



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SISTEMAS AQUÁTICOS TROPICAIS



RUBENS ALVES JUNQUEIRA

A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE
ASSEMBLEIAS DE GIRINOS DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA
DIAMANTINA (PNCD), BAHIA, BRASIL

ILHÉUS - BAHIA
NOVEMBRO\2021

RUBENS ALVES JUNQUEIRA

**A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE
ASSEMBLEIAS DE GIRINOS DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA
DIAMANTINA (PNCD), BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais

Área de Concentração: Ecologia

Orientador: Caio Vinícius de Mira-Mendes

ILHÉUS – BAHIA

NOVEMBRO\2021

RUBENS ALVES JUNQUEIRA

**A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE
ASSEMBLEIAS DE GIRINOS DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA
DIAMANTINA (PNCD), BAHIA, BRASIL**

Ilhéus, Bahia, Novembro de 2021

Prof. Dr. Renan Nunes Costa

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

(Examinador)

Prof. Dr. Luiz Norberto Weber

Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)

(Examinador)

Prof. Dr. Caio Vinícius de Mira-Mendes

Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

(Orientador)

**Á D. Nízia, minha avó paterna que, com
muito carinho e apoio, não mediu esforços
para que eu cumprisse esta etapa de minha vida.
(*in memoriam*)**

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato a todas as pessoas que participaram de alguma forma na realização deste trabalho, o qual representa uma fase inesquecível da minha vida profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Caio Vinícius de Mira-Mendes, pesquisador competente e muito paciente, pelas grandes oportunidades, ensinamentos herpetológicos e de vida. Obrigado por não desistir, mesmo com todos os obstáculos.

Ao Prof. Dr. Renan Nunes Costa e ao Prof. Danilo Silva Ruas por terem aceitado o convite para a banca de qualificação e pelas valiosas opiniões e ajuda durante as análises de dados.

Aos amigos herpetólogos, que ajudaram na busca pelos girinos, em especial Vinicius Menezes (Vinny) por ter me acompanhado – e me deixado acompanhá-lo - em diversas saídas de campo.

Ao laboratório de Herpetologia Tropical que, com apoio moral e financeiro, viabilizou a realização do trabalho.

Aos demais amigos do Laboratório de Herpetologia Tropical da UESC, pelos excelentes momentos que me proporcionaram.

Aos queridos colegas do mestrado pela ótima convivência no dia-a-dia das disciplinas, em especial ao meu grande amigo Cauê Carvalho

Ao meu querido amigo John Brito, pela excelente companhia e pelo companheirismo durante a pandemia. E, ainda, aos meus amigos Giovani de Souza e Angélica Ribeiro, que me receberam em sua pousada em São Thomé das Letras, onde pude desenvolver grande parte do trabalho.

Ao meu amigo Will, que ofereceu seu apartamento pra que eu morasse durante os primeiros meses do mestrado.

A minha namorada Aline Unes, que mesmo ocupada com sua própria dissertação encontrou tempo para me apoiar, principalmente durante as formatações no Word, sem as quais eu talvez tivesse desistido (SQN)

Aos meus queridos familiares, avós, tios, primos. Aos meus amados pais, Rubens e Almerinda e meus irmãos Patrícia e Henrique, por me apoiarem nos momentos mais difíceis e pelos exemplos de vida.

Ao programa de pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do Projeto “Qual o efeito das queimadas sobre a herpetofauna do Parque Nacional da Chapada Diamantina?”, que viabilizou as campanhas de coletas de dados.

E por fim aos professores e funcionários pelos ensinamentos e pela convivência durante este período.

Sumário

Artigo	7
Resumo	8
Abstract	10
Introdução	12
Material e Métodos	15
<i>Área de estudo</i>	15
<i>Delineamento amostral</i>	16
<i>Amostragem dos girinos</i>	17
<i>Análise dos dados</i>	18
Resultados	19
Discussão	22
Referências	28

Artigo

A influência de fatores ambientais sobre a composição de assembleias de girinos do Parque Nacional Da Chapada Diamantina (PNCD), Bahia, Brasil



Bokermannohyla oxente

(Foto: Camila Souza Batista)

A ser submetido para a revista *Limnologica*

Instruções para os autores:

<https://www.elsevier.com/journals/limnologica/0075-9511/guide-for-authors>

A influência de fatores ambientais sobre a composição de assembleias de girinos do Parque Nacional Da Chapada Diamantina (PNCD), Bahia, Brasil

Rubens Alves Junqueira^{1,2} e Caio Vinicius De Mira-Mendes^{1,2}

¹Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia, Brasil

Autor correspondente. E-mail: raljunkeira@gmail.com

Resumo

Estudos com girinos têm sido majoritariamente descritivos, enfatizando aspectos morfológicos e taxonômicos e, de certa forma, negligenciando os aspectos ecológicos e de história natural das comunidades. No entanto, é sabido que fatores ambientais e espaciais podem afetar significativamente a diversidade das assembleias. Habitats aquáticos podem variar consideravelmente em sua estrutura, exercendo, portanto, diferentes pressões sobre as assembleias. Estudos evidenciaram influência direta de variáveis como profundidade, estrutura marginal, vegetação circundante, substrato do interior, presença/ausência de predadores dentre outras, no agrupamento de espécies em ambientes lóticos e lênticos. No Brasil, estudos abordando o tema foram desenvolvidos principalmente no bioma Mata Atlântica e até 2011 não havia estudos ecológicos com foco nas comunidades de anuros no bioma caatinga. Nosso objetivo foi determinar a composição de espécies em assembleias de girinos ao longo do PNCD e verificar quais variáveis melhor explicam os padrões observados. Para isso utilizamos uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Vinte e dois pontos foram amostrados, totalizando 918 indivíduos distribuídos em três famílias. O *triplot* dos dois primeiros eixos da CCA revelou dois agrupamentos de espécies, cada um se associando à

diferentes perfis de habitats. As variáveis “profundidade”, “fundo com folhiço” e “presença de predadores invertebrados” foram as variáveis mais associadas aos agrupamentos. O grupo 1, formado exclusivamente por espécies bentônicas, demonstrou preferência por ambientes com assoalho predominantemente coberto por folhiço. Já o grupo 2 reuniu espécies tanto bentônicas quanto nectônicas e ocorreu em ambientes com assoalho majoritariamente coberto por cascalho. Os grupos 1 e 2 ocorreram, respectivamente, em ambientes de baixa e média profundidade, revelando a importância dessa variável no agrupamento de espécies. A predação tem sido listada como uma das variáveis mais importantes na estruturação das assembleias. O grupo 1 foi observado em ambientes com baixa densidade de predadores, enquanto o grupo 2 se mostrou tolerante à presença de larvas de odonata, bem como de predadores hemípteros. Estudos com comunidades de girinos tropicais também têm destacado a influência direta de variáveis relacionadas à vegetação. No entanto, os resultados deste estudo não encontraram relações significativas entre vegetação circundante e estruturação das assembleias.

Palavras chave: Amphibia. Herpetologia. Espécies. Composição. Chapada Diamantina.

Abstract

Studies with tadpoles have been mostly descriptive, emphasizing morphological and taxonomic aspects and, in a way, neglecting the ecological and natural history aspects of the communities. However, it is known that environmental and spatial factors can significantly affect assemblage diversity. Aquatic habitats can vary considerably in structure, thus exerting different pressures on assemblages. Studies showed direct influence of variables such as depth, marginal structure, surrounding vegetation, interior substrate, presence/absence of predators, among others, in the grouping of species in lotic and lentic environments. In Brazil, studies addressing the topic were developed mainly in the Atlantic Forest biome and until 2011 there were no ecological studies focusing on anuran communities in the Caatinga biome. Our objective was to determine the species composition in tadpole assemblages along the PNCD and to verify which variables best explain the observed patterns. For this we used a Canonical Correspondence Analysis (CCA). Twenty-two points were sampled, totaling 918 individuals distributed in three families. The triplet of the first two axes of the CCA revealed two groupings of species, each associated with different habitat profiles. The variables “depth”, “background with litter” and “presence of invertebrate predators” were the variables most associated with the clusters. Group 1, formed exclusively by benthic species, showed a preference for environments with floors predominantly covered by litter. Group 2 gathered both benthic and nectonic species and occurred in environments with a floor mostly covered by gravel. Groups 1 and 2 occurred, respectively, in low and medium depth environments, revealing the importance of this variable in the grouping of species. Predation has been listed as one of the most important variables in the structuring of assemblies. Group 1 was observed in environments with low density of predators, while group 2 was tolerant to the presence of odonata larvae, as well as hemipteran predators. Studies with tropical tadpole communities have also highlighted the direct influence of vegetation-related variables. However, the results

of this study did not find significant relationships between surrounding vegetation and assemblage structuring.

Introdução

Estudos sobre a ecologia de comunidades de girinos foram iniciados na década de 90 e abordaram principalmente a competição entre espécies coexistentes em ambientes aquáticos amazônicos (Gascon, 1992; Fatorelli e Rocha, 2008). Trabalhos relacionando a composição de espécies com a complexidade ambiental, como estrutura do habitat, temperatura e umidade estão em amplo crescimento (e.g., Fatorelli e Rocha, 2008; Both et al., 2009; Melo et al., 2018; Tavares-Junior et al., 2020), no entanto, ainda são relativamente escassos, quando comparados a trabalhos de descritivos (Fatorelli e Rocha, 2008; Borges e Rocha, 2013; Almeida et al., 2014; Marques e Nomura, 2018). No início do século vários estudos foram desenvolvidos para investigar o quanto os fatores bióticos e abióticos poderiam estar relacionados com a composição das comunidades de anuros (e.g., Eterovick e Fernandes, 2001; Hiragond e Saidapur, 2001; Peltzer e Lajmanovich, 2004; Eterovick e Barata, 2006; Hammond e Luttbeg, 2007). Trabalhos mais recentes também têm abordado esse tema, permitindo revelar quais variáveis ambientais mais influenciam nos padrões de distribuição das espécies (e.g., Borges e Rocha, 2013; Marques e Nomura, 2018; Marques, Rattis e Nomura, 2019; Tavares-Junior et al., 2020)

Habitats aquáticos podem variar consideravelmente em sua estrutura (e.g. largura, área, profundidade, presença de vegetação etc.), parâmetros físico-químicos (condutividade, quantidade de O₂ dissolvido, temperatura) e hidro período (efêmeros, temporários ou permanentes), podendo esses fatores gerar diferentes influências sobre as assembleias de girinos (Gascon, 1991; Rossa-Feres e Casatti, 2007; Both et al., 2009; Hawley, 2010). Além disso, fatores como competição e dispersão também podem afetar consideravelmente a composição das espécies (Gascon, 1991; Eterovick e Barata, 2006; De Melo et al., 2017; Marques e Nomura, 2018). Todavia, os efeitos da heterogeneidade ambiental podem variar significativamente entre os habitats (Tews et al., 2004), de forma que as comunidades podem

ser estruturadas com base em diferentes agrupamentos de variáveis ambientais, a depender do local do estudo e histórico evolutivo de cada espécie (Gascon, 1991; Both et al., 2011; Tavares-Junior et al., 2020)

Anuros possuem baixa capacidade de dispersão, tornando grandes distâncias entre os habitats um fator limitante para colonização de alguns pontos (Legendre e Fortin, 1989; Smith e Green, 2005; Borges e Rocha, 2013). Portanto, a presença de uma espécie em um determinado ambiente pode ser devido a um processo de filtragem ambiental que, previamente, selecionou as espécies mais adaptadas à heterogeneidade local (Tofts e Silvertown, 2000; Webb et al., 2010; Melo et al., 2018). Girinos, embora sejam capazes de selecionar o micro-habitat (Alford, 1999; Melo et al., 2018), têm capacidade de dispersão ainda mais restrita e, normalmente, estão limitados à habitats previamente escolhidos pelos adultos (Resetarits e Wilbur, 1989; Evans et al., 1996; Santos et al., 2007; Fatorelli e Rocha, 2008; Marques e Nomura, 2018), o que parece ter influência na ocorrência de girinos em diferentes habitats (Provete et al., 2014). A baixa capacidade de dispersão, aliada a características fisiológicas do grupo, reforça a hipótese de que as comunidades de anuros são, de fato, estruturadas por fatores ambientais (ver Resetarits e Wilbur, 1989; Werner et al., 2007; Fatorelli e Rocha, 2008; Dória et al., 2015). No entanto, em ambientes aquáticos tropicais, as características estruturais e espaciais do habitat têm efeitos distintos nas assembleias e atuam através de inúmeros mecanismos e em diversas combinações (Gascon, 1991; Eterovick e Barros, 2003; Eterovick e Barata, 2006), dificultando a identificação das variáveis que mais influenciam a dinâmica das comunidades (Eterovick, 2003; De Almeida et al., 2014).

Conhecer os descritores que melhor explicam a variação na composição das espécies pode auxiliar na escolha de áreas para conservação da biodiversidade e ser mais uma ferramenta para desenvolver planos de proteção e conservação de anuros, pois tais pesquisas

podem elucidar as necessidades ecológicas para a sobrevivência das espécies e ajudar a orientar ações de manejo e estratégias de conservação em uma região por onde existem poucos dados sobre ecologia e composição de espécies (Rodrigues, 2003; Leal et al., 2005; Townsends et al., 2008; De Almeida et al., 2014b).

No Brasil, estudos abordando o tema foram desenvolvidos principalmente no bioma Mata Atlântica (e.g., Giaretta et al., 1999; Afonso e Eterovick, 2007; Bastazini et al., 2007; De Melo et al., 2017). Embora o país possua a maior riqueza e diversidade de anfíbios do mundo, com 1188 espécies descritas (Segalla et al., 2021) até 2011 não havia estudos ecológicos com foco nas comunidades de anuros no bioma caatinga (Giaretta et al., 1999; Afonso e Eterovick, 2007; Bastazini et al., 2007; Xavier e Napoli, 2011). Esta condição nos revela um déficit no conhecimento das interações mediadas por diferentes condições ambientais observadas na caatinga e especialmente em uma região de ecótono como o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e, portanto, evidenciando a necessidade de novos trabalhos na região (Valdujo et al., 2009; Dória *et al.*, 2015; Garda et al., 2017).

O presente estudo busca conhecer os fatores bióticos e abióticos que podem influenciar a composição das assembleias de girinos ao longo do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e identificar quais conjuntos de variáveis ambientais ligadas à características dos corpos d'água melhor explicam os padrões de ocupação e distribuição observados.

Os fatores que determinam a presença de espécies de girinos em um determinado corpo d'água fazem parte de uma complexa rede de relacionamentos (Gascon, 1991; Eterovick e Barros, 2003; Eterovick e Barata, 2006), no entanto, sabemos que sítios com maior heterogeneidade ambiental oferecem recursos a um maior número de espécies (Peltzer e Lajmanovich, 2004; Candeira, 2007; Tavares-Junior et al., 2020) e que variáveis físicas (por

exemplo, tipo de substrato, profundidade da água, fluxo e temperatura da água) e biológicos (por exemplo, presença e distribuição de vegetação, outros girinos ou predadores) influenciam a distribuição e composição das assembleias. Trabalhos anteriores têm relatado a presença\ausência de vegetação aquática\marginal (Eterovick e Barata, 2006; De Melo *et al.*, 2017; Tavares-Junior *et al.*, 2020) e de predadores (Hammond e Luttbeg, 2007; Borges e Rocha, 2013) como os fatores que mais explicam a estruturação das assembleias, portanto, esperamos que os descritores relativos à essas variáveis sejam aqueles que melhor explicam a composição das assembleias.

Material e Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi conduzido na região central do estado da Bahia (BA), mais precisamente no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) (12°20'-12°25' S e 41°35'- 41°15' W) (Fig. 1). O PNCD cobre uma área de aproximadamente 152.132ha distribuídos entre seis municípios (Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras). A região é uma área úmida encravada no meio do semi-árido baiano e representa uma parte da porção norte da cadeia do Espinhaço. Segundo o plano de manejo do PNCD a unidade de conservação (UC) abrange três biomas (Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga), resultando em um grande mosaico de uma combinação única entre os três biomas. No entanto, estudos indicam que o parque integra, em sua maior parte, o bioma Caatinga (Plano De Manejo PNCD: Beserra, 2007). O clima é do tipo Tropical semi-úmido, totalmente diferente do clima circundante, o semi-árido. O verão é úmido enquanto os meses secos estão concentrados na primavera (Nimer, 1989). A temperatura média anual é 22°C, mas há grande variação com

médias mensais variando de 15°C a 26°C (Vale *et al.*, 2007, CPRM,1994, 2003). A pluviosidade anual varia entre 600 e 1000 mm (Plano de Manejo PNDC, 2007).

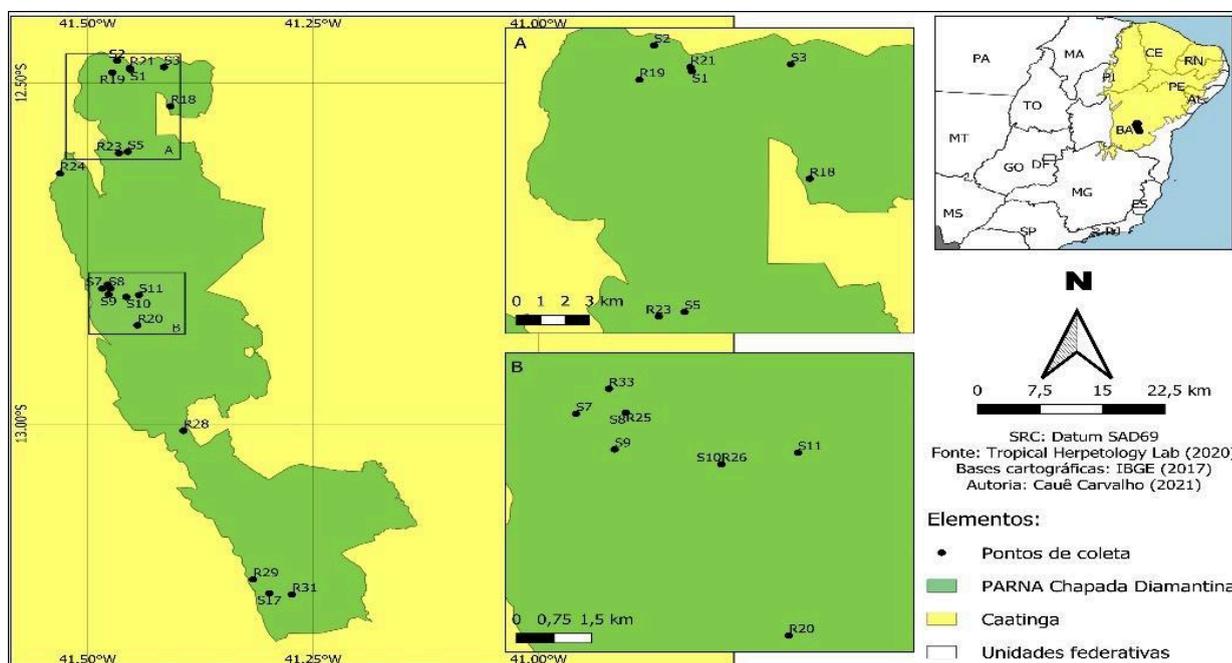


Fig. 1. Distribuição dos sítios de amostragem no Parque Nacional da Chapada Diamantina e sua localização no estado da Bahia - Brasil

Delineamento amostral

Apenas corpos d'água lóticos foram amostrados. Os ambientes foram selecionados respeitando uma distância de no mínimo 1 km entre eles. Um transecto de 100 metros foi estipulado ao longo de cada corpo d'água e a caracterização de cada ambiente amostrado foi realizada utilizando os seguintes descritores ambientais e suas respectivas subcategorias: Profundidade (retirada a 1m da margem em cada uma das parcelas), perfil da margem do corpo d'água (barranco, inclinada, plana e escavada), substrato no interior (rocha, pedras, cascalho, areia, argila, lama e folhiço), vegetação no interior (nenhuma, submersa, flutuante, herbácea ereta, arbustiva, arbórea e taboa), vegetação na borda (nenhuma, herbácea rasteira, herbácea ereta, arbustiva, arbórea, taboa) e presença de predadores invertebrados (Odonata, Hemíptera, Coleóptera), somando um total de 26 subcategorias. A caracterização da

estruturação dos corpos d'água foi baseada na disponibilidade de microambientes. Para tanto, foi utilizado um quadrante de PVC de 1m x 1m, quadriculado com barbante em intervalos de 10 cm por 10 cm. Em cada ambiente foram definidas 12 parcelas, sendo seis posicionadas no interior do corpo d'água, em posição horizontal e na margem sorteada, e as outras seis, paralelas às primeiras, posicionadas em posição vertical e externamente ao corpo d'água (Figura 2). As parcelas foram posicionadas a cada 20 metros no decorrer dos 100 metros de cada transecto. Todas as parcelas foram fotografadas *in loco*, e posteriormente analisadas em laboratório. A disponibilidade dos microambientes foi estimada para cada imagem, com base na presença e ausência do tipo de microambiente, dentro de cada quadrante.

Amostragem dos girinos

Foram realizadas duas campanhas, sendo a primeira nos meses de fevereiro e março de 2019 e a segunda no mesmo período de 2020, totalizando 22 pontos amostrados (Figura 1). Não houve amostras em pontos diferentes em um mesmo riacho e, cada ponto foi amostrado apenas uma vez. A coleta de girinos foi realizada por duas pessoas com auxílio de uma peneira com diâmetro de 25cm e malha de 0,2mm. Em algumas ocasiões uma peneira manual, também com malha de 0,2mm, foi usada em microambientes (e.g. fendas em rochas, empossados, etc). Foram realizadas um total de duzentas peneiradas por ponto (100 por pessoa), ao longo dos cem metros do transecto e em cada um dos pontos amostrados. O número de peneiradas foi o mesmo para cada unidade amostral independentemente do tamanho do corpo d'água. Os coletores iniciaram o processo a montante, em margens opostas e ao mesmo tempo.

Os girinos coletados foram eutanaziados em solução de benzocaína a 10%, fixados em formol a 10% e posteriormente identificados com auxílio de literatura especializada e consulta

a especialistas. Todos os espécimes serão depositados na Coleção Zoológica do Universidade Estadual de Santa Cruz (MZUESC).

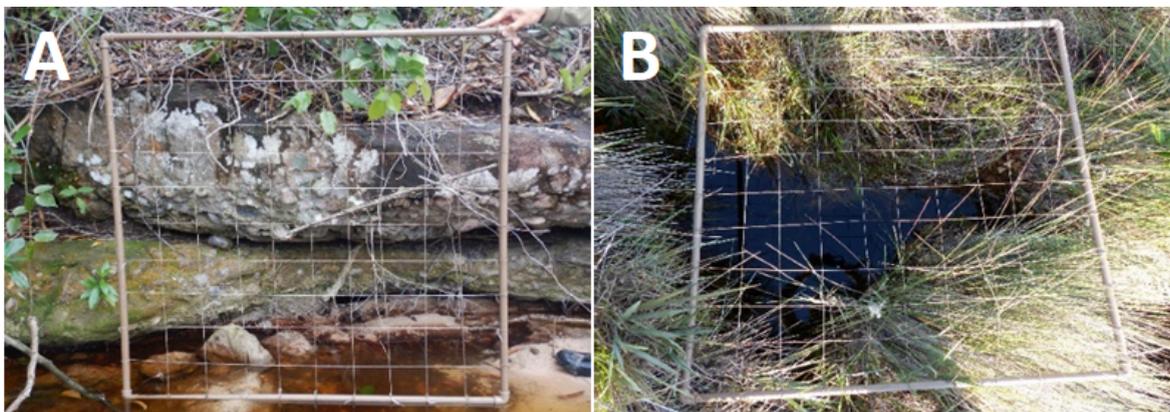


Fig. 2. Posicionamento das parcelas em posição vertical na margem (A) e horizontal sobre o corpo d'água (B) para caracterização dos microhabitats.

Análise dos dados

Para verificar as relações entre as assembleias e as variáveis que mais influenciaram a composição de espécies em cada um dos sítios amostrados foram construídas duas matrizes de dados. A primeira (matriz abiótica) foi construída a partir do percentual médio obtido nas medidas de cada variável ambiental ao longo de cada corpo d'água (profundidade, perfil da margem, substrato no interior, vegetação no interior, vegetação na borda e presença de predadores invertebrados). A segunda (matriz biótica) com base na abundância dos girinos das espécies, sendo as espécies organizadas em colunas e pontos amostrais em linhas. Para verificar a multicolinearidade e reduzir o número de variáveis, foi realizada uma Análise de Correlação de Pearson para determinar quais as variáveis mais se correlacionavam. Por fim, com base no resultado da correlação e conferência na literatura, as variáveis mais correlacionadas e consideradas menos importantes foram eliminadas.

Para identificar a relação entre a composição das assembleias de girinos e as variáveis ambientais, foi aplicada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) sobre as variáveis selecionadas nos testes anteriores (total de 08 variáveis), sendo elas: profundidade; fundo com cascalho, fundo com folhiço; nenhuma vegetação no interior; presença de predadores odonatas hemípteros e coleópteros; vegetação circundante com herbácea ereta. Essa análise busca a correlação entre combinações lineares do conjunto de preditores, reduzindo a dimensionalidade dos dados e quantificando, portanto, a associação entre as matrizes de dados abióticos e bióticos (Palmer, 1993; Gotelli e Ellison, 2011).

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software Past: Paleontological Statistics Software Package For Education And Data Analysis (Hammer et al., 2001).

Resultados

Foram coletados um total de 918 indivíduos de 12 espécies/morfoespécies e distribuídos em três famílias, sendo a família Hylidae a mais representativa, com girinos de sete espécies. As famílias Odontophrynidae e Leptodactylidae foram aqui representadas por três e duas espécies, respectivamente. A espécie mais abundante foi *Bokermannohyla oxente* com 310 (trezentos e dez) indivíduos coletados, seguida por *Scinax* aff. *montivagus* com 233 (duzentos e trinta e três) indivíduos coletados e *Scinax* aff. *curicica* com 121 (cento e vinte um). A espécies menos abundantes foram *Leptodactylus vastus* com 2 espécimes e *Odontophrynidae* sp2\ *Scinax* gr. *catharinae* ambas com 4 indivíduos coletados.

A riqueza por ponto variou de 1 a 5 espécies. Os pontos mais diversos foram R19 e R23 com 3 espécies cada e em R24, R29 e R33, com 5 espécies cada (Tab. 1). Nenhuma espécie ocorreu em 100% dos ambientes. Em 59% dos sítios amostrados, foram encontradas três ou mais espécies em coocorrência. Em 23% desses pontos foram registrados apenas uma

espécie, enquanto os outros 18% registraram pelo menos duas espécies em co-ocorrência. *B. oxente* foi a espécie mais frequente, sendo encontrada em 18 (82%) dos 22 sítios amostrados.

Juntos os três primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) explicaram 76,69% da variação total da composição, com o primeiro eixo explicando sozinho 41,34% dessa variação. As variáveis preditoras “fundo de folhiço” (0,339814) e “predador hemíptero” (0,147404) foram as mais positivamente relacionadas com o primeiro eixo, enquanto “profundidade” (-0,301426) e “predador odonata” (-0,208185) foram negativamente relacionadas a esse mesmo eixo (Tab. 2). O segundo eixo foi positivamente relacionado com a variável “profundidade” (0,510341), além de “predador coleóptero” (0,298451) e “fundo com folhiço” (0,245456). Neste eixo as variáveis mais negativamente relacionadas foram “fundo com cascalho” (-0,389175) e “presença de predador hemíptero (-0,161641) (Tab. 2). A variável “predador odonata” se correlacionou negativamente com todos os três primeiros eixos (-0,208185, -0,145751, -0,211617, respectivamente (Tab. 2).

O *triplot* dos dois primeiros eixos da CCA revelou dois agrupamentos de espécies, cada um se associando a diferentes perfis de habitats (Fig.3). No primeiro grupo as espécies *B. diamantina*, *B. oxente*, *L. vastus*, *O. aff. americanos* e *Odontophrynus* sp2 estiveram associadas a ambientes marcados por baixa profundidade, com assoalho predominantemente coberto por folhiço, ausência de predador odonata e com relativa presença de predador hemíptero. O grupo 2 incluiu as espécies *B. itapoty*, *P. minuta*, *S. curicica*, *Scinax* sp., *Scinax* do grupo *catharinae* e *R. cardosoi*, as quais ocorreram em ambientes de profundidade média, com assoalho majoritariamente coberto por cascalho e sem nenhuma ou pouca vegetação no interior. Nesse grupo, as espécies *B. diamantina*, *S. curicica* e *P. minuta* se mostraram tolerante à presença de predadores odonatas, enquanto *Scinax* sp. ocorreu na presença de

predadores hemípteros. Além disso, essas mesmas espécies foram fracamente relacionadas a vegetação de borda. A espécie *S. montivagus* esteve correlacionada à ambientes mais profundos, com assoalho livre de folhiço, ausência de predadores coleópteros e hemípteros e, ainda, com baixa presença de predadores odonatas.

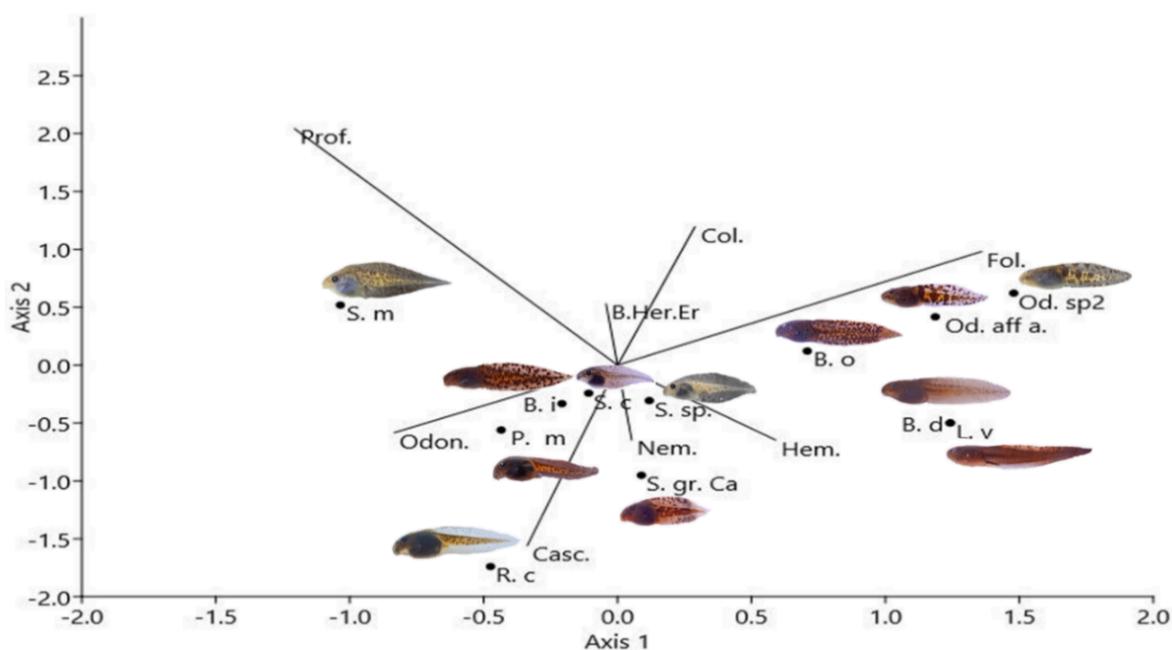


Fig. 3. Triplot de ordenação dos dois primeiros eixos da CCA com apenas a variação relacionada às variáveis ambientais, aqui representadas por linhas. Abreviações das variáveis: **Prof** = “profundidade”, **Casc** = “fundo com cascalho”, **Folh** = “fundo com folhiço”, **Nem** = “nenhuma vegetação no interior”, **Odon** = “predador odonata”, **Hem** = “predador hemíptero”, **Col** = “predador coleóptero”, **B.Her.Er** = “borda com vegetação herbácea ereta”. Abreviações das espécies: **B.d** = “*Bokemannohyla diamantina*”, **B.i** = “*Bokemannohyla itapoty*”, **B.o** = “*Bokemannohyla oxente*”, **S.m** = “*Scinax aff. montivagus*”, **S.gr.Ca** = “*Scinax gr. catharinae*”, **S.sp.** = “*Scinax sp.*”, **L.v** = “*Leptodactylus vastus*”, **R. c** = “*Rupirana cardosoi*”, **Od.sp1** = “*Odontophrynidae sp1*”, **Od.sp2** = “*Odontophrynidae sp2*”, **Od.aff a.** = “*Odontophrynus aff. americanus*”, **P.m** = “*Proceratophrys aff. minuta*”.

Tabela 1. Correlação das variáveis ambientais com os eixos canônicos.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
PROF.	-0,30143	0,510341	0,009424
CASC.	-0,08417	-0,38918	0,347112
FOL.	0,339814	0,245456	-0,51619

NEM.	0,013181	-0,16123	0,605155
ODON.	-0,20819	-0,14575	-0,21162
HEM.	0,147404	-0,16164	0,205941
COL.	0,072103	0,298451	0,020758
B.HER.ER	-0,01066	0,131885	-0,61866

Tabela 2. Riqueza de espécies em riachos permanentes amostrados no PNCD nos meses de fevereiro e março de 2019 e 2020.

	S1	S2	S3	S5	S7	S8	S9	S10	S11	S17	R18	R19	R20	R21	R23	R24	R25	R26	R28	R29	R31	R33	
<i>Bokermannohyla diamantina</i> Napoli and Juncá, 2006			X																				
<i>B. itapoty</i> Lugli and Haddad, 2006										X						X	X						X
<i>B. oxente</i> Lugli and Haddad, 2006	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X			X
<i>L. vastus</i> Lutz, 1930			X																				
Odontophrynidae. sp2		X																					
<i>O. aff. americanus</i>						X		X	X														
<i>Proceratophrys minuta</i> Napoli, Cruz, Abreu, and Del Grande, 2011															X	X	X	X	X	X			X
<i>Rupirana cardosoi</i> Heyer, 1999						X				X	X	X			X	X						X	
<i>Scinax montivagus</i> Juncá, Napoli, Nunes, Mercês, and Abreu, 2015															X	X		X	X	X	X	X	X
<i>S. curicica</i> Pugliese, Pombal, and Sazima, 2004					X	X						X				X	X	X			X		X
<i>S. gr. catharinae</i>				X																			
<i>Scinax</i> sp.						X			X												X		
Riqueza por sítio amostral	1	2	3	2	2	5	1	2	3	3	1	3	1	1	3	5	4	4	3	5	2	5	

Discussão

Os resultados do presente estudo evidenciaram que uso de microhabitats, em especial em relação ao tipo de substrato de fundo, a presença\ausência de predadores invertebrados e a profundidade foram as principais variáveis responsáveis pela estruturação das comunidades de girinos de ambientes lóticos no PNCD.

Diversos estudos têm relacionado o tipo do substrato com a composição das espécies. Por exemplo, Eterovick e Barata (2006) encontraram diferenças no uso de microhabitats por girinos residentes em riachos quanto ao tipo de substrato; com espécies como *Bokermannohyla martinsi* e *B. gr. circumdata* apresentando preferência por fundos rochosos, enquanto *Crossodactylus* sp. e *Hylodes uai* foram registrados predominantemente em ambientes com areia/cascalho de fundo. Além deles, Melo et al., (2018) encontraram uma variação no uso de diferentes tipos de substratos na seleção de microhabitats em ambientes lóticos, com espécies ocorrendo em ambientes com fundo rochoso (*Hylodes asper*), argiloso (*Scinax angrensis*), arenosos (*Vitreorana uranoscopa*) e coberto por folhiço (*H. phyllodes* e *Aplastodiscus eugenoi*). A maioria das espécies citadas nos estudos anteriores estão inseridas na guilda de girinos bentônicos (*sensu* Altig e Johnston, 1989), estando dessa forma dieramente associada ao fundo dos ambientes aquáticos. A diferenciação do uso em relação ao tipo de substrato pode dessa forma refletir um tipo de partilha de nicho pelas espécies (Pianka, 2007). No presente estudo, verificou-se a formação de dois grandes agrupamentos em relação ao tipo de substrato: o grupo 1 reuniu as espécies *B. diamantina*, *B. oxente*, *Leptodactylus vastus*, *Odontophrynus* aff. *americanos* e *Odontophrynus* sp2. Essas espécies mostraram preferência por ambientes com assoalho predominantemente coberto por folhiço. Assoalhos desse tipo estão entre os mais complexos e, normalmente, desempenham a mesma função da vegetação aquática, proporcionando, além de sítios de forrageamento, abrigos antipredadores. Não obstante, girinos exploram o substrato em busca de alimento, de forma

que a diversidade do aparato bucal está diretamente relacionada a cada tipo de substrato e ao comportamento alimentar de cada espécie (Altig e Johnston, 1989). Além disso a presença de refúgios contra predadores aumenta a sobrevivência dos girinos, favorecendo a riqueza (Diaz-Paniagua, 1987; Kopp et al., 2006; Melo et al., 2018). Portanto, a preferência desse grupo por assoalhos com essas características pode estar relacionada com esses fatores. O grupo 2 foi constituído pelas espécies *B. itapoty*, *Proceratophrys minuta*, *Scinax curicica*, *Scinax* sp., *Scinax gr.catharinae* e *Rupirana cardosoi* e ocorreu em ambientes com assoalho majoritariamente coberto por cascalho. Segundo Strauß et al., (2013) girinos encontrados em riachos de Madagascar se alimentam de diatomáceas depositadas na areia. A areia é muito semelhante ao cascalho (Kleinhans e Rijn, 2002) podendo desempenhar o mesmo papel na deoposição de algas e, conseqüentemente, influenciando a ocorrência dessas espécies nesse tipo de microhabitat. Desta forma, é possível que a importância do tipo de substrato se deva em grande parte à influência na capacidade alimentar das espécies, embora ainda existam poucos dados sobre a relevância da partição de recursos alimentares em assembleias de girinos (Borges e Rocha, 2013).

Os grupos 1 e 2 ocorreram em ambientes de baixa (20 cm profundidade) e média profundidade (21 à 50 cm profundidade). As espécies do primeiro grupo pertencem a três famílias distintas (Hylidae, Leptodactylidae e Odontophrynidae), no entanto, todas exibem comportamento bentônico, indicando que, apesar da importância geral da história filogenética, as adaptações morfológicas podem se sobrepor, evidenciando a importância desse tipo de agrupamento na elucidação de alguns princípios ecológicos das associações de girinos (Strauß et al., 2013). A morfologia dos girinos de hábitos bentônicos (disco oral ventral, nadadeira caudal baixa, corpo achatado, etc.) os permite ocorrer em microhabitats com diferentes profundidades. No entanto, segundo Padisák e Reynolds (2003) as temperaturas de microhabitats rasos, próximos às margens do corpo d'água, são mais altas do que em pontos

mais profundos. Isso pode, portanto, ter influenciado a preferência dessas espécies por ambientes rasos, uma vez que temperaturas mais altas exercem influência sobre o metabolismo e pode acelerar o desenvolvimento dos girinos (Ultsch et al., 1999; Afonso e Eterovick, 2007; Tavares-Junior et al., 2020). O grupo 2 foi composto tanto por espécies bentônicas quanto nectônicas, revelando uma sobreposição no uso do microhabitat por representantes de ambas as guildas ecomorfológicas. Esse padrão pode ser devido à plasticidade comportamental no uso de microhabitats, a estratégias de sobrevivência, ou, ainda, ao comportamento alimentar dessas espécies, evidenciando que apenas a morfologia não explica toda a variabilidade no uso de microhabitats por essas espécies. A espécie *Scinax montivagus*, embora tenha sido encontrada (em menor abundância) em ambientes de baixa profundidade, foi a única que ocorreu massivamente em ambientes profundos (>50 cm profundidade), com 65% dos indivíduos coletados nesse tipo de ambiente.

Além da influência do tipo de substrato e da profundidade, foram encontradas evidências da importância da predação na seleção de microhabitats. Os resultados aqui obtidos revelaram que as espécies do grupo 1 ocorreram em ambientes com ausência de predadores odonatas e com baixa densidade de predadores hemípteros. Já o grupo 2 se mostrou tolerante à presença de larvas de odonata, bem como de predadores hemípteros. A predação é conhecida por desempenhar um papel na determinação da distribuição das espécies de presas e tem sido listada como uma das variáveis mais importantes na estruturação das assembleias de girinos (McDiarmid e Weigmann, 1975; Heyer, 1975; Eterovick e Barros 2003; Both et al., 2011; Borges e Rocha, 2013), uma vez que a predação propriamente dita pode reduzir a sobrevivência, eliminar concorrentes ou, por exemplo, selecionar espécies com base na predação seletiva em relação ao tamanho (Alford, 1999; Both et al., 2011). A presença de predadores também pode ter um efeito indutivo sobre o comportamento dos girinos, influenciando, por exemplo, as dinâmicas de competição e uso de

microhabitats (McDiarmid e Weigmann, 1975; Heyer, 1975; Alford, 1986; Eterovick, 2003; Both et al., 2011; Borges e Rocha, 2013). No entanto, diferentes predadores têm diferentes pressões ecológicas sobre suas presas. Em resposta, os girinos lançam mão de diferentes estratégias antipredadores, podendo coocorrer com predadores alterando seu comportamento e evitando a predação, como por exemplo, reduzindo a atividade ou selecionando microhabitats menos expostos (Alford, 1986). Na presença de predadores os girinos podem, ainda, apresentar plasticidade fenotípica, como, por exemplo, alterações morfológicas e de pigmentação para aumentar as chances de sobrevivência (Azevedo-Ramos et al., 1992). A ausência de predadores relatada para o grupo 1 pode estar relacionada à escolha do sítio de ovoposição pelos adultos que, devido à história evolutiva das espécies, ou ao acaso, selecionaram locais com baixa densidade desses predadores.

Estudos com comunidades de girinos tropicais também têm destacado a influência direta de variáveis como vegetação circundante e vegetação no interior do corpo d'água no agrupamento de espécies em ambientes lóticos e lênticos (Both et al. 2009; Melo et al., 2018). A heterogeneidade da vegetação tem se mostrado um preditor importante no que diz respeito à estruturação das assembleias (De Melo et al., 2017; Peltzer e Lajmanovich, 2004). A presença de vegetação aquática torna o ambiente mais complexo e, por consequência, aumenta a disponibilidade de recursos, como, por exemplo, abrigo contra predadores ou sítios de reprodução para os adultos (Skelly, 1996; Eterovick e Fernandes, 2002; Peltzer e Lajmanovich, 2004; Baber e Babbitt, 2004; De Melo et al., 2017). Tavares-Junior et al., (2020), em um trabalho no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, relataram que corpos d'água com vegetação circundante predominantemente arbustiva e arbórea apresentaram maior influência na riqueza e composição das espécies. Eterovick e Barata (2006) também relataram que vegetação arbórea nas margens dos riachos foi fator determinante para a composição de espécies das assembleias de girinos em um trabalho na RPPN Serra do Caraça,

também em Minas Gerais. Os resultados deste estudo não revelaram relações significativas entre vegetação circundante e estruturação das assembleias, exceto pela espécie *S. curicica*, que foi fracamente relacionada à presença de herbácea ereta nas bordas.

O uso de microhabitats também pode variar em função do estágio de desenvolvimento, ou, ainda, em função da escolha do habitat de reprodução pelos adultos, que pode ser influenciada por fatores necessários ou não para o desenvolvimento dos girinos (Alford 1999; Borges e Rocha, 2013). A maioria das espécies do presente estudo pertencem à família Hylidae e, como grande parte dos hilídeos, essas espécies são arborícolas, dependendo, portanto, da vegetação próxima ao corpo d'água tanto para vocalização quanto para a deposição de ovos (Haddad e Prado, 2005; Pombal e Haddad, 2005) Por esse motivo espera-se que em ambientes com pouca ou nenhuma vegetação circundante se encontre menos espécies dessa família. No entanto, isso deve ser avaliado com cautela, pois várias espécies da família Hylidae utilizam de outros sítios de vocalização e deposição de ovos. No presente estudo por exemplo, durante as atividades de campo, foram observados indivíduos de *Bokermannohyla diamantina*, *B. oxente* e *B. itapoty* vocalizando sobre as rochas, às margens dos corpos d'água.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram parcialmente com a literatura, pois embora tenham sido encontradas relações esperadas entre estrutura das assembleias e as variáveis profundidade e presença\ausência de predadores invertebrados, não foram encontradas evidências relacionando a presença de vegetação circundante com estruturação das assembleias, como, por exemplo, em Melo, Garey e Rossa-Feres (2018) e Tavares-Junior, Eskinazi-Sant'anna e Pires (2020). Esses resultados podem ser devido ao fato de que, diferentemente dos trabalhos citados, o presente estudo se limitou ao uso de “presença de herbácea ereta” e “total ausência de vegetação” como variáveis de borda. Além disso, a maioria dos microhabitats amostrados se encontrava em campos rupestres com pouca ou

nenhuma vegetação nas margens, ou foi composta por riachos com margens rochosas, totalmente ausentes de vegetação. Dos 22 (vinte e dois) sítios amostrados 14 (quatorze) possuíam menos de 40% das margens ocupadas por herbáceas eretas ou arbustos, dos quais 8 (oito) possuíam menos de 25% desse tipo de vegetação. Assim, o presente estudo ressalta a importância de estudos locais para compreensão no uso de microhabitats por girinos de diferentes espécies. Tais dados são importantes para auxiliar a elucidação de quais fatores ambientais são os principais responsáveis por compor as regras gerais que possam ser aplicadas em diferentes escalas geográficas.

Referências

- Afonso, L.G., Eterovick, P.C., 2007. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 41, 937–948.
<https://doi.org/10.1080/00222930701309544>
- Alford, R.A., 1999. Ecology: resource use, competition and predation. In: McDiarmid, R.W., Altig, A. (Eds.), *Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 240–278.
- Alford, R.A., 1986. Habitat Use and Positional Behavior of Anuran Larvae in a Northern Florida Temporary Pond. *Am. Soc. Ichthyol. Herpetol.* 1986, 408–423.
- Almeida, A.P., de Jesus Rodrigues, D., Garey, M.V., Menin, M., 2014a. Tadpole richness in riparian areas is determined by niche-based and neutral processes. *Hydrobiologia* 745, 123–135. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2099-7>
- Altig, R., Johnston, G.F., 1989. Guilds of Anuran Larvae: Relationships among Developmental Modes, Morphologies, and Habitats. *Herpetol. Monogr.* 3, 81.
<https://doi.org/10.2307/1466987>
- Azevedo-Ramos, C., Sluys, M. Van, Hero, J.-M., Magnusson, W.E., 1992. Influence of Tadpole Movement on Predation by Odonate Naiads. *J. Herpetol.* 26, 335–338.
- Baber, Matthew J.; Babbitt, K.J., 2004. No Title Influence of Habitat Complexity on Predator–Prey Interactions between the Fish (*Gambusia holbrooki*) and Tadpoles of *Hyla squirella* and *Gastrophryne carolinensis*. *Copeia* 173–177.
- Bastazini, C. V., Munduruca, J.F.V., Rocha, P.L.B., Napoli, M.F., 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the

- Restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica* 63, 459–471.
[https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2007\)63\[459:WEVBEC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2007)63[459:WEVBEC]2.0.CO;2)
- Beserra, M.M.L. et al., 2007. Plano de Manejo para o Parque Nacional da Chapada Diamantina. Brasília, Brazil.
- Borges, V.N.T., Rocha, C.F.D., 2013. Tropical Tadpole Assemblages: Which Factors Affect Their Structure and Distribution? *Oecologia Aust.* 17, 217–228.
<https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1702.04>
- Both, C., Cechin, S.Z., Melo, A.S., Hartz, S.M., 2011. What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands? *Austral Ecol.* 36, 530–536.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02183.x>
- Both, C., Solé, M., Dos Santos, T.G., Cechin, S.Z., 2009. The role of spatial and temporal descriptors for neotropical tadpole communities in southern Brazil. *Hydrobiologia* 624, 125–138. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9685-5>
- Candeira, C.P., 2007. Estrutura De Comunidades E Influência Da Heterogeneidade Ambiental Na Diversidade De Anuros Em Área De Pastagem No Sudeste Do Brasil. Master's Thesis. State of São Paulo, São José do Rio Preto, SP, Brasil. pp. 126.
- Diaz-Paniagua, C., 1987. Tadpole distribution in relation to vegetal heterogeneity in temporary ponds. *Herpetol. J.* 1, 167–169.
- Dória, T.A.F., Klein, W., Abreu, R.O. De, Santos, D.C., Cordeiro, M.C., Silva, L.M., Bonfim, V.M.G., Napoli, M.F., 2015. Environmental Variables Influence the Composition of Frog Communities in Riparian and Semi-Deciduous Forests of the Brazilian Cerrado. *South Am. J. Herpetol.* 10, 90–103. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-14-00029.1>
- Eterovick, P.C., 2003. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 19, 219–228. <https://doi.org/10.1017/S0266467403003250>
- Eterovick, P.C., Barata, I.M., 2006. Distribution of tadpoles within and among Brazilian streams: The influence of predators, habitat size and heterogeneity. *Herpetologica* 62, 365–377. [https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2006\)62\[365:DOTWAA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2006)62[365:DOTWAA]2.0.CO;2)
- Eterovick, P.C., Barros, I.S., 2003. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *J. Trop. Ecol.* 19, 439–448.
<https://doi.org/10.1017/S026646740300347X>
- Eterovick, P.C., Fernandes, G.W., 2001. Tadpole Distribution within Montane Meadow Streams at the Serra do Cipó, Southeastern Brazil: Ecological or Phylogenetic Constraints? *Cambridge Univ. Press J. Trop. Ecol.* 17, 683–693.
- Evans, M., Yáber, C., Hero, J., 1996. Factors Influencing Choice of Breeding Site by *Bufo marinus* in Its Natural Habitat. *Copeia* 1996, 904–912.
- Fatorelli, P., Rocha, F.D., 2008. O Que Molda a Distribuição Das Guildas De Girinos

- Tropicais? Quarenta Anos De Busca Por Padrões. *Oecologia Aust.* 12, 733–742.
<https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1204.11>
- Gascon, C., 1992. The Effects of Reproductive Phenology on Larval Performance Traits in a Three-Species Assemblage of Central Amazonian Tadpoles. *Nord. Soc. Oikos* 65, 307–313.
- Gascon, C., 1991. Population and Community-Level Analyses of Species Occurrences of Central Amazonian Rainforest Tadpoles. *Ecol. Soc. Am.* 72, 1731–1746.
- Giaretta, A.A.A., Facure, K.G., Sawaya, R.J., Meyer, J.H.D.M., Chemin, N., 1999. Diversity and Abundance of Litter Frogs in a Montane Forest of Southeastern Brazil : Seasonal and Altitudinal Changes. *Assoc. Trop. Biol. Conserv.* 31, 669–674.
- Gotelli, N.J., Ellison, A.M., 2011. *Pincípios de Estatística em Ecologia*. S.A, Artmed Editora, Porto Alegre-RS.
- Haddad, C.F.B., Prado, C.P.A., 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *Bioscience* 55, 207–217.
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0207:RMIFAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0207:RMIFAT]2.0.CO;2)
- Hammer, O., Harper, D.A., Ryan, P.D., 2001. *Paleontological Statistics Software Package For Education And Data Analysis*.
- Hawley, T.J., 2010. Influence of forest cover on tadpole vital rates in two tropical treefrogs. *Herpetol. Conserv. Biol.* 5, 233–240.
- Heyer, W. R., McDiarmid, R.W., Weigmann, D.L., 1975. Tadpoles , Predation and Pond Habitats in the Tropics. *Assoc. Trop. Biol. Conserv.* 7, 100–111.
- Hiragond, N.C., Saidapur, S.K., 2001. Microhabitat Choice of Tadpoles of Seven Anuran Species. *Curr. Herpetol.* 20, 51–60. <https://doi.org/10.5358/hsj.20.51>
- John I . Hammond, B., Luttbeg, A.S., 2007. Predator and Prey Space Use : Dragonflies and Tadpoles in an Interactive Game. *Ecol. Soc. Am.* 88, 1525–1535.
- Kleinhans, M.G., Rijn, L.C. Van, 2002. Stochastic Prediction of Sediment Transport in Sand-Gravel Bed Rivers. *J. Hydraul. Eng.* 412–425.
<https://doi.org/10.1061/~ASCE!0733-9429~2002!128:4~412!>
- Kopp, K., Wachlevski, M., Eterovick, P.C., 2006. Environmental complexity reduces tadpole predation by water bugs. *Can. J. Zool.* 84, 136–140. <https://doi.org/10.1139/z05-186>
- Leal, I.R., Da Silva, J.M., Tabarelli, M., LACHER JR., T., 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1, 8.
- Legendre, P., Fortin, M.-J., 1989. *Spatial Pattern and Ecological Analysis*. Springer 80, 107–138.
- Marques, N.C.S., Nomura, F., 2018. Environmental and spatial factors affect the composition

- and morphology of tadpole assemblages. *Can. J. Zool.* 96, 1130–1136.
<https://doi.org/10.1139/cjz-2017-0313>
- Marques, N.C.S., Rattis, L., Nomura, F., 2019. Local environmental conditions affecting anuran tadpoles' microhabitat choice and morphological adaptation. *Mar. Freshw. Res.* 70, 395–401. <https://doi.org/10.1071/MF18106>
- Melo, L.S.O., Garey, M. V., Rossa-Feres, D.C., 2018. Looking for a place: How are tadpoles distributed within tropical ponds and streams? *Herpetol. Notes* 11, 379–386.
- Melo, L.S.O., Gonçalves-Souza, T., Garey, M.V., de Cerqueira, D., 2017. Tadpole species richness within lentic and lotic microhabitats: An interactive influence of environmental and spatial factors. *Herpetol. J.* 27, 339–345.
- Nimer, E., 1989. *Climatology of Brazil*. IBGE.
- Padisák, J., Reynolds, C.S., 2003. Shallow lakes: The absolute, the relative, the functional and the pragmatic. *Hydrobiologia* 506–509, 1–11.
<https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008630.49527.29>
- Palmer, M.W., 1993. Putting Things in Even Better Order : The Advantages of Canonical Correspondence Analysis. *Ecol. Soc. Am.* 74, 2215–2230.
- Peltzer, P.M., Lajmanovich, R.C., 2004. Anuran tadpole assemblages in riparian areas of the Middle Paraná River, Argentina. *Biodivers. Conserv.* 13, 1833–1842.
<https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000035870.36495.fc>
- Pianka, E.R., 2007. THE STRUCTURE OF LIZARD COMMUNITIES. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 1–39. https://doi.org/10.1007/978-0-387-49985-7_1
- Pombal, J.P., Haddad, C.F.B., 2005. Strategies and reproductive modes of anurans (Amphibia) in a permanent pond in serra de paranapiacaba, southeastern Brazil. *Pap. Avulsos Zool.* 45, 201–213. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492005001500001>
- Provete, D.B., Gonçalves-Souza, T., Garey, M. V., Martins, I.A., Rossa-Feres, D. de C., 2014. Broad-scale spatial patterns of canopy cover and pond morphology affect the structure of a Neotropical amphibian metacommunity. *Hydrobiologia* 734, 69–79.
<https://doi.org/10.1007/s10750-014-1870-0>
- Resetarits, W.J.J., Wilbur, H.M., 1989. Choice of Oviposition Site by *Hyla Chrysoscelis* : Role of Predators and Competitors. *Ecol. Soc. Am.* 70, 220–228.
- Rodrigues, M.T., 2003. *Ecologia e Conservação da Caatinga*, Capítulo 4. Herptofauna da Caatinga.
- Santos, T.G. dos, Rossa-Feres, D. de C., Casatti, L., 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia. Série Zool.* 97, 37–49.
<https://doi.org/10.1590/s0073-47212007000100007>

- Segalla, M., Berneck, B., Canedo, C., Caramaschi, U., Cruz, C.A.G., Garcia, P.C.A., Grant, T., Haddad, C.F.B., Lourenço, A.C., Mangia, S., Mott, T., Nascimento, L., Toledo, L.F., Werneck, F., Langone, J.A., 2021. List of Brazilian Amphibians. *Herpetol. Bras.* 10, 121–216. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4716176>
- Smith, M.A., Green, D.M., 2005. Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: Are all amphibian populations metapopulations? *Ecography (Cop.)*. 28, 110–128. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04042.x>
- Strauß, A., Randrianiaina, R.D., Vences, M., Glos, J., 2013. Species distribution and assembly patterns of frog larvae in rainforest streams of Madagascar. *Hydrobiologia* 702, 27–43. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1301-z>
- Tavares-Junior, C., Eskinazi-Sant’Anna, E.M., Pires, M.R.S., 2020. Environmental drivers of tadpole community structure in temporary and permanent ponds. *Limnologica* 81, 125764. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2020.125764>
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M., Jeltsch, F., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *J. Biogeogr.* 31, 79–92. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>
- Tofts, R., Silvertown, J., 2000. A phylogenetic approach to community assembly from a local species pool. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 267, 363–369. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1010>
- Ultsch, G.R., Reese, S.A., Nie, M., Crim, J.D., Smith, W.H., LeBerte, C.M., 1999. Influences of temperature and oxygen upon habitat selection by bullfrog tadpoles and three species of freshwater fishes in two Alabama strip mine ponds. *Hydrobiologia* 416, 149–162. <https://doi.org/10.1023/A:1003867504821>
- Valdujo, P.H., Recoder, R.S., Vasconcellos, M.M., Portella, A.D.S., 2009. Amphibia, Anura, São Desidério, western Bahia uplands, northeastern Brazil. *Check List* 5, 903. <https://doi.org/10.15560/5.4.903>
- Vale, R.M. et al., 2007. Zoneamento Ambiental do Setor Sul do Parque Nacional da Chapada Diamantina – PNCD/BA.
- Webb, C.T., Hoeting, J.A., Ames, G.M., Pyne, M.I., LeRoy Poff, N., 2010. A structured and dynamic framework to advance traits-based theory and prediction in ecology. *Ecol. Lett.* 13, 267–283. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01444.x>
- Werner, E.E., Yurewicz, K.L., Skelly, D.K., Relyea, R.A., Yurewicz, K.L., 2007. Turnover in an Amphibian Metacommunity : The Role of Local and Regional Factors. *Nord. Soc. Oikos Stable* 116, 1713–1725.
- Xavier, A.L., Napoli, M.F., 2011. Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. *Phyllomedusa* 10, 45–64. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v10i1p45-64>

