

Estudos sobre girinos no Brasil: histórico, conhecimento atual e perspectivas

Gilda V. Andrade¹, Paula C. Eterovick²,
Denise de C. Rossa-Feres³ e Luis Schiesari⁴

Resumo

O estudo de larvas de anuros no Brasil é relativamente recente, havendo ainda um predomínio de pesquisas descritivas básicas em morfologia externa, história natural e padrões de distribuição. Poucos estudos abordam processos evolutivos e ecológicos responsáveis por moldar linhagens e estruturar comunidades. O modesto conhecimento acumulado evidencia notável diversidade morfológica, ecológica e de história de vida, mas poucas generalizações podem ser feitas devido à história recente de pesquisas, à megadiversidade brasileira e ao pequeno número de pesquisadores. Sugerimos que devem ser incentivados os levantamentos regionais com coleções de referência, a continuidade de estudos descritivos e a expansão de estudos experimentais. Especialmente, deve ser estimulado o avanço conceitual da pesquisa, que permita generalizar o conhecimento adquirido para outros sistemas biológicos e que conecte diferentes áreas do conhecimento. Tal conjunto de abordagens possibilitará maior compreensão e fornecerá subsídios para a conservação da fauna brasileira.

Palavras-chave: Girinos; Sistemática; Ecologia de Populações; Ecologia de Comunidades; Ecologia Experimental; Ecologia Histórica.

Abstract

Studies focusing on anuran larvae in Brazil are relatively recent and these studies are mostly descriptive on the external morphology, natural history, and distribution patterns of species. Few studies focus on the evolutionary and ecological processes shaping tadpole lineages and assemblages. Current knowledge clearly indicates remarkable morphological, ecological, and life historical diversity. However, few generalizations can be made due to the recent research history, Brazilian megadiversity, and relatively small number of researchers. We suggest that the expansion of regional inventories, reference museum collections, and descriptive studies are basic and should be encouraged, as well as the development of experimental studies. In addition, we strongly suggest the expansion of more conceptual studies that integrate different areas of biological knowledge and that permit generalizing knowledge to other biological systems. This combination of

Aceito em outubro de 2007

¹Universidade Federal do Maranhão - Departamento de Biologia - Av. dos Portugueses, s/n, Campus do Bacanga - 65080-040 São Luís, MA. gandrade@ufma.br

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Programa de Pós Graduação em Zoologia de Vertebrados - Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 41 - 30535-610 Belo Horizonte, MG. eterovick@yahoo.com

³Universidade Estadual Paulista (UNESP) Departamento de Zoologia e Botânica
15054-000 São José de Rio Preto, SP. denise@ibilce.unesp.br

⁴Universidade de São Paulo Escola de Artes, Ciências e Humanidades Gestão Ambiental Av. Arlindo Bétio, 1000 03828-080, São Paulo, SP. lschiesia@umich.edu

approaches is expected to enhance our understanding of the Brazilian fauna, and our ability to design effective conservation measures.

Keywords: Tadpoles; Systematics; Population Ecology, Community Ecology; Experimental Ecology; Historical Ecology.



Histórico

O desenvolvimento dos estudos sobre girinos no Brasil seguiu os rumos de vários outros ramos do conhecimento biológico. A abordagem inicial voltada para a descoberta através da morfologia e da taxonomia foi seguida de um aumento progressivo dos trabalhos com informações biológicas, entrando em uma fase ecológica descritiva e de observação e chegando a um momento experimental. Não é de se espantar, em função da grande diversidade biológica brasileira, associada à dimensão geográfica do nosso país, que estas diferentes fases continuem se sobrepondo e merecendo igual importância. Mesmo nas regiões historicamente favorecidas com pesquisas, especialmente ao longo do litoral do sudeste brasileiro e do curso dos grandes rios, ainda é comum a descoberta de novas espécies e a ocorrência de lacunas que justificam o contínuo trabalho descritivo. Entretanto, a necessidade urgente de tomadas de decisão na área da conservação acelera não só a necessidade de conhecer a diversidade de espécies, mas também os processos responsáveis pela manutenção dessa diversidade, o que nos leva a investir em trabalhos mais conceituais e experimentais.

Ainda é pequeno o número de gerações de pesquisadores que se sucederam no estudo dos girinos no Brasil, o que coincide obviamente com a nossa curta história política e científica. Poucos

pesquisadores, muitos deles em plena atividade atualmente, são responsáveis diretos ou indiretos, por meio dos seus orientandos, pelas mudanças ocorridas na abordagem dos estudos com girinos no Brasil.

Sem a pretensão de apresentar um levantamento histórico, vale ressaltar que os pioneiros nos estudos de girinos no Brasil foram Alípio de Miranda-Ribeiro (MIRANDA-RIBEIRO, 1920a, b; 1923; 1926), Antenor Leitão de Carvalho (CARVALHO, 1937; 1949), Adolpho (LUTZ, 1926; 1930) e Bertha Lutz (LUTZ, 1949; 1973), que apresentaram desenhos e alguns comentários sobre a morfologia e a ontogenia de girinos de várias espécies. A maioria destes estudos apresentou o desenho ou fotografia dos girinos e alguns comentários sobre o tamanho ou o local onde foram encontrados, sem a descrição de características morfológicas. Exceções são os seguintes trabalhos: MIRANDA-RIBEIRO (1923; 1926), que apresentou os desenhos dos girinos de *Ceratophrys dorsata* e *Stombus* (= *Proceratophrys*) *boiei* e a descrição da larva de *Pseudis paradoxa*; CARVALHO (1949), que apresentou uma das primeiras caracterizações das estruturas do disco oral de girinos, na descrição da larva de *Dendrophryniscus brevipollicatus*; e COCHRAN (1955), que apresentou o tamanho e a coloração de girinos de algumas espécies do sudeste brasileiro,

incluindo o tempo de desenvolvimento, geralmente em laboratório, com base em observações próprias ou de pesquisadores como Adolpho e Bertha Lutz. Apesar das informações limitadas, COCHRAN (1955) já ressaltava a importância do conhecimento sobre os girinos, sugerindo a comparação das larvas do grupo de *Hyla* (= *Scinax*) *rubra*, na tentativa de se encontrar diferenças mais estáveis do que as conhecidas para as formas adultas.

Em seguida, já apresentando descrições detalhadas da morfologia externa, destacam-se Werner C. A. Bokermann e Luiz Dino Vizotto, que constituíram coleções atualmente depositadas no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, e na Coleção Científica de anfíbios do Departamento de Zoologia, da UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP), respectivamente. O primeiro descreveu os girinos de cerca de 20 espécies (e.g. BOKERMANN, 1957; 1962; 1963a, b; 1964; 1967a, b), enquanto L. D. Vizotto desenvolveu o primeiro levantamento regional com base em girinos, além de descrever detalhadamente a morfologia de 11 espécies, incluindo o disco oral e o ciclo de desenvolvimento de várias delas (VIZOTTO, 1967; 1973). Naquele período, os primeiros trabalhos abordando características comportamentais de girinos se limitavam a descrever observações geralmente feitas em cativeiro (e.g. BOKERMANN, 1957; 1963a). LUTZ (1973) descreveu em detalhe as larvas de alguns hilídeos, organizando as descrições em um item à parte (“Larvae”) e, quando existentes, acrescentando informações ecológicas ou de comportamento, chegando a incluir características larvárias na diagnose de *Hyla* (= *Bokermannohyla*) *claresignata*.

Ainda na década de 70, especialmente no final, até o início dos anos 80, destacaram-se as “notas sobre girinos” publicadas por Eugênio Izecksohn, Carlos A. Gonçalves da Cruz e Oswaldo L. Peixoto (e.g. IZECKSOHN & CRUZ, 1972; CRUZ & PEIXOTO, 1978; IZECKSOHN *et al.*, 1979; CRUZ & PEIXOTO, 1980; PEIXOTO & CRUZ, 1980; PEIXOTO *et al.*, 1981; PEIXOTO *et al.*, 1984). Descrições de girinos continuam sendo feitas por estes autores (e.g. CRUZ & DIAS, 1991; GOMES & PEIXOTO, 1991; CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 1994; MURAMATSU & CRUZ, 1996; GOMES & PEIXOTO, 2002; PEIXOTO *et al.*, 2003; PIMENTA & CRUZ, 2004), mas não podemos deixar de destacar a contribuição de outros pesquisadores (e.g. HEYER, 1973, 1978; BOKERMANN & SAZIMA, 1973, 1978; CARAMASCHI, 1979; CARDOSO & SAZIMA, 1980; CARAMASCHI *et al.*, 1980; CARDOSO & ANDRADE, 1982; SAZIMA & BOKERMANN, 1982; ANDRADE & CARDOSO, 1987, 1991; CARAMASCHI & KISTEUMACHER, 1989; HEYER *et al.*, 1990; HERO, 1990; POMBAL & GORDO, 1991; POMBAL & HADDAD, 1992; ROSSA-FERES & JIM, 1993; CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 1995; JUNGFER & SCHIESARI, 1995; SCHIESARI & MOREIRA, 1996; SCHIESARI *et al.*, 1996; ROSSA-FERES & JIM, 1996a; POMBAL & MADUREIRA, 1997; CARVALHO-E-SILVA & CARVALHO-E-SILVA, 1998; WOGEL *et al.*, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2001; GARCIA *et al.*, 2001; CARVALHO-E-SILVA *et al.*, 2002).

Também merece destaque o crescente número de trabalhos que incluem além de descrições, discussões ou revisões de grupos de

espécies (e.g. DUELLMAN & CRUMP, 1974; CRUZ, 1982; PEIXOTO & CRUZ, 1983; CARVALHO-e-SILVA, 1986; CARVALHO-e-SILVA, 1989; CALDWELL, 1991; CRUZ & DIAS, 1991; SPIRANDELI-CRUZ, 1991; ALVES & CARVALHO-E-SILVA, 1999; ETEROVICK & SAZIMA, 2000; PUGLIESE *et al.*, 2000; WEBER & CARVALHO-e-SILVA, 2001). Apesar de todo esse esforço, o número de espécies com girinos ainda não descritos é muito grande.

Trabalhos de descrições de girinos também costumam trazer alguma informação sobre história natural, com base em observações ocasionais feitas em campo (e.g. BOKERMANN, 1967b; CARDOSO & ANDRADE, 1982; HEYER *et al.*, 1990; CARVALHO-E-SILVA e CARVALHO-e-SILVA, 1994; CARVALHO-E-SILVA & CARNAVAL, 1997; ETEROVICK & SAZIMA, 1998, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2001; ETEROVICK *et al.*, 2002; NOMURA *et al.*, 2003; PEREIRA & NASCIMENTO, 2004; PUGLIESE *et al.*, 2004). Tais informações são de grande importância e muitas vezes representam tudo o que se tem disponível sobre girinos de inúmeras espécies brasileiras.

Estudos mais elaborados sobre comportamento e ecologia de girinos foram conduzidos principalmente a partir da década de 80 (CARAMASCHI & JIM, 1983; CALDWELL, 1989; CARDOSO *et al.*, 1989; ANDRADE & CARDOSO, 1991; ROSSA-FERES & JIM, 1994, 1996b; BARRETO & MOREIRA, 1996; BERTOLUCI, 1997; SCHIESARI *et al.*, 2003). Estudos pioneiros forneceram as primeiras informações sobre dieta de girinos, com base em conteúdo intestinal (CARVALHO, 1939;

CARDOSO & SAZIMA, 1977; CARDOSO, 1981; SCHIESARI *et al.*, 2003), havendo ainda hoje poucos estudos com esta abordagem. Estudos que buscaram entender a correlação entre morfologia oral interna, hábitos alimentares e uso do ambiente incluem: WASSERSUG & HEYER (1983, 1988), sobre morfologia de larvas de leptodactídeos; SPIRANDELI-CRUZ (1991), que comparou 20 espécies do sudeste brasileiro; e SCHIESARI *et al.* (1996), que compararam os atributos morfológicos envolvidos na colonização de ambientes de fitotelmata (pequenos reservatórios de água que acumulam em estruturas vegetais) e de poças. ROSSA-FERES (1997) e ROSSA-FERES *et al.* (2004) apresentaram a amplitude e a diversidade da dieta dos girinos de 12 espécies de um açude temporário, bem como a sobreposição de nicho para tipo e tamanho de itens alimentares entre essas espécies. ANDRADE (1994) revisou os trabalhos realizados no Brasil sobre distribuição espacial e temporal, bem como de ocorrência e abundância de espécies. A autora constatou que a maioria dos estudos descreveu a estrutura de comunidades de anfíbios, mas não testou hipóteses ou teorias ecológicas. Ressaltou ainda a necessidade de trabalhos com maior objetividade na formulação de hipóteses e com delineamentos mais elaborados para testá-las, como os de GASCON (1991; 1992a), evitando-se assim interpretações especulativas.

Na década de 90, surgem no Brasil os primeiros trabalhos experimentais sobre ecologia de girinos (MAGNUSSON & HERO, 1991; GASCON, 1992a, 1992b, 1995; AZEVEDO-RAMOS *et al.*, 1992; ANDRADE, 1995; AZEVEDO-RAMOS & MAGNUSSON, 1999; BARRETO, 1999; HERO *et al.*, 2001). A maioria

dos estudos experimentais com girinos em poças artificiais (tanques) aborda a competição (efeitos de densidade) intra ou interespecífica, na presença ou não de predadores, utilizando espécies da região temperada e que se reproduzem em poças temporárias (e.g. MORIN, 1983; NEWMAN, 1989; GRIFFITHS, 1991). Na região tropical, GASCON (1992a) realizou um trabalho pioneiro alocando pequenas bacias plásticas em uma área de mata para investigar o efeito da fenologia reprodutiva na competição entre três espécies amazônicas. ANDRADE (1995) conduziu o primeiro estudo experimental em tanques com larvas de uma espécie neotropical que ocupa poças temporárias em áreas abertas. Investigou os efeitos da densidade dos girinos, duração do corpo d'água e sobreposição de coortes no desenvolvimento larvário e relacionou observações detalhadas de campo aos resultados experimentais.

A seguir, fazemos um apanhado geral do conhecimento sobre os girinos no Brasil e algumas comparações com as informações sobre espécies de região temperada.

Ecologia e Comportamento de girinos

A ecologia de girinos é um campo promissor, visto que girinos são relativamente abundantes em seus ambientes e apresentam distribuição limitada aos corpos d'água onde ocorrem. Portanto, são objetos de estudo adequados para abordagens sobre relações de competição, predação e estruturação de comunidades, como demonstram diversos estudos realizados no Brasil e em outros países (e.g. MORIN, 1983; GASCON, 1991; ANDRADE, 1995; AZEVEDO-RAMOS & MAGNUSSON, 1999; HERO *et al.*, 2001;

ETEROVICK & BARROS, 2003).

A distribuição de predadores no ambiente pode influenciar a distribuição e composição de comunidades de girinos, como foi demonstrado na Amazônia (AZEVEDO-RAMOS & MAGNUSSON, 1999; HERO *et al.*, 1998, 2001). Espécies de anuros também respondem a características físicas e bióticas do ambiente ao selecionar seus sítios reprodutivos (e.g. RESETARITS & WILBUR, 1991; SPIELER & LINSENMAIR, 1997; WERNER & GLENNEMEIER, 1999), determinando a distribuição de seus girinos. No entanto, previsões podem ser dificultadas, pois a elevada diversidade de espécies em ambientes tropicais favorece uma alta diversidade beta (variabilidade da composição de espécies entre comunidades), sendo que mesmo em ambientes com características abióticas semelhantes existe uma baixa probabilidade de se registrar a mesma composição de espécies (GASCON, 1991).

Girinos apresentam preferências diferenciadas por trechos do ambiente com determinadas características, reflexo de sua morfologia, necessidades fisiológicas e comportamentos específicos (ALTIG & JOHNSTON, 1989; ALTIG & McDIARMID, 1999). A utilização diferencial do espaço por girinos brasileiros já foi registrada em corpos d'água lênticos (CARDOSO *et al.*, 1989; ROSSA-FERES & JIM, 1996b; ETEROVICK & SAZIMA, 2000; KOPP, 2005) e riachos (GORDO, 1998; ETEROVICK & SAZIMA, 2000). No entanto, avaliando disponibilidade e uso de microambientes por girinos, ETEROVICK & BARROS (2003) observaram que espécies vivendo em ambientes

instáveis (como riachos temporários) podem ser bastante flexíveis e mostrar sobreposição no uso dos mesmos. Segundo as autoras, girinos ocorrem em densidades relativamente baixas em riachos, onde devem estar, portanto, pouco sujeitos à competição. Em ambientes lênticos, no entanto, girinos podem ocorrer em maiores densidades e sofrer competição, sendo a intensidade da mesma dependente da fenologia das espécies co-ocorrentes (GASCON, 1992b) ou das coortes da mesma espécie (ANDRADE, 1995). Predação, por outro lado, pode ser um importante fator estruturador de comunidades de girinos, em poças e riachos (AZEVEDO-RAMOS & MAGNUSSON, 1999; ETEROVICK & SAZIMA, 2000). Já foi observado que girinos de algumas espécies brasileiras selecionam ativamente seus microambientes com base em características dos mesmos (ETEROVICK & BARROS, 2003). As vantagens deste comportamento ainda são pouco esclarecidas. No entanto, KOPP (2005) demonstrou que a escolha de microambientes com vegetação aquática reduziu as taxas de predação por uma espécie de barata-d'água (Belostomatidae) sobre girinos de duas espécies de hilídeos. Gradientes térmicos poderiam também influenciar na escolha de microambientes por girinos, no entanto ABE & NETO (1991) observaram grande faixa de tolerância e pouco controle da temperatura corporal em girinos de ambientes sujeitos a variação diária da temperatura de até 21°C.

Estudos sobre comportamento de girinos podem auxiliar na compreensão das interações destes com o ambiente e com outras espécies e, portanto, dos fatores envolvidos na estruturação de suas comunidades. À medida que autores pioneiros

como W. C. A. Bokermann iniciaram os estudos sobre história natural de girinos, o tema foi recebendo maior atenção e, posteriormente, estudos mais elaborados sobre comportamento e aspectos ecológicos foram conduzidos. ABE & NETO (1991) estudaram a tolerância de larvas de duas espécies a temperaturas elevadas, para compreender os mecanismos que permitem a sobrevivência dos girinos em poças temporárias. D'HEURSEL & HADDAD (1999) estudaram os efeitos da impalatabilidade de girinos de *Hyla semilineata* (= *Hypsiboas semilineatus*) como defesa contra diferentes tipos de predadores. ETEROVICK & SAZIMA (1999) descreveram o comportamento de agregação dos girinos de *Bufo rubescens* e ETEROVICK (2000) estudou os efeitos do mesmo comportamento na obtenção de alimento por girinos de *Bufo pombali*. Estudando a dieta dos girinos de um açude temporário, ROSSA-FERES *et al.* (2004) encontraram duas guildas: girinos que se alimentam de diatomáceas no fundo do corpo d'água e girinos que se alimentam de algas filamentosas à meia-água. Além dos girinos dessas guildas, os de *Leptodactylus fuscus* foram micófagos, os de *Phrynohyas venulosa* (= *Trachycephalus venulosus*) ingeriram preponderantemente uma alga planctônica e os de *Hyla nana* (= *Dendropsophus nanus*) ingeriram frústulas de diatomáceas parcialmente decompostas, indicando hábito alimentar detritívoro, como sugerido por LAJMANOVICH *et al.* (2000). A similaridade na dieta foi relacionada não somente à filogenia, mas também ao comportamento de alimentação (raspador, filtrador ou fuçador de lodo) e à posição ocupada na coluna d'água.

Muito ainda precisa ser feito em relação ao

estudo do comportamento e da ecologia de girinos brasileiros. Diversos estudos para regiões temperadas estão disponíveis, incluindo fatores estruturadores de comunidades e interações (e.g. BROCKELMAN, 1969; MORIN, 1983; SMITH, 1983; ROTH & JACKSON, 1987; SKELLY & WERNER, 1990; SREDL & COLLINS, 1992; WERNER & ANHOLT, 1993; SCHIESARI, 2004), mas as comunidades tropicais têm suas próprias características e merecem atenção especial, principalmente se considerarmos a grande riqueza de espécies e a variedade de possíveis interações entre elas.

Sistemática, morfologia e evolução

Recentemente, um grupo de pesquisadores brasileiros, reunidos no Workshop para elaboração da Lista Brasileira de Espécies de Anfíbios, durante o I Congresso Brasileiro de Herpetologia (Curitiba, julho de 2004), estimou em 775 as espécies de anuros no Brasil (<http://www2.sbherpetologia.org.br>). Das cerca de 687 espécies com fase larvária, aproximadamente 40% tem o girino conhecido.

A pequena proporção de espécies com girinos descritos não é uma situação exclusivamente nacional. No panorama mundial, descrições de girinos são disponíveis para aproximadamente 1/3 das cerca de 3.300 espécies conhecidas hoje, que passam pela fase de girino durante algum período do seu desenvolvimento (McDIARMID & ALTIG, 1999). E por que é importante conhecer os girinos? Em que esse conhecimento pode contribuir para entendermos a diversidade de anuros no Brasil?

Em primeiro lugar, os girinos permanecem mais tempo que os adultos nos corpos d'água, sendo,

portanto, um componente fundamental em inventários de biodiversidade. Além disso, a diversidade morfológica dos girinos é muito grande. A forma do corpo e as configurações da nadadeira variam entre habitats (ALTIG e McDIARMID, 1999) e a diversidade morfológica em todos os componentes do aparelho oral é extraordinária. Essa grande diversidade morfológica embasou uma proposta de classificação (ORTON, 1953; 1957) que agrupa os girinos em quatro tipos morfológicos, com base principalmente no número e posição das câmaras branquiais e do espiráculo e em características do disco oral. Vários caracteres morfológicos dos girinos parecem refletir a história evolutiva (ALTIG & McDIARMID, 1999) e, portanto, a filogenia e algumas propostas de filogenia para os anuros foram elaboradas com base exclusivamente em caracteres larvais. STARRET (1973) e SOKOL (1975), com base na caracterização morfológica de ORTON (1953; 1957), propuseram uma seqüência evolutiva, considerando alguns tipos de girinos mais derivados e outros mais basais. Recentemente, a aplicação da metodologia filogenética utilizando caracteres larvais (HAAS, 1997; 2003) e de adultos (CANNATELLA, 1999) reforçaram a proposta de SOKOL (1975).

Como exemplo da complexidade morfológica dos girinos, ainda pouco explorada, e da validade e importância de se usar caracteres larvais no estudo da filogenia dos anuros, ROSSA-FERES (dados não publicados) aplicou a metodologia filogenética para 61 caracteres morfológicos externos e 61 internos (morfologia oral, condrocânio e aparelho hiobranquial) dos girinos de 14 espécies de um açude temporário. Os

caracteres externos foram menos informativos, gerando 18 hipóteses filogenéticas com muitas politomias. Enquanto a morfologia interna foi conservativa, gerando apenas uma hipótese filogenética com alto índice de consistência e nenhuma politomia, sugerindo pouca influência de fatores ecológicos contemporâneos, a morfologia externa parece ser constituída por um conjunto de caracteres dos quais alguns refletem a história evolutiva e outros são mais plásticos e, portanto, sujeitos a pressões ambientais. Nesse mesmo estudo (ROSSA-FERES, dados não publicados) e no de ETEROVICK & FERNANDES (2001), resultados semelhantes foram encontrados para a relação da morfologia com o uso de microhábitats: os leptodactilídeos podem ter sofrido uma história evolutiva conservativa, enquanto o uso de microhábitats pelos girinos de hilídeos não foi relacionado à filogenia. Esses resultados confirmam propostas recentes que consideram Hylidae uma família bastante diversificada (SILVA, 1998; DUELLMAN, 2001; HAAS, 2003). Uma extensa revisão sistemática de Hylidae foi recentemente publicada, onde o monofiletismo da família foi testado, a composição taxonômica revista, especialmente para os gêneros e grupos de espécies incluídos em Hylinae, e uma nova taxonomia foi proposta, baseada no monofiletismo decorrente da hipótese filogenética proposta pelos autores e aplicada no presente artigo (FAIVOVICH *et al.*, 2005).

Então, por que, apesar dessa grande variedade morfológica, existe uma controvérsia sobre a validade do emprego de caracteres larvais em estudos de sistemática? Se a morfologia dos girinos é tão diversa, por que é difícil distinguir e

identificar espécies com base em caracteres larvais? Algumas das possíveis respostas são: (i) dificuldade em reconhecer as características morfológicas dos girinos, pois várias descrições são baseadas em um pequeno número de caracteres, cuja descrição às vezes não é detalhada ou ilustrada; (ii) os caracteres não são usuais e algumas vezes são de difícil observação; (iii) sua terminologia carece de padronização; (iv) poucas chaves de identificação de espécies estão disponíveis, à exceção de HERO (1990), para girinos da Amazônia Central, e aquelas que incluem algumas espécies brasileiras como a de LIPS & SAVAGE (1996) para girinos da Costa Rica; (v) faltam coleções de referência representativas de várias regiões e que incluam exemplares suficientes para a análise de variações ontogenéticas, populacionais e regionais; e (vi) girinos apresentam notável plasticidade fenotípica (e.g. RELYEA, 2001), ou seja, a partir de um mesmo genótipo há o desenvolvimento de morfologias diferentes, dependendo das condições ambientais.

A resolução desses problemas passa, necessariamente, pela padronização da terminologia morfológica em girinos. Os caracteres morfológicos, tanto os externos quanto os orais internos e outros, como o condrocânio, devem ser descritos em detalhes e precisam ter sua terminologia padronizada. Seria importante também, que os trabalhos de descrição apresentassem figuras detalhadas (desenhos e/ou fotografias), onde os caracteres descritos possam ser facilmente reconhecidos. Neste sentido, um dos autores deste capítulo (Rossa-Feres, dados não publicados) está elaborando uma proposta para padronização de caracteres morfológicos externos e seus estados, alguns deles já definidos por ALTIG &

JOHNSTON (1986; 1989), JOHNSTON & ALTIG (1986) e ALTIG & McDIARMID (1999).

Informação insuficiente tem contribuído substancialmente para uma compreensão inadequada de algumas características morfológicas como, por exemplo, as partes do aparelho oral. É importante que haja um consenso sobre o estado basal ou derivado de vários caracteres larvais e uma base de dados sobre a sua variação geográfica (ALTIG & McDIARMID, 1999). Desta forma, teremos uma base sólida para análises filogenéticas, com base em características larvárias, além das dos adultos. O conhecimento da história evolutiva das linhagens componentes de uma comunidade biológica é de grande importância para embasar propostas de conservação e manejo de fauna, pois essa análise histórica permite: (i) conhecer os mecanismos geradores e reguladores da diversidade biológica e a influência da filogenia no uso de recursos e na similaridade ecológica; (ii) respeitar as características e necessidades de cada grupo filogenético da comunidade que, geralmente, diferem entre linhagens evolutivas; e (iii) orientar opções de áreas prioritárias para conservação, com base no número de diferentes linhagens que compõem a comunidade.

Perspectivas

O histórico das pesquisas com girinos no Brasil revela uma predominância de estudos baseados na observação, principalmente estudos descritivos sobre morfologia, história natural e padrões de distribuição temporal (fenologia) e espacial (ambientes e microambientes) de espécies. Estudos descritivos como estes formam a base de todo conhecimento biológico e são importantes na

geração de hipóteses sobre processos ecológicos e evolutivos. Portanto, a continuidade e expansão destes estudos descritivos devem ser encorajadas por orientadores, agências de financiamento de pesquisa e revisores em periódicos científicos, principalmente no que diz respeito à: (i) descrição da morfologia e história natural da fase larval de muitas espécies conhecidas apenas no estágio adulto; (ii) realização de levantamentos regionais, tanto intensivos quanto de longo prazo, que auxiliem no conhecimento adequado da biodiversidade; e (iii) constituição de coleções de referência, com exemplares em número suficiente, que permitam estudos de variação populacional e regional.

Embora estudos baseados na observação sejam claramente importantes e desejáveis, a observação (que inclui amostragens) é apenas uma das três formas de investigação científica, que inclui também a experimentação e a modelagem. Cada uma destas formas de investigação tem vantagens e desvantagens intrínsecas, portanto, nenhuma delas é perfeita, mas são conjuntamente complementares. Como a modelagem muitas vezes versa sobre questões que independem do táxon, enfocaremos a observação e a experimentação. A observação nos permite detectar padrões naturais e formular hipóteses a respeito dos processos. No entanto, ela não permite detectar quais são estes processos causadores, tarefa em geral possível apenas através da experimentação. Portanto, um programa de pesquisa que integre observação e experimentação (e de forma ideal também a modelagem) é particularmente sólido e desejável (WERNER, 1998).

O histórico nos revela que não há tradição no Brasil de uma abordagem experimental

utilizando girinos como sistema de estudo. Esta associação seria particularmente bem-vinda porque girinos são considerados hoje sistemas-modelo em ecologia experimental (WILBUR, 1997) e contribuíram com importantes avanços em questões conceituais e gerais a respeito da forma como a natureza é estruturada (e.g. WILBUR, 1976, 1987; MORIN, 1983; WERNER, 1992; WELLBORN *et al.*, 1996; WERNER, 1998; PEACOR & WERNER, 2001; WERNER & PEACOR, 2003).

Diversos são os motivos que fazem dos girinos (de ambientes lênticos, especialmente) organismos particularmente adequados para a experimentação. Do ponto de vista logístico, a manutenção de girinos no cativeiro é relativamente fácil e é possível se obter e manter dezenas de milhares de indivíduos para a condução de experimentos. Um grande número de indivíduos é desejável para que haja boa replicação de tratamentos experimentais. Em experimentos de duração relativamente curta podem-se medir diversas variáveis de resposta relevantes para o desempenho individual, como taxas de crescimento, taxas de desenvolvimento e taxas de sobrevivência, além de caracteres morfológicos, fisiológicos e comportamentais. Finalmente, com girinos pode-se contornar um conflito crucial em delineamento experimental: aquele do controle *versus* realismo (MORIN, 1998). Por exemplo, experimentos em laboratório propiciam alto controle dos fatores manipulados, à custa de baixo realismo. Por outro lado, experimentos em campo propiciam alto realismo à custa de baixo controle dos fatores manipulados. Experimentos híbridos construídos em tanques, os chamados mesocosmos, são uma forma de se negociar realismo e controle em níveis

intermediários. Girinos são adequados a experimentos em todos estes meios. Outros organismos importantes nas teias alimentares de corpos d'água doce como algas, insetos e peixes também podem ser manipulados adequadamente e assim estudos de interações e teias alimentares podem ser conduzidos experimentalmente.

De um ponto de vista menos metodológico e mais filosófico, seria desejável a proposição de questões em uma direção mais conceitual (ou "teórica", como alguns autores se referem) e menos descritiva. Investigações mais conceituais são interessantes porque procuram entender processos ou mecanismos gerais, ou seja, que simultaneamente influenciam diversos táxons e não apenas anfíbios anuros, diversos estágios de desenvolvimento e não apenas estágios larvais, ou diversas comunidades e não apenas comunidades tropicais lênticas de água doce. Tal busca de processos gerais é possível e inúmeros padrões observados na natureza (sejam eles morfológicos, fisiológicos, de história de vida ou distribuição) se repetem, sugerindo que processos comuns poderiam estar influenciando muitos organismos. Finalmente, pode-se argumentar que a generalização é importante porque estamos em uma corrida contra o tempo na luta pela conservação da natureza. Assim, uma vez que não teremos tempo, dinheiro ou mão-de-obra para investigar todas as espécies, talvez devêssemos procurar entender processos que possam ser úteis no entendimento simultâneo de muitas espécies.

Finalmente, não há limites para a definição de temas de pesquisa interessantes a serem conduzidos com girinos ou com qualquer outro táxon. Talvez algumas das direções de pesquisas

mais interessantes seriam aquelas mais integradas, que efetivamente conectem diferentes áreas do conhecimento biológico (e.g. SCHIESARI, 2004), como ecomorfologia, ecofisiologia, ecologia comportamental, fisiologia comportamental, ecotoxicologia, as interações entre ecologia e filogenia, o entendimento da contribuição de processos locais *versus* regionais na estruturação de comunidades, entre outros.

Por que uma abordagem experimental e conceitual pode ser uma boa proposta de desenvolvimento da pesquisa com girinos no Brasil e em que podemos contribuir com algo novo para a ciência fazendo este tipo de pesquisa? Acredita-se que: (i) em uma abordagem conceitual, o conhecimento adquirido tende a ser aplicável em um contexto mais amplo; (ii) uma perspectiva que alie observação e experimentação, se bem conduzida e lidando com perguntas relevantes, tende a ter boa penetração em periódicos de alto perfil - uma perspectiva experimental tende a ser valorizada porque tem poder efetivo na identificação do(s) processo(s) responsável(is) pelo padrão observado; (iii) adicionalmente, tal combinação de abordagens poderia ter bom destaque científico porque, como pode ser facilmente percebido, estudos com a fauna temperada contribuíram com uma fração desproporcional para a nossa percepção de quais são os processos organizadores e reguladores da natureza. Em muitos casos, não se sabe se os mesmos processos estão operando em faunas tropicais megadiversas ou se a importância relativa dos diversos processos é a mesma. Em outras palavras, estudos comparativos podem ser relevantes e de alto impacto; (iv) além disso, e aqui é onde os nichos mais valiosos em pesquisa podem

estar, existem estudos que mais provavelmente terão que ser conduzidos em países megadiversos como o Brasil. São estudos que busquem entender as causas e conseqüências da biodiversidade, por um lado, e estudos que necessitem de ampla replicação filogenética em biologia comparativa.

Concluindo, a revisão aqui apresentada evidencia que, apesar das sempre presentes limitações de recursos humanos (quantidade de pesquisadores) e de financiamentos para pesquisas, conduzimos e estamos em excelentes condições de continuar a produzir pesquisa de qualidade em sistemática, história natural, ecologia e evolução. Esperamos que o conhecimento advindo desses estudos reverta não apenas para o progresso científico, como para a conservação da nossa fauna megadiversa.

Agradecimentos

DCRF agradece aos pós-graduandos e mestres em Biologia Animal (UNESP, S.J. Rio Preto-SP) Carlos E. Conte, Carolina P. Candeira, Fausto Nomura, Fernando R. da Silva e Vitor Hugo M. do Prado, pelo imprescindível auxílio com o levantamento bibliográfico das espécies brasileiras com girinos descritos, ao Prof. Dr. Arif Cais (UNESP, S.J. Rio Preto), pelas críticas, sugestões e empréstimo de bibliografia rara e de grande valor histórico e à FAPESP (Processo 01/13341-3); agradecemos também as valiosas sugestões de dois revisores anônimos e das editoras deste livro.

Referências Bibliográficas

- ABE, A.S. & NETO, J.R. Tolerance to high temperatures in tadpoles of *Leptodactylus fuscus* and *Hyla fuscovaria* in temporary ponds (Amphibia, Leptodactylidae, Hylidae). *Zoologische Anzeiger*, v.226, n.5-6: 280-284. 1991.
- ALTIG, R. & JOHNSTON, G.F. Major characteristics of free-living anuran tadpoles. *Smithsonian Herpetological Information Service*, n.67: 1-75. 1986.
- ALTIG, R. & JOHNSTON, G.F. Guilds of anuran larvae: relationships among developmental model, morphologies, and habitats. *Herpetological Monographs*, v.3: 81-109. 1989.
- ALTIG, R. & MCDIARMID, R.W. Diversity. Familial and generic characterizations. In: MCDIARMID, R.W. & ALTIG, R. (orgs). *Tadpoles. The biology of anuran larvae*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999. p.295-337.
- ALVES, A.C.R. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. de. Descrição das larvas de *Scinax similis* (Cochran) com notas comparativas sobre o grupo *ruber* no sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.16, n.2: 507-512. 1999.
- ANDRADE, G.V. Ecologia de anfíbios: alguns aspectos sobre estudos de comunidades de anuros. In: NASCIMENTO, L.B., BERNARDES, A.T. & COTTA, G.A. (orgs.). *Herpetologia no Brasil, 1*. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Fundação Biodiversitas e Fundação Ezequiel Dias, 1994. p.11-15.
- ANDRADE, G.V. *A história de vida de Physalaemus cuvieri* (Anura: Leptodactylidae) em um ambiente temporário. Campinas, 1995. 176p. Tese (Doutorado, Ecologia) Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- ANDRADE, G.V. & CARDOSO, A.J. Reconhecimento do grupo *rizibilis*; Descrição de uma nova espécie de *Hyla* (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.3, n.7: 433-440. 1987.
- ANDRADE, G.V. & CARDOSO, A.J. Descrição de larvas e biologia de quatro espécies de *Hyla* (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Biologia*, v.51, n.2: 391-402. 1991.
- AZEVEDO-RAMOS, C. & MAGNUSSON, W.E. Tropical tadpole vulnerability to predation: association between laboratory results and prey distribution in an Amazonian savanna. *Copeia*, v.1999, n.1: 58-67. 1999.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; VAN SLUYS, M.; HERO, J.M. & MAGNUSSON, W.E. Influence of tadpole movement on predation by odonate naiads. *Journal of Herpetology*, v.26, n.3: 335-338. 1992.
- BARRETO, L.N. *Efeito da Fragmentação Florestal na Estrutura de Comunidades de Animais Aquáticos (Anfíbios; Girinos; Invertebrados) na Amazônia Central*. Manaus, 1999. Tese (Doutorado, Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- BARRETO, L.N. & MOREIRA, G. Seasonal Variation in Age Structure and Spatial Distribution of a Savanna Larval Anuran Assemblage in Central Brazil. *Journal of Herpetology*, v.30, n.1: 87-92. 1996.
- BERTOLUCI, J. *Fenologia e seleção de hábitat em girinos da Mata Atlântica em Boracéia, São Paulo (Amphibia, Anura)*. São Paulo, 1997. 123p. Tese (Doutorado, Zoologia) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- BOKERMANN, W.C.A. Notas sobre a biologia de *Leptodactylus flavopictus* Lutz, 1926. *Revista Brasileira de Biologia*, v.17, n.4: 495-500. 1957.
- BOKERMANN, W.C.A. Observações biológicas sobre *Physalaemus cuvieri* Fitz., 1826 (Amphibia, Salientia). *Revista Brasileira de Biologia*, v.22, n.4: 391-399. 1962.
- BOKERMANN, W.C.A. Girinos de anfíbios brasileiros I (Amphibia Salientia). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.35, n.3: 465-474. 1963a.
- BOKERMANN, W.C.A. Girinos de anfíbios brasileiros 2 (Amphibia, Salientia). *Revista Brasileira de Biologia*, v.23, n.4: 349-353. 1963b.
- BOKERMANN, W.C.A. Uma nova espécie de *Hyla* da Serra do Mar em São Paulo (Amphibia, Salientia). *Revista Brasileira de Biologia*, v.24, n.4: 429-434. 1964.
- BOKERMANN, W.C.A. Girinos de anfíbios

- brasileiros 3: sobre um girino gigante de *Pseudis paradoxa* (Anura: Pseudidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.27, n.3: 211-212. 1967a.
- BOKERMANN, W.C.A. Girinos de anfíbios brasileiros 4 (Amphibia Salientia). *Revista Brasileira de Biologia*, v.27, n.4: 363-367. 1967b.
- BOKERMANN, W.C.A. & SAZIMA, I. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 1: duas espécies novas de *Hyla* (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.33, n.4: 521-528. 1973.
- BOKERMANN, W.C.A. & SAZIMA, I. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 4: descrição de *Phyllomedusa jandaia* sp.n. (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.38, n. 4: 927-930. 1978.
- BROCKELMAN, W.Y. An analysis of density effects and predation in *Bufo americanus* tadpoles. *Ecology*, v.50, n.4: 632-644. 1969.
- CALDWELL, J.P. Structure and behavior of *Hyla geographica* tadpole schools, with comments on classification of group behavior in tadpoles. *Copeia*, v.1989, n.4: 938-948. 1989.
- CALDWELL, J.P. A new species of toad in the genus *Bufo* from Pará, Brazil, with an unusual breeding site. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v.37, n.26: 389-400. 1991.
- CANNATELLA, D. Architecture: cranial and axial musculoskeleton. In: McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. (orgs). *Tadpoles. The biology of anuran larvae*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999. p.52-91.
- CARAMASCHI, U. O girino de *Odontophrynus carvalhoi* Savage & Cei, 1965 (Amphibia, Anura, Ceratophryidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.39, n.1: 169-171. 1979.
- CARAMASCHI, U. & JIM, J. Observações sobre hábitos e desenvolvimento dos girinos de *Phyllomedusa vaillanti* Boulenger, 1882 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.43, n.3: 261-268. 1983.
- CARAMASCHI, U. & KISTEUMACHER, G. O girino de *Crossodactylus trachystomus* (Reinhardt & Lütken, 1862) (Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.49, n.1: 237-239. 1989.
- CARAMASCHI, U.; JIM, J. & CARVALHO, C.M. Observações sobre *Aplastodiscus perviridis* A. Lutz (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.40, n.2: 405-408. 1980.
- CARDOSO, A.J. *Organização espacial e temporal na reprodução e vida larvária em uma comunidade de hílideos no sudeste do Brasil (Amphibia, Anura)*. Campinas, 1981.106p. Dissertação (Mestrado, Ecologia) Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CARDOSO, A.J. & ANDRADE, G.V. Nova espécie de *Hyla* do Parque Nacional Serra da Canastra (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.42, n.3: 589-593. 1982.
- CARDOSO, A.J. & SAZIMA, I. Batracofagia na fase adulta e larvária da rã pimenta, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) - Anura, Leptodactylidae. *Ciência e Cultura*, v.29, n.10: 1130-1132. 1977.
- CARDOSO, A.J. & SAZIMA, I. Nova espécie de *Hyla* do sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.40, n.1: 75-79. 1980.
- CARDOSO, A.J.; ANDRADE, G.V. & HADDAD, C.F.B. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v.49, n.1: 241-249. 1989.
- CARVALHO, A. L. de. Notas oecológicas e zoogeográficas sobre vertebrados do nordeste brasileiro. *O Campo*: 12-15. 1937.
- CARVALHO, A.L. de. Notas sobre *Hemipipa carvalhoi* Mir. Rib. (Batrachia, Anura: Pipidae). *Boletim Biológico*, v.4, n.3: 394-414. 1939.
- CARVALHO, A.L. de. Notas sobre os hábitos alimentares de *Dendrophryniscus brevipolicatus* Espada (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Biologia*, v.9, n.2: 223-227. 1949.
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. *Girinos do gênero Bufo no Estado do Rio de Janeiro (Amphibia, Anura, Bufonidae)*. Rio de Janeiro, 1989. 102p. Dissertação (Mestrado, Zoologia) Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de. *Girinos de espécies do grupo "catharinae" do gênero Ololygon no Estado do Rio de Janeiro (Amphibia, Anura, Hylidae)*. Rio de Janeiro, 1986. 77p. Dissertação (Mestrado, Zoologia) Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de & CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. Descrição das larvas de *Ololygon albicans* e de *O. trapicheiroi* com considerações sobre sua biologia. (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.54, n.1: 55-62. 1994.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de & CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. Aspects of the biology and description of larvae of *Scinax argyreornata* and *Scinax humilis* (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revue Francaise D'aquariologie Herpetologie*, v.25, n.1-2: 47-52. 1998.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de & CARNAVAL, A.C.O.Q. Observations on the biology of *Scinax flavoguttatus* (Lutz and Lutz) and description of its tadpoles (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revue Francaise D'aquariologie Herpetologie*, v.24, n.1-2: 59-64. 1997.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de; GOMES, M.R. & PEIXOTO, O.L. Descrição dos girinos de *Scinax angrensis* (B.Lutz, 1973) e de *Scinax kautskyi* (Carvalho-e-Silva & Peixoto, 1991) (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.55, n.1: 61-65. 1995.
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. de; PINTO, A.L.C. & CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. Aspectos da reprodução, da vocalização e da larva de *Phrynohyas mesophaea* Hensel (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Aquarium*, n.35: 19-24. 2002.
- COCHRAN, D.M. *Frogs of Southeastern Brazil*. Washington: Smithsonian Institution, 1955. 423p.
- CRUZ, C.A.G. Conceituação de grupos de espécies de Phyllomedusinae brasileiras com base em caracteres larvários (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v.5, n.2: 147-171. 1982.
- CRUZ, C.A.G. & DIAS, A.G. Girinos do grupo *microcephala* do Estado do Rio de Janeiro (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.7, n.4: 679-683. 1991.
- CRUZ, C.A.G. & PEIXOTO, O.L. Notas sobre o girino de *Dasytops schirchi* Miranda-Ribeiro (Amphibia, Anura, Microhylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.38, n.2: 297-299. 1978.
- CRUZ, C.A.G. & PEIXOTO, O.L. Notas sobre o girino de *Sphaenorhynchus orophylus* (Lutz & Lutz, 1938) (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.40, n.2: 383-386. 1980.
- D'HEURSEL, A.D. & HADDAD, C.F.B. Unpalatability of *Hyla semilineata* tadpoles (Anura) to captive and free-ranging vertebrate predators. *Ethology Ecology & Evolution*, v.11: 339-248. 1999.
- DUELLMAN, W.E. *Hylid frogs of Middle America, expanded*. New York: Ed. Ythaca: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 2001. 1158p.
- DUELLMAN, W.E. & CRUMP, M.L. Speciation in frogs of the *Hyla parviceps* group in the upper amazon basin. *Occasional Papers Museum of Natural History*, n.23: 1-40. 1974.
- ETEROVICK, P.C. Effects of aggregation on feeding of *Bufo crucifer* tadpoles (Anura, Bufonidae). *Copeia*, v.2000, n.1: 210-215. 2000.
- ETEROVICK, P.C. & BARROS, I.S. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *Journal of Tropical Ecology*, v.19: 439-448. 2003.
- ETEROVICK, P.C. & FERNANDES, G. W. Tadpole distribution within montane meadow streams at the Serra do Cipó, southeastern Brazil: ecological or phylogenetic constraints? *Journal of Tropical Ecology*, v.17: 683-693. 2001.
- ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. A new Species of *Proceratophrys* (Anura: Leptodactylidae) from Southeastern Brazil. *Copeia*, v.1998, n.1: 159164. 1998.
- ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. Description of the tadpole of *Bufo rufus* with notes on aggregative behavior. *Journal of Herpetology*, v.33, n.4: 711-713. 1999.
- ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia*, v.21: 439-461. 2000.

- ETEROVICK, P.C.; BARROS, I.S. & SAZIMA, I. Tadpoles of two species in the *Hyla polytaenia* species group and comparison with other tadpoles of *H. polytaenia* and *H. pulchella* groups (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, v.36, n.3: 512-515. 2002.
- FAIVOVICH, J.; HADDAD, C.F.B.; GARCIA, P.C.A.; FROST, D.R.; CAMPBELL, J.A. & WHEELER, W.C. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n.294: 1-240. 2005.
- GARCIA, P.C.A.; VINCIPROVA, G. & HADDAD, C.F.B. Vocalização, girino, distribuição geográfica e novos comentários sobre *Hyla marginata* Boulenger, 1887 (Anura, Hylidae, Hylinae). *Boletim do Museu Nacional*, n.460: 1-19. 2001.
- GASCON, C. Population and community level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, v.72, n.5: 1731-1746. 1991.
- GASCON, C. The effects of reproductive phenology on larval performance traits in a three-species assemblage of central Amazonian tadpoles. *Oikos*, v.65, n.2: 307-313. 1992a.
- GASCON, C. Aquatic predators and tadpole prey in Central Amazonia: field data and experimental manipulations. *Ecology*, v.73, n.3: 971-980. 1992b.
- GASCON, C. Tropical larval anuran fitness in the absence of direct effects of predation and competition. *Ecology*, v.76, n.7: 2222-2229. 1995.
- GOMES, M.R. & PEIXOTO, O.L. Considerações sobre os girinos de *Hyla senicula* (Cope, 1868) e *Hyla soaresi* Caramaschi & Jim, 1983 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Acta Biologica Leopoldensia*, v.13, n.2: 5-18. 1991.
- GOMES, M.R. & PEIXOTO, O.L. O girino de *Hyla leucopygia* Cruz & Peixoto, 1987 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Boletim do Museu Mello Leitão*, v.13: 17-25. 2002.
- GORDO, M. *Escolha de microambiente por anfíbios anuros em floresta de terra firme da Amazônia Central*. Manaus, 1998. Dissertação (Mestrado, Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas.
- GRIFFITHS, R.A. Competition between common frog, *Rana temporaria*, and natterjack toad, *Bufo calamita*, tadpoles: the effect of competitor density and interaction level on tadpole development. *Oikos*, v.61, n.2: 187-196. 1991.
- HAAS, A. The larval hyobranchial apparatus of discoglossoid frogs: its structure and bearing on the systematics of the anura (Amphibia, Anura). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, v.53: 179-197. 1997.
- HAAS, A. Phylogeny of frogs as inferred from primarily larval characters (Amphibia: Anura). *Cladistics*, v.19: 23-89. 2003.
- HERO, J.M. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazon rainforest, Manaus, Amazonas, Brasil. *Amazoniana*, v.XI, n.2: 201-262. 1990.
- HERO, J.M.; GASCON, C. & MAGNUSSON, W.E. Direct and indirect effect of predation on tadpole community structure in the Amazon rainforest. *Australian Journal of Ecology*, v.23: 474-482. 1998.
- HERO, J.M.; MAGNUSSON, W.E.; ROCHA, C.F.D. & CATTERALL, C.P. Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in the Central Amazon rain forest. *Biotropica*, v.33: 131-141. 2001.
- HEYER, W.R. Systematics of the *marmoratus* group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Contributions in Science Natural History Museum of Los Angeles County*, n.251: 1-50. 1973.
- HEYER, W.R. Systematics of the *fuscus* group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin*, n.29: 1-85. 1978.
- HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.G.; PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, v.31, n.4: 231-410. 1990.
- IZECKSOHN, E. & CRUZ, C.A.G. Notas sobre os girinos de *Dendrophryniscus leucomystax*

- Izecksohn e *D. brevipollicatus* Espada (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v.2, n.2: 63-69. 1972.
- IZECKSOHN, E.; CRUZ, C.A.G. & PEIXOTO, O.L. Notas sobre o girino de *Proceratophrys boiei* (Wied) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.39, n.1: 233-236. 1979.
- JOHNSTON, G.F. & ALTIG, R. Identification characteristics of anuran larvae. *Herpetological Review*, v.17, n.2: 36-37. 1986.
- JUNGFER, K.H. & SCHIESARI, L.C. Description of a Central Amazonian and Guianan treefrog, genus *Osteocephalus* (Anura, Hylidae), with oophagous tadpoles. *Alytes*, v.13, n.1: 1-13. 1995.
- KOPP, K. *Estrutura espacial e temporal da anurofauna associada a poças naturais na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Serra do Caraça MG*. Belo Horizonte, 2005. 92p. Dissertação (Mestrado, Zoologia) Programa de Pós Graduação em Zoologia de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- LAJMANOVICH, R.C.; IZAGUIRRE, M.F.; VERA-CANDIOTI, M.F. & CASCO, V.H. Unique structural pattern of the manicotto glandulare of *Hyla nana* tadpoles (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v.21: 237-242.
- LIPS, K. R. & SAVAGE, J.M. Key to the known tadpoles (Amphibia: Anura) of Costa Rica. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.31:17-26. 1996.
- LUTZ, A. Observações sobre batrachios brasileiros. Parte I: O gênero *Leptodactylus* Fitzinger. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.19, n.2: 139-174. 1926.
- LUTZ, A. Observações sobre batrachios brasileiros taxonomia e biologia das Elosiinas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.24, n.4: 195-222. 1930.
- LUTZ, B. A ontogênese dos anfíbios anuros e a evolução terrestre dos vertebrados. *Boletim do Museu Nacional*, n.91: 1-10. 1949.
- LUTZ, B. *Brazilian Species of Hyla*. Austin & London: Univ. Texas Press, 1973. xviii+260p.
- MAGNUSSON, W.E. & HERO, J.M. Predation and the evolution of complex oviposition behaviour in Amazon rainforest frogs. *Oecologia*, v.86: 310-318. 1991.
- McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. Introduction. The tadpole arena. In: McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. (orgs.). *Tadpoles: the biology of anuran larvae*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999. p.1-6.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. de. *Elosia*, Tsch. e os generos correlatos. *Revista do Museu Paulista*, v.13: 813-821. 1920a.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. de. Os hylodideos do Museu Paulista. *Revista do Museu Paulista*, v.13:825-846. 1920b.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. de. Observações sobre algumas phases evolutivas de *Ceratophrys* e *Stombus*. *Arquivos do Museu Nacional*, v.24: 201-205. 1923.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. de. Notas para servirem ao estudo dos Gymnobatrachios (Anura) brasileiros. *Arquivos do Museu Nacional*, v.27: 7-227. 1926.
- MORIN, P.J. Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds. *Ecological Monographs*, v.53, n.2: 119-138. 1983.
- MORIN, P.J. Realism, precision, and generality in experimental tests of ecological theory. In: RESETARITS, W.J. & BERNARDO, J. (orgs.). *Issues and Perspectives in Experimental Ecology*. Oxford: University Press. 1998. p. 50-70.
- MURAMATSU, C.S.Y. & CRUZ, C.A.G. Descrição do girino de *Leptodactylus marambaiae* Izecksohn, 1976 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Revista da Universidade Rural do Rio de Janeiro - Série Ciências da Vida*, v.18, n.1-2: 53-57. 1996.
- NASCIMENTO, L.B.; POMBAL Jr., J.P. & HADDAD, C.F.B. A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. *Journal of Zoology*, v.254: 421-428. 2001.
- NASCIMENTO, L.B.; CARVALHO Jr., R.R.; WOGEL, H.; FERNANDES, D.S.; FEIO, R.N. Reprodução e descrição do girino de *Physalaemus rupestris* Caramaschi, Carcerelli & Feio, 1991

- (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Boletim do Museu Nacional*, v.450: 1-10. 2001.
- NEWMAN, R.A. Developmental plasticity of *Scaphiopus couchii* tadpoles in an unpredictable environment. *Ecology*, v.70, n.6: 1775-1787. 1989.
- NOMURA, F.; ROSSA-FERES, D.C. & PRADO, V.H.M. do. The tadpole of *Physalaemus fuscomaculatus* (Anura: Leptodactylidae) with a description of internal oral morphology. *Zootaxa*, v.370: 1-8. 2003.
- ORTON, G.L. The systematics of vertebrate larvae. *Systematics Zoology*, v.2: 63-75. 1953.
- ORTON, G.L. Larval evolution and frog classification. *Systematics Zoology*, v.6: 79-86. 1957.
- PEACOR, S.D. & WERNER, E.E. The contribution of trait-mediated indirect effects to the net effects of a predator. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.98: 3904-3908. 2001.
- PEIXOTO, O.L. & CRUZ, C.A.G. Notas sobre o girino de *Proceratophrys appendiculata* (Günther) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.40, n.3: 491-493. 1980.
- PEIXOTO, O.L. & CRUZ, C.A.G. Girinos de espécies de *Hyla* do grupo *albomarginata* do sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v.6, n.2: 155-163. 1983.
- PEIXOTO, O.L.; CARAMASCHI, U. & FREIRE, E.M.X. Two new species of *Phyllodytes* (Anura:Hylidae) from the State of Alagoas, Northeastern Brazil. *Herpetologica*, v.59, n.2: 235-246. 2003.
- PEIXOTO, O.L.; CRUZ, C.A.G. & IZECKSOHN, E. Notas sobre o girino de *Proceratophrys precrenulata* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v.7, n.1: 83-86. 1984.
- PEIXOTO, O.L.; IZECKSOHN, E. & CRUZ, C.A.G. Notas sobre o girino de *Proceratophrys laticeps* Izeckson & Peixoto (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.41, n.3: 553-555. 1981.
- PEREIRA, E.G.; NASCIMENTO, L.B. Descrição da vocalização e do girino de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994, com notas sobre a morfologia de adultos (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, v.62, n.3: 233-240. 2004.
- PIMENTA, B.V.S. & CRUZ, C.A.G. The tadpole and advertisement call of *Physalaemus aguirrei* Bokermann, 1966 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Amphibia-Reptilia*, v.25: 197-204. 2004.
- POMBAL Jr., J.P. & GORDO, M. Duas novas espécies de *Hyla* da Floresta Atlântica no Estado de São Paulo (Amphibia, Anura). *Memórias do Instituto Butantan*, v.53, n.1: 135-144. 1991.
- POMBAL Jr., J.P. & HADDAD, C.F.B. Espécies de *Phyllomedusa* do grupo *burmeisteri* do Brasil oriental, com descrição de uma espécie nova (Amphibia, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.52, n.2: 217-229. 1992.
- POMBAL Jr., J.P. & MADUREIRA, C.A. A new species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) from the Atlantic rain forest of northeastern Brazil. *Alytes*, v.15, n.3: 105-112. 1997.
- PUGLIESE, A.; ALVES, A.C.R. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. de The tadpoles of *Hyla oliveirai* and *Hyla decipiens* with notes on the *Hyla microcephala* group (Anura, Hylidae). *Alytes*, v.18, n.1-2: 73-80. 2000.
- PUGLIESE, A.; POMBAL Jr., J.P. & SAZIMA, I. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields of the Serra do Cipó, Southeastern Brazil. *Zootaxa*, v.688: 1-15. 2004.
- RELYEA, R.A. Morphological and behavioral plasticity of larval anurans in response to different predators. *Ecology*, v.82, n.2: 523-540. 2001.
- RESETARITS, W.J. & WILBUR, H.R. Calling site choice by *Hyla chrysoscelis*: effect of predators, competitors, and oviposition sites. *Ecology*, v.72, n.3: 778-786. 1991.
- ROSSA-FERES, D.C. *Ecologia de uma comunidade de anfíbios anuros da região noroeste do estado de São Paulo: microhabitat, sazonalidade, dieta e nicho multidimensional*. Rio Claro, 1997. 178p. Tese (Doutorado, Zoologia) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. Tadpole of *Physalaemus centralis* (Anura, Leptodactylidae). *Copeia*, v.1993, n.2: 566-569. 1993.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. Distribuição sazonal em comunidade de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, v.54, n.2: 323-334. 1994.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. Tadpole of *Odontophrynus moratoi* (Anura, Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, v.30, n.4: 536-539. 1996a.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. Distribuição espacial em comunidades de girinos na região de Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, v.56, n.2: 309-316. 1996b.
- ROSSA-FERES, D.C.; JIM, J. & FONSECA, M.G. Diets of tadpoles from a temporary pond in southeastern Brazil (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.21, n.4: 745-754. 2004.
- ROTH, A.H. & JACKSON, J.F. The effect of pool size on recruitment of predatory insects and on mortality in larval anuran. *Herpetologica*, v.43, n.2: 224-232. 1987.
- SAZIMA, I & BOKERMANN, W.C.A. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 5: *Hylodes otavioi* sp. n. (Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.42, n.2: 767-771. 1982.
- SCHIESARI, L.C. *Performance tradeoffs across resource gradients in anuran larvae*. Ann Arbor, Michigan, USA, 2004. 278p. Tese (Doutorado) - Department of Ecology and Evolutionary Biology, The University of Michigan.
- SCHIESARI, L.C. & MOREIRA, G. The tadpole of *Phrynohyas coriacea* (Hylidae), with comments on the species' reproduction. *Journal of Herpetology*, v.30, n.3: 404-407. 1996.
- SCHIESARI, L.C.; GORDO, M & HÖDL, W. Treeholes as calling, breeding, and developmental sites for the Amazonian canopy frog, *Phrynohyas resinificatrix* (Hylidae). *Copeia*, v.2003, n.2: 263-272. 2003.
- SCHIESARI, L.C.; GRILLITSCH, B. & VOGEL, C. Comparative morphology of phytotelmonous and pond-dwelling larvae of four neotropical treefrog species (Amphibia, Anura, Hylidae, *Osteocephalus oophagus*, *O. taurinus*, *Phrynohyas resinificatrix*, *P. venulosa*). *Alytes*, v.13, n.4: 109-139. 1996.
- SILVA, H.R. *Phylogenetic relationships within the subfamily Hylinae with emphasis on the relationships within the subfamily Hylinae (Amphibia: Anura)*. Kansas, USA, 2001. 175p. Tese (Doutorado) - University of Kansas.
- SKELLY, D.K. & WERNER, E.E. Behavioral and life-historical responses of larval American toads to an odonate predator. *Ecology*, v.71, n.6: 2313-2322. 1990.
- SMITH, D.C. Factors controlling tadpole populations of the chorus frog (*Pseudacris triseriata*) on Isle Royale, Michigan. *Ecology*, v.64, n.3: 501-510. 1983.
- SOKOL, O.M. The phylogeny of anuran larvae: a new look. *Copeia*, v.1975, n.1: 1-23. 1975.
- SPIELER, M. & LINSENAIR, K.E. Choice of optimal oviposition sites by *Hoplobatrachus occipitalis* (Anura: Ranidae) in an unpredictable and patchy environment. *Oecologia*, v.109:184-199. 1997.
- SPIRANDELI-CRUZ, E.F. *Estudo comparativo da morfologia oral interna de larvas de anfíbios anuros que ocorrem na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura)*. São Paulo, 1991. 237p. Tese (Doutorado, Zoologia) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- SREDL, M.J. & COLLINS, J.P. The interaction of predation, competition, and habitat complexity in structuring an amphibian community. *Copeia*, v.1992, n.3: 607-614. 1992.
- STARRET, P.H. Evolutionary patterns in larval morphology. In: VIAL, J.L. (org.). *Evolutionary biology of the anurans. Contemporary research on major problems*. Columbia: University of Missouri Press, 1973. p. 251-271.
- VIZOTTO, L.D. Desenvolvimento de anuros da região norte-ocidental do estado de São Paulo. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (número especial)*: 1-165. 1967.
- VIZOTTO, L.D. Aspectos ontogenéticos dos anuros. *Caldasia*, v.11, n.52: 113-128. 1973.

- WASSERSUG, R.J. & HEYER, W.R. Morphological correlates of subaerial existence in leptodactylid tadpoles associated with flowing water. *Canadian Journal of Zoology*, v.61: 761-769. 1983.
- WASSERSUG, R.J. & HEYER, W.R. A survey of internal oral features of leptodactyloid larvae (Amphibia: Anura). *Smithsonian Contributions to Zoology*, n.457: 1-99. 1988.
- WEBER, L.N. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. de. Descrição da larva de *Physalaemus signifer* (Girard, 1853) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) e informações sobre a reprodução e a distribuição geográfica da espécie. *Boletim do Museu Nacional*, n.462: 1-6. 2001.
- WELLBORN, G.A.; SKELLY, D.K. & WERNER, E.E. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.27: 337-363. 1996.
- WERNER, E.E. Individual behavior and higher-order species interactions. *American Naturalist*, v.140 (suppl.): 5-32. 1992.
- WERNER, E.E. Ecological experiments and a research program in community ecology. In: RESETARITS, W.J. & BERNARDO, J. (orgs.). *Experimental Ecology: Issues and Perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p.3-26.
- WERNER, E.E. & ANHOLT, B.R. Ecological consequences of the trade-off between growth and mortality rates mediated by foraging activity. *American Naturalist*, 142: 242-272. 1993.
- WERNER, E.E. & GLENNEMEIER, K.S. Influence of forest canopy cover on the breeding pond distributions of several amphibian species. *Copeia*, v.1999, n.1: 1-12. 1999.
- WERNER, E.E. & PEACOR, S.D. A review of trait-mediated indirect interactions in ecological communities. *Ecology*, v.84, n.5: 1083-1100. 2003.
- WILBUR, H.M. Density-dependent aspects of metamorphosis in *Ambystoma* and *Rana sylvatica*. *Ecology*, v.57: 1289-1296. 1976.
- WILBUR, H.M. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology*, v.68, n.5: 1437-1452. 1987.
- WILBUR, H.M. Experimental ecology of food webs: complex systems in temporary ponds. *Ecology*, v.78: 2279-2302. 1997.
- WOGEL, H.; ABRUNHOSA, P.A. & POMBAL Jr., J.P. Girinos de cinco espécies de anuros do sudeste do Brasil (Amphibia: Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae). *Boletim do Museu Nacional*, n.427: 1-16. 2000.