- Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues ASL, Fischman, Waller RW. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinction worldwide. *Science* 306: 1783-1785.
- ter Braak CJF. 1988. Partial canonical correspondence analysis. In Block HH, editor. *Classification and related methods of data analysis*. Amsterdam: North Holland Press. p 551-558.
- Toft CA. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia* 1985: 1-21.
- Torres-Orozco RE, Jimenez-Sierra CL, Vogt RC, Benitez JLV. 2002. Neotropical tadpoles: spatial and temporal distribution and habitat use in a seasonal lake in Veracruz, México. *Phyllomedusa* 1: 81-91.
- van den Wollenberg AL. 1977. Redundancy analysis. An alternative for canonical correlation analysis. *Psychometrika* 42: 207-219.
- Van Sluys M, Rico M, Rocha CFD. 2006. Seasonal and hourly patterns of reproductive activity in *Scinax trapicheiroi*, (Anura, Hylidae), Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Herpetological Journal* 16: 15-20.
- Vasconcelos TS, Rossa-Feres DC. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* [Internet]. [Citado em 9 de outubro de 2012] 5: 1-14. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN01705022005>

Vasconcelos TS, Santos TG, Rossa-Feres DC, Haddad CFB. 2009. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 87: 699-707.

Vasconcelos TS, Santos TG, Rossa-Feres DC, Haddad CFB. 2011. Spatial and temporal distribution of tadpole assemblages (Amphibia, Anura) in a seasonal dry tropical forest of southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 673: 93-104.

Vilella FS, Becker FG, Hartz SM, Barbieri G. 2004. Relation between environmental variables and aquatic megafauna in a first order stream of the Atlantic Forest, southern Brazil. *Hydrobiologia* 528 17-30.

Vrcibradic D, Teixeira RL, Borges-Júnior VNT. 2009. Sexual dimorphism, reproduction, and diet of the casque-headed treefrog *Itapotihyla langsdorffii* (Hylidae: Lophiohyliini). *Journal of Natural History* 43: 2245-2256.

Vrcibradic, D. Rocha.CFD, Kifer, MC, Hatano FH, Fontes AF, Almeida-Gomes M, Siqueira CC, Pontes JAL, Borges Júnior VNT, Gil LO, Klaion T, Rubião E, Dias AS, Van Sluys M. 2011. Herpetofauna, Estação Ecológica Estadual do Paraíso, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Check List* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 7: 745-749. Disponível em: www.checklist.org.br

Waschlevski MM, Rocha CFD. Amphibia, anura, resting of baixada do Maciambu, municipality of Palhoça, state of Santa Catarina, Brasil. *Check List* [Internet]. [Citado em 9 de janeiro de 2014] 6: 602-604. Disponível em: www.checklist.org.br

Wassersug RJ. 1975. The adaptive significance of the tadpole stage with comments on the maintenance of complex life cycles in anurans. *American Zoologist* 15: 405-417.

Werner EE, Skelly DK, Relyea RA, Yurewicz KL. 2007. Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos* 116: 1697-1712.

Weygoldt P, Carvalho-e-Silva SP. 1991. Observation on mating, oviposition, egg sac formation, and development in the egg-brooding frog, *Fritziana goeldii*. *Amphibia-Reptilia* 12: 67-80.

Weygoldt P, Carvalho-e-Silva SP. 1992. Mating and oviposition in the hylodine frog *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Leptodactylidae). *Amphibia-Reptilia* 13: 35-45.

Whittaker RH. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs* 26: 1-80.

Whittaker RH. 1970. *Communities and Ecosystems*. New York: Macmillan press. p 60

Wilbur HM. 1997. Experimental ecology of food webs: complex system in temporary ponds. *Ecology* 78: 2279-2302.

Wild ER. 1996. Natural history and resource use of four Amazonian tadpole assemblages. *Occasional Papers of the Natural History Museum of the University of Kansas* 176: 1-59.

Zimmerman BL, Bierregaard ROJr. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. *Journal of Biogeography* 13: 133-143.

Zimmerman BL, Simberloff D. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in Central Amazonian forest. *Journal of Biogeography* 23: 27-46.

Zhou S, Zhang D. 2008. Neutral theory in community ecology. *Frontiers of Biology in China* 3: 1-8.