Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura

Influência do habitat, micro-habitat e predadores aquáticos na estrutura de
taxocenoses de girinos da Mata Atlântica na Estação Biológica da Boracéia (SP)

Denise Miguel Petroni

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2020

Denise Miguel Petroni
Mestre em Ciências Biológicas

Influência do habitat, micro-habitat e predadores aquáticos na estrutura de taxocenoses de girinos da Mata Atlântica na Estação Biológica da Boracéia (SP)

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JAIME APARECIDO BERTOLUCI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Petroni, Denise Miguel

Influência do habitat, micro-habitat e predadores aquáticos na estrutura de taxocenoses de girinos da Mata Atlântica na Estação Biológica da Boracéia (SP) / Denise Miguel Petroni. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2020.

64 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

1. Anuros 2. Sistema Lótico 3. Sistema Léntico 4. Comunidades 5. Variáveis ambientais I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico minha tese ao Alcyrr da Cunha Barcelar Junior visto que possivelmente essa tese e o doutorado não teriam sido possíveis sem sua ajuda desde o planejamento desse sonho agora realizado. Minha gratidão eterna!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus pais João Petroni Netto e Luzia de Fátima Miguel Petroni por terem me dado todo o suporte material e psicológico durante a minha vida e me apoiarem em todas as minhas decisões.

Agradeço ao meu orientador Dr. Jaime Aparecido Bertoluci pela oportunidade de realizar o doutorado, pela confiança e pelo bom relacionamento durante esses anos de convivência.

Agradeço à professora Dra. Denise de Cerqueira Rossa-Feres, à Me. Katiuce de Oliveira da Rocha Picheli e à Dra. Fabiane Santana Annibale pela generosidade e imensa ajuda, especialmente no final da tese, vocês foram essenciais para que essa tese se completasse. Todo o meu reconhecimento!

Agradeço ao colega de laboratório William Meurer dos Santos pelas identificações dos insetos e demais artrópodes aquáticos e por toda dedicação e entusiasmo.

Sou muito grata ao Professor Alexandre pela utilização de suas lupas maravilhosas utilizadas nas identificações dos girinos e à todos os colegas do LZV, em especial ao amigo Ricardo Roth por sua amizade desde sempre e pela confecção do mapa com os locais amostrados!

Agradeço ao técnico de laboratório Dr. Gerson de Oliveira Romão pela a amizade e ajuda em campo assim como ao colega Alexandre Polettini pela cooperação e filosofadas no meio do mato em diversas amostragens.

Agradeço ao Caio Cesar Faedo de Almeida, o qual tem sido meu incentivador e grande motivação para a conclusão de tese, assim como de outras metas pessoais e profissionais, tornando tudo mais leve com sua ajuda, seus conselhos e sua compreensão.

Meu agradimento às minhas irmãs Josiane e Lígia Miguel Petroni e às minha avós Maria Viscardi Petroni e Herotildes Domingues Miguel por compreenderem minha ausência em vários momentos durante esses anos.

À professora Taititany Bonzanini pela confiança e por me fornecer a bolsa que me mantém à quase um ano e meio assim como pela utilização do Pólo de Licenciatura que me proporcionou m conforto e tranquilidade para terminar a escrita da tese. Estendo o agradecimento ao secretário Renato que me fez companhia nessa fase e aos colegas de trabalho no Pólo de Licenciatura aos sábados.

Agradeço aos orientados e técnicos do laboratório da professora Denise de Cerqueira Rossa-Feres por me darem o suporte necessário e por toda a gentileza para comigo no período que passei em São José do Rio Preto.

Agradeço aos amigos e colegas de ESALQ pela amizade e apoio nesses anos de doutorado assim como aos amigos de longa data que, mesmo de longe, me deram apoio e incentivo.

Aos técnicos Francisco Cantoni e Edmar Mazzer pela ajuda indispensável diversas vezes em campo e por serem pessoas tão queridas.

Agradeço aos colegas José Wagner Ribeiro Júnior e Felipe Martelo pelas sugestões muito valiosas em análises estatísticas!

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) através da bolsa de doutorado recebida durante os primeiros três anos de doutorado.

“Não sou nada.

Nunca serei nada.

Não posso querer ser nada.

À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo.

Janelas do meu quarto,

Do meu quarto de um dos milhões do mundo que ninguém sabe quem é

(E se soubessem quem é, o que saberiam?),

Dais para o mistério de uma rua cruzada constantemente por gente,

Para uma rua inacessível a todos os pensamentos,

Real, impossivelmente real, certa, desconhecidamente certa,

Com o mistério das coisas por baixo das pedras e dos seres,

Com a morte a pôr umidade nas paredes e cabelos brancos nos homens,

Com o Destino a conduzir a carroça de tudo pela estrada de nada.”.

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
REFERÊNCIAS	18
2. RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE GIRINOS EM FLORESTA TROPICAL ÚMIDA DE ALTITUDE.....	25
RESUMO	25
ABSTRACT	26
2.1. INTRODUÇÃO	26
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.3. RESULTADOS	32
2.4. DISCUSSÃO	38
2.5. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42
3. INFLUÊNCIA DO HABITAT E PREDADORES NA ESTRUTURA DE TAXOCENOSES DE GIRINOS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DA ESTAÇÃO BIOLÓGICA DA BORACÉIA (SP).....	45
RESUMO	45
ABSTRACT	46
3.1. INTRODUÇÃO	46
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	48
3.3. RESULTADOS	54
3.4. DISCUSSÃO	58
3.5. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	61

RESUMO

Influência do habitat, micro-habitat e predadores aquáticos na estrutura de taxocenoses de girinos da Mata Atlântica na Estação Biológica da Boracéia (SP)

O Brasil é um país reconhecido mundialmente pela sua grande biodiversidade de anuros sendo que aproximadamente 87% das espécies conhecidas apresentam uma fase larval em seu ciclo de vida, denominados de girinos. Entender os padrões que estruturam as comunidades de girinos é um ponto chave para a proposição de planos de conservação da fauna nesse grupo, tendo em vista que, medidas de conservação da anurofauna na fase adulta não assegura que se conserve os anuros em sua fase larval devido às diferenças na morfologia, fisiologia e comportamento. Para compreender estes padrões, foi realizada a amostragem da fauna de girinos em quatorze ambientes, entre lânticos e lóticos durante a estação chuvosa em área de Mata Atlântica da Estação Biológica de Boracéia, concomitantemente foi realizada a medição de parâmetros bióticos e abióticos dos ambientes avaliados. Foram registrados girinos de 24 espécies de anuros pertencentes a 8 gêneros de 4 famílias: Bufonidae (1), Hylidae (17), Hylodidae (1), Leptodactylidae (2). Os corpos d'água lânticos apresentaram maior riqueza e abundância (19 espécies; n=1172) do que os corpos d'água lóticos (8 espécies; n=625). Nesse estudo foi realizado o primeiro registro de *Scinax tymbamirim* pela presença do girino. A alta dependência da qualidade ambiental que os anuros possuem, tem demonstrado que, em algumas áreas, os fatores abióticos tem maior efeito na estrutura de comunidades do que os fatores bióticos. Dentre os fatores bióticos a predação parece ser um importante fator estruturador de comunidades de girinos em poças e riachos, influenciando a composição e a distribuição de espécies. Das características ambientais avaliadas, somente profundidade dos corpos d'água influenciou a riqueza de espécies e apenas nos sistemas lânticos. A profundidade foi positivamente relacionada com a ocorrência de girinos das espécies de *A. albosignatus* e *A. leucopygius* no local "Lagoa do Laboratório. De acordo com a análise de RDA as demais espécies não foram influenciadas pelas características dos corpos d'água e em nenhum deles foi detectada influência dos predadores. O papel das variáveis ambientais na determinação da presença e distribuição de espécies de larvas de anuros não foi suficientemente forte para diferenciar a maioria das espécies com base no uso de habitat. Os anuros respondem a variáveis ambientais, mas devido a grande flexibilidade comportamental de muitas espécies e a semelhança entre os corpos d'água, resultou em uma composição de comunidades que não pode ser explicada por um único fator ou pelas variáveis amostradas. Os adultos podem basear suas escolhas de locais de oviposição em outros fatores além da disponibilidade de microhabitats para o desenvolvimento de girinos. A grande riqueza de espécies da Estação Biológica da Boracéia, mesmo quando comparada a outras áreas de conservação na Serra do Mar, reforça a importância de manutenção desse local para a biodiversidade local e regional.

Palavras-chave: Anuros, Sistema Lótico, Sistema Lântico, Comunidades, Variáveis ambientais

ABSTRACT

Influence of habitat, micro-habitat and aquatic predators on the taxocenosis structure of tadpoles in the Atlantic Forest at the Boracéia Biological Station (SP)

Brazil is a country recognized worldwide for its high anuran biodiversity, with approximately 87% of known species having a larval phase in their life cycle, called tadpoles. Understanding the patterns that structure tadpole communities is a crucial point for proposing fauna conservation plans in this group, given that measures for the conservation of anurofauna in adulthood do not ensure that anurans are kept in their larval stage due to differences in morphology, physiology, and behavior. Tadpole fauna was sampled to understand these patterns in fourteen lentic and lotic environments during the rainy season in the Atlantic Forest area of the Boracéia Biological Station. Biotic and abiotic parameters of such environments were evaluated at the same time. Tadpoles of 24 species of anurans belonging to 8 genera of 4 families were registered: Bufonidae (1), Hylidae (17), Hylodidae (1), Leptodactylidae (2). The lentic water bodies showed greater richness and abundance (19 species; $n = 1172$) than the lotic ones (8 species; $n = 625$). In this study, *Scinax tymbamirim* was firstly recorded due to its tadpole presence. The high anurans' dependence on environmental quality has shown that, in some areas, abiotic factors have a greater effect on community structure than biotic factors. Among the biotic factors, predation seems to be an essential structuring factor of tadpole communities in puddles and streams, influencing the composition and distribution of species. Of the environmental characteristics evaluated, only water bodies' depth influenced the species richness and exclusively in the lentic systems. The depth was positively related to the occurrence of tadpole's species of *A. albosignatus* and *A. leucopygius* in the "Lagoa do Laboratório." According to the RDA analysis, the other species were not influenced by the water bodies' characteristics, and in none of them was the influence of predators detected. The role of environmental variables in determining the presence and distribution of anuran larva species was not strong enough to differentiate most species based on habitat use. Anurans respond to environmental variables, but due to the great behavioral flexibility of many species and the similarity between bodies of water, the researched communities' composition cannot be explained by a single factor or by the variables studied. Adults can base their choice of oviposition sites on factors other than the availability of microhabitats for tadpole development. The great richness of species at the Boracéia Biological Station, even when compared to other conservation areas in Serra do Mar, reinforces the importance of maintaining this location for local and regional biodiversity.

Keywords: Anurans, Lotic System, Lentic System, Communities, Environmental variables

1. INTRODUÇÃO

Comunidades biológicas são associações de populações definidas pela natureza de suas interações ou pelo lugar em que vivem (RICKLEFS, 2003). O objetivo da ecologia de comunidades é entender os processos responsáveis por diferenças em abundância e composição de espécies (VELLEND, 2010). Atualmente, o foco dos estudos nessa área tem sido detectar a influência relativa de processos históricos, recuperados por meio da filogenia das espécies, estocásticos segundo a teoria neutra da biodiversidade e relacionados ao nicho na estruturação das comunidades (HUBBEL, 2001; CAVENDER-BARES *et al.*, 2009; HOWETH e LEIBOLD, 2010).

Taxocenoses de girinos são consideradas como modelos importantes quando se pretende descobrir quais fatores influenciam a distribuição de espécies em diferentes corpos d'água (ALFORD, 1999). Estudos que forneçam informações detalhadas sobre uso de habitat e ocorrência com predadores, são fontes de informações fundamentais tanto para um delineamento metodológico adequado como para a interpretação dos processos que regulam a estrutura das comunidades (LIMA *et al.*, 2014). A associação dos girinos de algumas espécies com habitats de maior complexidade estrutural reduz a taxa de predação, dificultando a visibilidade da presa ou limitando o forrageamento dos predadores, e a vegetação associada aos corpos d'água pode mediar a coexistência com predadores por proporcionar refúgios para os girinos (BERTOLUCI, 2002; KOPP *et al.*, 2006; FOLSOM e COLLINS, 1984).

Os girinos têm pouco controle sobre o tipo de hábitat onde se desenvolvem, pois os corpos d'água são escolhidos pelos adultos, mas devido à sua morfologia, necessidades fisiológicas e comportamento, os girinos ocorrem preferencialmente em determinadas partes do corpo d'água e fatores físicos e biológicos influenciam a distribuição espacial e temporal dos girinos nos micro-habitats (ALFORD, 1999; WELLS, 2007). Muitos fatores bióticos, como competição intraespecífica, competição interespecífica, predação, interação entre competição e predação e a história evolutiva são geradores dos padrões de ocorrência, assim como de partilha de recursos em comunidades de girinos (BERTOLUCI *et al.*, 2013; ETEROVICK e FERNANDES, 2001).

Dentre os fatores bióticos, a predação parece ser um importante fator estruturador de comunidades de girinos em poças e riachos, influenciando a composição e a distribuição de espécies (HERO *et al.*, 2001, BERTOLUCI *et al.*, 2013). Insetos aquáticos são os principais predadores de girinos, mas peixes também têm um importante papel em algumas comunidades de corpos d'água permanentes em que, mesmo em baixas densidades, a ocorrência de peixes exerce forte pressão de predação sobre populações de girinos (KATS *et al.*, 1988; RIEGER *et al.*, 2004; BERTOLUCI *et al.*, 2013). Em contra partida, alguns mecanismos antipredação, como a

impalatabilidade aos peixes predadores, utilização diferencial de micro-habitats, alterações morfológicas e comportamentais das espécies podem mediar a coexistência entre girinos e seus predadores (CRUZ e REBELO, 2005; McINTYRE *et al.*, 2004; HERO *et al.*, 2001).

Por outro lado, a heterogeneidade ambiental também pode influenciar a coexistência entre girinos e predadores. A relação entre heterogeneidade ambiental e a diversidade de espécies é explicada pela hipótese da heterogeneidade do habitat (SIMPSON, 1949; MACARTHUR e MACARTHUR, 1961; MACARTHUR e WILSON, 1967). Esta hipótese assume que habitats mais complexos promovem mais micro-habitats, aumentando a diversidade de espécies (BAZZAZ, 1975). Nesse sentido, as larvas de anuros devido à grande plasticidade fenotípica, que permite a ocorrência em uma grande diversidade de habitats, são bons organismos para testar essa hipótese (MORIN, 1987; LAWLER e MORIN, 1993).

Os padrões de heterogeneidade do habitat podem ser quantificados por meio de descritores ambientais, que combinam variáveis ambientais e podem refletir a complexidade dos locais de reprodução e caracterizar a estrutura da taxocenose de anfíbios e de modo a compreender estas questões ecológicas, os estudos devem ser conduzidos em diversas escalas espaciais (VASCONCELOS *et al.*, 2009; HAMER e PARRIS, 2011; SILVA e ROSSA FERES, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

Na escala local, uma importante questão é o reconhecimento de quais atributos podem prever a riqueza de espécies ou a presença de uma espécie em particular (VASCONCELOS *et al.*, 2009; HAZELL *et al.*, 2001). Dessa forma, a verificação da influência das características estruturais dos corpos d'água e da predação são de fundamental importância para compreender quais fatores determinam a ocorrência das espécies. Esse conhecimento é necessário para fundamentar hipóteses realistas sobre os processos ecológicos que influenciam o uso de ambientes e a ocorrência de girinos, de modo a embasar medidas de conservação ainda no estágio larval, e mais vulnerável, da anurofauna da região.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Descrever a composição de espécies em comunidades de girinos e verificar se riqueza e abundância de girinos estão correlacionadas com a heterogeneidade ambiental e abundância de predadores, de modo a elucidar quais variáveis bióticas e abióticas influenciam a ocorrência das espécies em habitats com diferentes características.

1.1.2. Específicos

Determinar a riqueza e abundância de girinos nos habitats;

Determinar a amplitude de nicho para uso de habitats;

Verificar a relação entre a riqueza e abundância de anuros em sua fase larval e os descritores de heterogeneidade ambiental;

Avaliar a influência da abundância de predadores aquáticos sobre a riqueza e abundância de girinos;

Determinar o efeito dos parâmetros físico-químicos da água sobre a riqueza e abundância das espécies.

1.2. Revisão Bibliográfica

A classe Amphibia é o grupo animal ao qual pertencem as ordens Gymnophiona ou Apoda, Caudata ou Urodela e Anura. Os anfíbios possuem grande importância ecológica especialmente por sua grande diversidade e o fato de corresponderem a um grupo de interface entre a água e a terra, permitindo trocas de matéria e energia entre esses ambientes. A diversidade de anuros no mundo ultrapassa 5.600 espécies, sendo o Brasil o país com a maior diversidade desses anfíbios possuindo cerca de 1080 espécies descritas (SBH 2017). Desse total, cerca de 87% apresentam uma fase larval em seu ciclo de desenvolvimento, quando são denominados girinos (PROVETE *et al.*, 2010). Reconhecido como um dos grupos de animais mais ameaçados de extinção em todo o mundo desde a década de 1980, aproximadamente 30% das espécies de anuros correm risco de extinção e cerca de 25% das espécies são consideradas como dados deficientes (IUCN, 2009). Devido à característica de sua pele permeável e a ocupação de habitats aquáticos e terrestres durante seu ciclo de vida, os anfíbios são indicadores sensíveis a fatores ambientais (BLAUSTEIN, 1994).

O conhecimento comum que se tem em locais megadiversos como o Brasil é de que a manutenção de reservas com diversidade representativa dos ecossistemas seriam as melhores saídas para evitar extinções em massa. Declínios populacionais das espécies de anfíbios são conhecidos ao redor do mundo e no Brasil, os declínios populacionais são conhecidos em regiões da Floresta Atlântica do sudeste do Brasil como a Estação Biológica da Boracéia (BLAUSTEIN, 1994; ALFORD e RICHARDS, 1999). Nesse sentido, a ecologia dos anfíbios brasileiros tem muito a avançar pois é necessário o conhecimento sobre a ecologia de populações e comunidades de anuros para que a preservação destes animais, mesmo em Unidades de Conservação, não se torne um objetivo distante.

1.2.1. Ecologia de comunidades de anuros

Comunidades biológicas são associações de populações definidas pela natureza de suas interações ou pelo lugar em que vivem e um dos principais objetivos da Ecologia é esclarecer os processos responsáveis pelos padrões de composição e estrutura das assembleias de espécies (RICKLEFS, 2003; VELLEND, 2010).

De acordo com Begon *et al.* (2006), a diversidade e a riqueza de espécies estão relacionadas com fatores de distribuição geográfica e de estrutura do habitat em locais em que existe a mesma história de ocupação pelas espécies, a estrutura do hábitat determina a riqueza e diversidade nas comunidades.

Particularmente para os anfíbios, cujo ciclo de vida é fortemente influenciado pela distribuição e abundância da água, a influência de variáveis abióticas é reconhecida há tempos como um fator importante na estruturação de assembléias de anuros (McDIARMID e ALTIG, 1999; DUELLMAN e TRUEB 1994). Nenhum outro vertebrado tetrápode é tão dependente da umidade ambiental quanto os anfíbios devido à sua pele permeável em que ocorrem trocas gasosas e sua dependência de ambos habitats aquáticos e terrestres durante seu ciclo de vida, sendo mais frequentes em ambientes com umidade atmosférica alta (DUELLMAN e TRUEB 1994; HADDAD e PRADO 2005). Essa grande dependência das variáveis climáticas mostrou que, em algumas áreas, os fatores abióticos são mais importantes para a estruturação das assembléias de anuros do que os fatores bióticos mas outros estudos têm mostrado que efeitos espaciais e estocásticos podem também influenciar a composição da comunidade de anfíbios (PARRIS e CORNELIUS, 2004; WERNER *et al.* 2007).

Padrões de heterogeneidade do habitat podem ser quantificados por meio de descritores ambientais, que combinam variáveis ambientais medidas em escala local ou regional e podem refletir a complexidade dos sítios reprodutivos e caracterizar a estrutura da taxocenose de anfíbios, de modo a entender estas questões ecológicas e em escala local, o reconhecimento de quais atributos podem prever a riqueza de espécies ou a presença de uma espécie particular é uma ferramenta importante no monitoramento e conservação de espécies (VASCONCELOS *et al.*, 2009; HAMER e PARRIS, 2011; SILVA e ROSSA FERES, 2011; SILVA *et al.*, 2012)

Os girinos de vida livre possuem pouco controle sobre o tipo de hábitat onde se desenvolvem até completar sua metamorfose, pois esses locais são escolhidos pelos adultos, mas devido à sua morfologia, fisiologia e comportamento, os girinos escolhem determinadas partes do corpo d'água sendo essa escolha crucial para garantir a sobrevivência do girino à metamorfose (BERTOLUCI, 1997; ALTIG e MCDIARMID, 1999; WELLS, 2007).

A relação entre heterogeneidade ambiental e a diversidade de espécies assume que habitats estruturalmente mais complexos e, portanto, com maior número de micro-habitats, levam a um aumento na diversidade de espécies na paisagem (BAZZAZ, 1975; SIMPSON, 1949; MACARTHUR e MACARTHUR, 1961; MACARTHUR e WILSON, 1967).

Para girinos, a heterogeneidade ambiental como o tipo de substrato, presença ou ausência de fluxo de água e profundidade são algumas das condições mais importantes para a ocorrência de espécies (ETEROVICK e FERNANDES, 2001; STRAUß *et al.*, 2013). O hidroperíodo, o tamanho dos corpos d'água e as características físico-químicas da água podem agir como fatores abióticos estruturadores de comunidades de girinos (AZEVEDO-RAMOS *et al.*, 1999; ETEROVICK e SAZIMA, 2000; ETEROVICK e FERNANDES, 2001).

Entre os fatores bióticos, podemos citar como principais a competição e predação que influenciam a distribuição espacial e temporal dos girinos nesses micro-habitats em lagoas e riachos (KOPP *et al.*, 2006; HAMMOND *et al.*, 2007; STRAUß *et al.*, 2013). Observa-se que a associação dos girinos de algumas espécies com habitats de maior complexidade estrutural favorece a redução da taxa de predação, dificultando a visibilidade da presa ou limitando o forrageamento dos predadores e essa vegetação associada aos corpos d'água pode mediar a coexistência com predadores por proporcionar refúgios para os girinos (BERTOLUCI, 2002; KOPP *et al.*, 2006, MORIN, 1987).

Sabe-se que muitos fatores bióticos, como competição intraespecífica e interespecífica, predação, interação entre competição e predação e história evolutiva são geradores dos padrões de ocorrência e de partilha de recursos em comunidades de girinos (CRUMP, 1982; MORIN, 1983, 1987; ETEROVICK e FERNANDES, 2001; BERTOLUCI *et al.*, 2013). Dentre os fatores bióticos, a predação influencia a composição e a distribuição de espécies de girinos em lagoas e riachos (HERO *et al.*, 2001, BERTOLUCI *et al.*, 2013). Insetos aquáticos são os principais predadores de girinos (COSTA *et al.*, 2004; BERTOLUCI *et al.*, 2013), mas peixes também têm um importante papel na composição de algumas comunidades (KATS *et al.*, 1988). Os predadores podem afetar a estrutura de comunidade de duas diferentes maneiras: reduzindo a competição entre os girinos de modo a influenciar positivamente a riqueza de espécies ou a presença de predadores pode fazer com que diminua a riqueza de anfíbios visto que nem todas as espécies podem ser igualmente afetadas por predadores (HEYER, 1988, HERO *et al.*, 1998).

Em relação à escolha dos locais em que haverá a desova, sabe-se que estes são escolhidos pelos anuros adultos e isso influencia amplamente a distribuição dos girinos (ALFORD 1999). Características como transparência da água, pH, cobertura vegetal marginal, permanência dos corpos d'água e presença de predadores de girinos podem influenciar a escolha do habitat para a

reprodução de anuros mas, por outro lado, características morfológicas, comportamento e fisiologia dos girinos permitem a utilização microhabitats mais adequados dentro desses locais selecionados pelos adultos (GASCON 1991).

Há menor riqueza e diversidade nas comunidades larvárias e menores valores de amplitude de nicho para uso de habitat por girinos quando comparados aos adultos indicando, assim, fortes requerimentos de habitat pelos girinos (VASCONCELOS e ROSSA-FERES, 2005). No entanto, estudos em comunidades de girinos estão longe de detectar um padrão de relação das espécies com o ambiente (ETEROVICK, 2003). Os resultados de diversos estudos desenvolvidos em diferentes regiões parecem ser contingentes aos locais em que foram realizados (INGER *et al.*, 1986; ETEROVICK e BARROS, 2003; VASCONCELOS e ROSSA-FERES, 2005).

Dessa forma, a verificação da influência das características estruturais e físico-químicas dos corpos d'água e da predação são de fundamental importância para compreender quais fatores determinam a ocorrência das espécies e o papel de cada mecanismo envolvido na partilha de habitats em taxocenoses de girinos.

1.2.2. Corpos d'água lênticos e lóticos

Em corpos d'água lênticos um aumento na área e no hidroperíodo reduz o risco de dessecação da lagoa, aumenta a colonização de sapos e reduz a mortalidade de girinos, favorecendo o estabelecimento de plantas diversas (BABBITT *et al.* 2003; SILVA *et al.* 2011b; WELLBORN *et al.* 1996). A vegetação de uma lagoa é um fator chave para manter uma alta diversidade de espécies, porque fornece uma maior variedade de micro-habitats permitindo maior riqueza de espécies (SILVA *et al.* 2012). No entanto, há um aumento dos predadores de anfíbios, como peixes e náides de odonatas nestes ambientes mais estáveis (WELLBORN *et al.* 1996). A variação no hidroperíodo e na área dos corpos hídricos lênticos cria um gradiente ambiental que varia de corpos de água pequenos e efêmeros, submetidos a seca, a grandes corpos de água permanentes, com alta pressão de predação imposta pelo estabelecimento de peixes e, neste contexto, um pico de diversidade de anuros é esperado em corpos d'água com hidroperíodo e área intermediários (WELLBORN *et al.* 1996). Os sistemas lóticos, em contrapartida, tem recebido pouca atenção havendo relativamente poucos estudos enfocando ecossistemas lóticos e permanentes (INGER *et al.*, 1986; PARRIS E MCCARTHY, 1999; PARRIS, 2004), ocorrendo o mesmo no Brasil de modo que não foram encontrados padrões nesses ambientes (ETEROVICK, 2003; AFONSO E ETEROVICK, 2007).

1.2.3. Floresta Atlântica

A Floresta Atlântica possui uma das maiores riquezas de espécies e taxas de endemismo do planeta, abrigando cerca de 540 espécies de anuros (mais da metade das espécies brasileiras) das quais 472 são endêmicas (SEGALLA *et al.*, 2012). Foi historicamente submetida a uma grande perda de habitats e é considerado um dos hotspots mais ameaçados do planeta (MYERS *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009), em que apenas cerca de 11% de sua cobertura original está presente dos quais 80% são fragmentos menores que 50 hectares (RIBEIRO *et al.*, 2009). Ainda assim, a Floresta Atlântica mantém grande parte da biodiversidade brasileira, sendo ainda constante a descoberta de espécies novas (BERNECK *et al.* 2008; NAPOLI *et al.*, 2011). Devido ao estado de degradação desse bioma torna-se de enorme importância a criação de estratégias de conservação dos fragmentos existentes (KAGEYAMA e GANDARA, 2004).

1.2.4. Características físico-químicas

As análises físico-químicas são realizadas quando se deseja ou necessita conhecer a qualidade da água de determinado local e são utilizados parâmetros indicadores da qualidade de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Os mais utilizados são o potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e a condutividade elétrica.

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade da acidez ou alcalinidade contribuindo para o grau de solubilidade das substâncias e definindo o potencial de toxicidade dos elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais) e para a manutenção da vida aquática deve situar-se na faixa de 6 a 9 (GASPAROTTO *et al.*, 2011).

O oxigênio dissolvido (OD) refere-se ao oxigênio molecular (O₂) dissolvido na água. A concentração de OD nos cursos d'água depende da temperatura, pressão atmosférica, salinidade, características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras) e de interferências antrópicas como o lançamento de efluentes nos cursos d'água. Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas (GASPAROTO *et al.*, 2011).

A turbidez segundo Santos *et al.* (2012) é uma característica física da água, decorrente da presença de substâncias sólidas em suspensão. A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva e pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas. A turbidez tem como origem natural as partículas de rocha, argila,

silte, algas e outros microrganismos e como origem antropogênica os despejos indústrias, domésticos e erosão.

A condutividade elétrica é uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica devido à presença de íons e varia de acordo com a concentração de substâncias ionizadas dissolvidas na água e com a temperatura (PINTO et al, 2007). Na legislação do Brasil não existe um limite superior deste parâmetro tido como aceitável. Porém, oscilações na condutividade da água podem indicar contaminação do meio aquático por efluentes industriais ou o assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (LORDELO et al, 2018). Para amostras muito contaminadas por esgotos, a condutividade pode variar de 100 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (GASPAROTTO et al, 2011).

A temperatura é um parâmetro físico importante sendo diretamente proporcional à solubilidade de sais minerais e inversamente proporcional à solubilidade de gases em água. A variação da temperatura influencia reações químicas e biológicas no meio, além de propriedades físicas da água, como tensão superficial, densidade e viscosidade (FERREIRA et al, 2012). O CONAMA e o Ministério da Saúde não estabelecem valores médios permitidos para a temperatura das águas.

Referências

- AFONSO LG, ETEROVICK PC. 2007. Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 41(13–16): 949-963 Crossref, ISI, Google Scholar.
- ALFORD R. A. Ecology: resource use, competition, and predation. Pp. 240–278 in R.W. McDiarmid e R. Altig (eds.), *Tadpoles: the biology of anuran larvae*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 1999.
- ALFORD R. A.; RICHARDS, S. J. Global Amphibian Declines: a problem in Applied Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 30: 133-165. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys>.
- ALTIG, R.; JOHNSTON, G. F. Guilds of anuran larvae: relationships among developmental modes, morphologies, and habitats. *Herpetological Monographs* 3: 81–109, 1989.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; W.E. MAGNUSSON & P. BAYLISS. 1999. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna área in Central Amazônia. *Copeia*, Lawrence, 1999 (1): 22-33.
- BAZZAZ, F.A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56, 485–488. Belsky, A.J., 1975.

- BERNECK, B.V.M.; C.O.R. COSTA & P.C.A. GARCIA. 2008. A new species of *Leptodactylus* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic Forest of São Paulo State, Brazil. *Zootaxa* 1795: 46-56.
- BEGON E J. L. HARPER 2006. Fundamentos em Ecologia. 2ª ed. Artmed, Porto Alegre. - Ricklefs, R.E. 2003. A Economia da Natureza. 5ª ed.
- BERTOLUCI, J. Fenologia e Seleção de Hábitat em Girinos da Mata Atlântica em Boracéia, São Paulo (Amphibia, Anura). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, USP. São Paulo. 123 pp, 1997.
- BERTOLUCI, J., ROCHA P. L. B.; RODRIGUES M. T. Field evidence of coupled cycles of arthropod predator-tadpole prey abundance in six aquatic systems of an Atlantic Rainforest site in Brazil. *Herpetological Journal* 23(1): 63–66, 2013.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23: 161–167, 2002.
- BERTOLUCI, J.; VERDADE, V. K.; RODRIGUES, M. T.; PAVAN, D.; LIOU, N.; LANGE, M. C. Anuros da Estação Biológica de Boracéia (EBB): 25 anos após declínios. In: II Congresso Brasileiro de Herpetologia, Belo Horizonte (MG), 2005.
- BLAUSTEIN, A. R., WAKE, D. B., SOUZA, W. P., 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conserv. Biol.* 8, 60-71.
- CAVENDER-BARES, J. *et al.* The merging of community ecology and phylogenetic biology. *Ecology Letters*, 12: 693–715, 2009.
- CRUMP, M.L. Amphibian reproductive ecology on the community level. In: Scott Jr., N.J. (ed.) *Herpetological Communities*. United States Department of the Interior, Washington, D.C., Wildlife Research Report 13: 21-36, 1982.
- CRUZ, M.J.; REBELO R. Vulnerability of Southwest Iberian amphibians to an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*. *Amphibia-Reptilia* 26: 293-303, 2005.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo): Layout dos registros diários, 2018.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1994. *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 670 p.
- ETEROVICK PC, BARATA IM (2006) Distribution of tadpoles within and among Brazilian streams: the influence of predators, habitat size and heterogeneity. *Herpetologica* 62:367–379.
- ETEROVICK, P.C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19: 219-228.

- ETEROVICK, P. C.; BARROS, I. S. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *Journal of Tropical Ecology*, 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*, 17: 683-693, 2001.
- ETEROVICK, P. C. & SAZIMA, I. 2000. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia* 21:439-461.
- FERREIRA, A., F. R. DE PAULA, S. F. DE BARROS FERRAZ, P. GERHARD, E. A. L. KASHIWAQUI, J. E. P. CYRINO & L. A. MARTINELLI, 2012. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. *Ecology of Freshwater Fish* 21: 12–22.
- FOLSOM, T.C.; COLLINS, N.C. The diet and foraging behavior of the larval dragonfly *Anaxjunius* (Aeshnidae), with an assessment of the role of refuges and prey activity. *Oikos* 42:105-113; 1984.
- FROST, D.R. 2019. Amphibian Species of the World: an online reference. Versão 2.21 (15 July 2002). Disponível em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- GASCON, C. Population and community – level analyses of species occurrences of central Amazonian rain forest tadpoles. *Ecology* 72 (5): 1731-1746, 1991.
- GASPAROTTO, F. A.; 2011. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 90p.
- HAMER, A. J. e PARRIS, K. M. Local and landscape determinants of amphibian communities in urban ponds. *Ecological Applications* 21:378-390, 2011.
- HAMMOND, J.I., LUTTBEG, B., SIH, A. (2007): Predator and prey space use: dragonflies and tadpoles in an interactive game. *Ecology* 88: 1525–1535.
- HAZELL, D.; CUNNINGHAM, R.; LINDENMAYER, D.; MACKEY, B. e OSBORNE, W. Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. *Biological Conservation* 102:155-169, 2001.
- HERO *et al.* Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in central Amazon rain forest. *Biotropica* 33: 131-141, 2001.
- HEYER *et al.* Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* 20: 230-235, 1988.
- HEYER *et al.* Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31: 231-410, 1990. *Hydrobiologia*.

- HOWETH, J.G.; LEIBOLD M. A. Species dispersal rates alter diversity and ecosystem stability in pond metacommunities. *Ecology* 91 (9), 2727-2741, 2010.
- HUBBELL S. P. *The Unified Neutral Theory of Biogeography and Biodiversity*. Princeton (NJ): Princeton University Press, 2001.
- INGER, R. F.; VORIS, H. K. & FROGNER, K. J. 1986. Organization of a community of tadpoles in rain forest streams in Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 2:193-205.
- KAGEYAMA, P.Y.; CARON, D.; GANDARA, F.B.; MARTINS, K.; WADT, L.H.O.; LACERDA, C.M.B.; BOUFLEUER, N.T.; RIBAS, L.A.; MORENO, M. A.; FERRAZ, E.M. Genetic and ecological aspects of nonwood forest product exploitation in two Western Amazonian settlements. In: VINCENTI, B.; AMARAL, W.; MEILLEUR, B. (Org.). *Challenges in managing forest genetic resource for livelihoods: examples from Argentina and Brazil*. Roma: IPGRI, 2004, p.149-217.
- KATS, L.B., J.W. PETRANKA, AND A. SIH. Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes. *Ecology* 69:1865–1870, 1988.
- KOPP, K.; WACHLEVSKI M.; ETEROVICK P.C. Environmental complexity reduces tadpoles predation by water bugs. *Canadian Journal of Zoology* 84: 136-140, 2006.
- LAWLER, S. P., AND P. J. MORIN. Food web architecture and population dynamics in laboratory microcosms of protists. *American Naturalist* 141: 675–686, 1993.
- LIMA, N.G.S. *et al.* Spatial niche variation in two sympatric species of Bokermannohyla (Anura: Hylidae) in southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 48:229–240, 2014.
- LORDELO, L. M. K.; PORSANI, J. M.; BORJA, P. C. Águas Subterrâneas. Bahia, Universidade Federal da Bahia. V. 32, n. 1, 2018, p. 97-105.
- McARTHUR, R.H. e McARTHUR, J.W. On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594–598, 1961.
- McARTHUR, R.H. e WILSON, E.O. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, 1967.
- McDIARMID R.W.; ALTIG, R. Research: material and techniques. In Mcdiarmid R.W.e R. Altig (eds), *Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae*. University of Chicago Press, London: 7-23, 1999.
- McINTYRE, P.B.; BALDWIN S., FLECKER A.S. Effects of behavioral and morphological plasticity on risk of predation in an neotropical tadpole. *Oecologia* 141: 130-138, 2004.
- MORIN, P. J. Predation, breeding asynchrony, and the outcome of competition among treefrog tadpoles. *Ecology* 68: 675-683, 1987.
- MORIN, P. J. 1983. Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds. *Ecol, Monogr.* 53:119-38.

- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858, 2000.
- NAPOLI, M.F., CRUZ, C.A.G., ABREU, R.O. & DEL-GRANDE, M.L. (2011) A new species of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro (Amphibia: Anura: Cycloramphidae) from the Chapada Diamantina, State of Bahia, northeastern Brazil. *Zootaxa*, 3133, 37–49.
- PARRIS, K. M. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography*, 27: 392–400, 2004.
- PINTO, J. G., E. L. FRÖHLICH, G. C. LECKEBUSCH, AND U. ULBRICH, 2007A: Changing European Storm loss potentials under modified climate conditions according to ensemble simulations of the ECHAM5/MPI-OM1 GCM. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **7**, 165–175.
- PARRIS, M. J. & CORNELIUS, T. O. (2004) *Ecology*. 85, 3385–3395.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v.142, n.6, p. 1141-1153, 2009.
- RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503 pp. 2003.
- RIEGER, J.F., BINCKLEY, C.A. RESETARITS W.J., JR. Larval performance and oviposition site preference along a predation gradient. *Ecology* 85:2094-2099, 2004.
- ROSSA-FERES, Denise de Cerqueira et al. Anfíbios do Estado de São Paulo, Brasil: conhecimento atual e perspectivas. *Biota Neotrop.*, Campinas, v. 11, supl. 1, p. 47-66, Dec. 2011.
- SANTOS GM ET AL (2012) Possible source of ancient carbon in phytolith concentrates from harvested grasses. *Biogeosciences* 9:329–356
- SILVA, F. R.; CANDEIRA, C. P. e ROSSA-FERES, D. C. Dependence of anuran diversity on environmental descriptors in farmland ponds. *Biodiversity Conservation* 21:1411-1424, 2012.
- SILVA, F. R.; GIBBS, J. P. e ROSSA-FERES, D. C. Breeding Habitat and Landscape Correlates of Frog Diversity and Abundance in a Tropical Agricultural Landscape. *Wetlands* 31:1079-1087, 2011.
- SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. *Nature* 163:688, 1949.
- STRAUB, A., RANDRIANAINA, R. D., VENCES, M. E GLOS, J. (2013) Species distribution and assembly patterns of frog larvae in rainforest streams of Madagascar. *Hydrobiologia* 702:1, pages 27-43.
- VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 5(2):

- VASCONCELOS, T.S.; T.G. SANTOS; D.C. ROSSA-FERES e C.F.B. HADDAD. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal Zoology* 87: 699-707, 2009.
- VELLEND, M. Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly Review of Biology* 85:183–206, 2010.
- VERDADE, V. K. *et al.* Decline of Amphibians in Brazil. Pp. 85-127 In: H. Heatwole, C. L. Barrio Amorós e J. W. Wilkinson. (Eds.), *Amphibian Biology*. Vol. 9, Part 2 (Uruguay, Brazil, Colombia and Ecuador). Surrey Beatty e Sons, Australia, 2011.
- WELLS. D. K. *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, 2007.
- WERNER, E.E.; D.K. SKELLY; R.A. RELYEA e K.L. YUREWICZ. Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos* 116: 1697-1712, 2007.
- SBH (2017): Lista de espécies de anfíbios do Brasil. – Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH), <http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/2014.02-07-MudancasTaxonomicas.pdf>.
- WEIHER, E.; KEDDY, P. A. *Ecological Assembly Rules – Perspectives, advances, retreats*. Cambridge: Cambridge University Press. 1999, 418 p.

2. RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE GIRINOS EM FLORESTA TROPICAL ÚMIDA DE ALTITUDE

Denise Miguel PETRONI¹, Katiuce de Oliveria de Rocha PICHELI², Fabiane Santana ANNIBALE³, Denise de Cerqueira ROSSA-FERES³ e Jaime Aparecido BERTOLUCI⁴.

1, 4 - Departamento de Zoologia de Vertebrados, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, Brazil;

2 - Departamento de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), Votuporanga, SP, Brazil;

3 - Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto, SP, Brazil;

*Corresponding Author: Denise Miguel Petroni, e-mail: de.petroni@usp.br

RESUMO

Os anuros são um dos grupos animais mais diversos em ambientes tropicais úmidos e com elevado endemismo que refletem a elevada complexidade ambiental destes locais. Contudo, a fase larval de anuros é mais abundante e permanece por mais tempo nos ambientes aquáticos quando comparado às formas adultas, sendo considerados muitas vezes a melhor forma de registro das espécies e dos padrões que estruturam suas comunidades. Para tanto, o trabalho teve como objetivo verificar como a diferença entre ambientes lênticos e lóticos afetam a composição, riqueza e abundância de espécies de girinos em uma área de conservação de floresta tropical úmida. A fauna de girinos foi amostrada por busca ativa em sete ambientes lênticos e sete lóticos, durante toda a estação chuvosa em uma área de floresta tropical úmida com altitude média de 900 m acima do nível do mar. Os girinos foram fixados e identificados ao nível de espécie com auxílio de microscópio estereoscópico e consulta à especialistas. Foram construídas curvas de acumulação de espécies para os dois ambientes e concomitantemente a curva do componente de dominância. Com estas informações foi possível produzir um dendrograma de Raup-Crick para verificar quais ambientes apresentaram comunidades mais semelhantes. A partir da curva de acumulação de espécies foi possível inferir que a coleta foi adequada para descrever a comunidade de espécies dos locais amostrados. Foram registrados girinos de 24 espécies de anuros pertencentes a 9 gêneros de 4 famílias: Bufonidae (1), Hylidae (18), Hylodidae (1), Leptodactylidae (4). Os corpos d'água lênticos apresentaram maior riqueza e abundância (19 espécies; n=1172) do que os corpos d'água lóticos (8 espécies; n=625). O dendrograma de Raup-Crick demonstrou com base na composição das comunidades das espécies que existe segregação clara entre sistemas lênticos e lóticos com exceção de dois locais de coleta. Como resultado adicional, foi realizado o primeiro registro da espécie *Scinax tymbamirim* através da presença do seu girino. O local estudado apresentou grande diversidade de espécies e clara distinção entre as comunidades nos diferentes ambientes, mesmo quando comparado à outras áreas de conservação em sistemas naturais similares, o que reforça a importância desta área para manutenção da biodiversidade local e regional.

Palavras-chave: anuros, fase larval, sistema lótico, sistema lêntico, ecologia de comunidades

RICHNESS, ABUNDANCE AND TADPOLE SPECIES COMPOSITION IN HIGH ALTITUDE RAINFOREST

ABSTRACT

Anurans are one of the most diverse animal groups and highly endemic in humid tropical environments, which reflect the complexity of these environments. However, the larval phase of anurans is more abundant and remains for a longer time in aquatic environments when compared to adult forms and is often considered the best way to register species and community structure patterns. To this end, this work aimed to verify how the difference between lentic and lotic environments affect the composition, richness, and abundance of tadpole species in a tropical rainforest conservation area. The tadpole fauna was sampled by active search in seven lentic and seven lotic environments throughout the rainy season in an area of humid tropical forest with an average altitude of 900 m above sea level. Stereoscopic microscopy and consultation with specialists provided species-level identification of fixed tadpoles. Species accumulation curves were constructed for the two environments, as well as the dominance component curves. With this information, it was possible to produce a Raup-Crick dendrogram to verify which environments presented more similar communities. From the species accumulation curve, it was possible to infer that the collection was adequate to describe the community of the sampled locations. Tadpoles of 24 species of anurans belonging to 9 genera of 4 families were registered: Bufonidae (1), Hylidae (18), Hylodidae (1), Leptodactylidae (4). The lentic water bodies showed greater richness and abundance (19 species; $n = 1172$) than the lotic water bodies (8 species; $n = 625$). The Raup-Crick dendrogram demonstrated, based on the composition of the communities, that there is clear segregation between lentic and lotic systems except for two collection sites. As an additional result, *Scinax tymbamirim*'s tadpole was recorded at this location for the first time. The studied site presented a great diversity of species and a clear distinction between communities in different environments, even when compared to other conservation areas in similar natural systems, which reinforces the importance of this area for maintaining local and regional biodiversity.

Keywords: anurans, larval phase, lotic system, lentic system, community ecology

2.1. INTRODUÇÃO

A região Neotropical possui a maior riqueza de anuros do mundo e dentro desta região, o Brasil é o país que possui a maior riqueza de espécies (SEGALLA *et al.*, 2014). Localizada no litoral do estado de São Paulo, a Floresta Atlântica possui uma das maiores riquezas de espécies e taxas de endemismo do planeta, abrigando cerca de 600 espécies de anfíbios das quais cerca de 87% são endêmicas (HADDAD *et al.* 2013; SEGALLA *et al.*, 2012). Esta Floresta foi historicamente submetida a uma grande perda de habitats sendo considerado um dos “Hotspots de diversidade” mais ameaçados do planeta, em que apenas cerca de 11% de sua cobertura

original está presente e da qual 80% são fragmentos menores que 50 hectares (MYERS *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009). Devido ao estado de degradação desse bioma torna-se de enorme importância a criação de estratégias de conservação dos fragmentos existentes, pois, a Floresta Atlântica ainda mantém grande parte da biodiversidade brasileira, com constante descoberta de novas espécies (KAGEYAMA e GANDARA, 2004; NAPOLI *et al.*, 2011).

Com o intuito de proteção de áreas de grande relevância biológica, o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) localizado na serra do litoral do Estado de São Paulo, Brasil, é a maior área protegida da Floresta Atlântica, com 315.390 ha e possui a maior diversidade de anfíbios da Floresta Atlântica (LOYOLA *et al.* 2014). Uma pequena área dentro desse Parque, a Estação Biológica da Boracéia (EBB), foi a área de conservação utilizada neste estudo. A fauna de anuros da EBB é conhecida pelos adultos e girinos, sendo composta por 69 espécies pertencentes a seis famílias, a área possui registros de declínios populacionais. De acordo com SILVA *et al.* (2012) o conhecimento sobre a composição de espécies locais é primordial, particularmente para estudos ecológicos e de conservação das espécies. A ocorrência de extinção local (BERTOLUCI *et al.*, 2005, VERDADE *et al.*, 2011) indica a necessidade de constante monitoramento, entretanto, o último levantamento sobre girinos ocorreu a mais de 20 anos atrás (HEYER, 1990, BERTOLUCI, 1997). Assim, este trabalho teve por objetivo realizar um levantamento sobre a riqueza, abundância e composição de comunidades de anuros na fase larval em sistemas lóticos e lênticos na Estação Biológica da Boracéia (EBB).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram investigadas as espécies de anuros em sua fase larval em corpos d'água de lagoas, charcos e riachos da área de conservação Estação Biológica da Boracéia (EBB) pertencente ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP) durante os seis meses de estação chuvosa.

2.2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Biológica de Boracéia (EBB), uma reserva de Floresta Ombrófila Densa pertencente ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP) e possui área de aproximadamente 96 ha, localizada em área de Serra do Mar a cerca de 900 metros de altitude, totalmente inserida em uma reserva com área de 16.450 ha pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), criada para proteger as bacias dos rios Claro e Guaratuba, localizada no Núcleo Padre Dória do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM),

no município de Salesópolis, SP (23°37'59" S, 45°31'19" W). O clima da região é do tipo Cfa de Köppen, com estação chuvosa entre setembro e março (BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002).

As coletas foram realizadas em 14 locais selecionados devido às suas características estruturais, sendo sete áreas em sistemas lênticos e sete áreas em sistemas lóticos, como apresentado abaixo.

Ponto 1 (RE - Riacho Estrada): Foi o maior dentre os riachos amostrados, está inserido em um local com fisionomia de borda de floresta. Seu leito é constituído de areia e possui um grande fluxo de água, com resíduos vegetais provenientes da vegetação arbórea e arbustiva, composta por folhas, galhos e troncos caídos dentro do corpo d'água. Possui área média de 46,5 m² e profundidade média de 0,23 m.

Ponto 2 (RH - Riacho Hylodes): Situado em borda de floresta, possui fundo rochoso e arenoso, sendo margeado por grandes árvores, arbustos e plantas herbáceas rasteiras e eretas. Apresentou área e profundidade média de 43,7 m² e 0,19 m, respectivamente.

Ponto 3 (RG - Riacho Gruta): Se encontra em borda de floresta em uma área muito íngreme, possuindo fundo rochoso e arenoso em áreas alternadas, com os maiores remansos dentre os riachos amostrados. A vegetação marginal é constituída por árvores de grandes dimensões, mas também por arbustos e ervas rasteiras e eretas. Sua área média é 46 m² e apresenta a menor profundidade dentre os riachos sendo de 0,15 m.

Ponto 4 (LA - Lagoa do Aterro): É o local com maior área e volume dentre os locais amostrados. Durante todo o período de estudo o fundo desse corpo d'água esteve dominado por *Myriophyllum brasiliensis* (Haloragaceae), macrófita que se enraíza no fundo e atinge a superfície. Possui vegetação herbácea rasteira e ereta, mas também arbustos isolados. Assim como, em algumas regiões das margens, durante todo o período de amostragem, foram observadas taboas (*Typha* sp., Typhaceae). A área média amostrada foi de 198 m² e a profundidade média foi de 0,44 m.

Ponto 5 (RC - Riacho dos Cones): Localizado em área de borda de floresta, possui o maior fluxo de água dentre todos os demais, fundo arenoso, sem presença de vegetação no fundo ou nas margens, embora no seu entorno todos os estratos de vegetação estejam presentes. O fluxo de água faz com que a água permaneça cristalina, carreando as folhas, galhos e qualquer objeto nela presente. Possui área de 31,4 m² e profundidade de 0,16 m.

Ponto 6 (LT - Lagoa Toco): Pequena lagoa sendo totalmente circundada por taboa (*Typha* sp., Typhaceae). Presença de grande quantidade de gramíneas no fundo assim como vegetação em decomposição. Em uma das margens da lagoa encontravam-se arbustos e árvores de pequeno porte. A área do local foi de 46 m² e 0,33 m de profundidade média.

Ponto 7 (CP - Charco Pedreira): Encontra-se em área aberta e seu leito é rochoso com ocorrência de gramíneas cobrindo parte do interior do corpo d'água. Externamente são encontradas herbáceas eretas e arbustos. Foi o maior charco dentre os analisados, com área de 132,6 m² e profundidade de 0,2 m.

Ponto 8 (RN - Riacho Novo): É um dos menores riachos entre os amostrados. Seu leito é constituído por areia e em seu entorno encontram-se todos os estratos de vegetação, com grandes dimensões do estrato arbóreo. Há um grande acúmulo de folhas caídas em toda a sua extensão. Possui área média de 22,5 m² e profundidade de 0,23 m.

Ponto 9 (CD - Charco Dois): O menor charco dos amostrados. Possui grande quantidade de gramíneas e macrófitas em toda a sua extensão, assim como uma enorme quantidade de folhas caídas das árvores, arbustos e herbáceas eretas encontradas em seu entorno. Com área de 43,6 m² e profundidade de 0,32 m.

Ponto 10 (LL - Lagoa Laboratório): Encontra-se em um declive artificial do solo de cerca de 1,90 metros. Em seu entorno existem arbustos e plantas herbáceas eretas. O corpo d'água apresentou a maior profundidade com média observada, de 0,78 m e área de 5,2 m².

Ponto 11 (LP - Lagoa Profunda): Foi a segunda lagoa mais profunda avaliada. Em seu entorno encontra-se os estratos herbáceo ereto e arbóreo. Possui enorme quantidade de folhas em decomposição no fundo desse corpo d'água. A área de 11,7 m² e 0,46 m de profundidade.

Ponto 12 (LC - Lagoa Cana Roxa): Apresentou pequenas dimensões e vegetação herbácea ereta no centro de sua área em que se encontra uma porção de terra mais elevada que poderia servir de poleiro para os anuros. No entorno, ocorrem apenas vegetação herbácea rasteira. Com cerca de 30 m² e 0,24 m de profundidade.

Ponto 13 (RF - Riacho dos Fundos): Riacho de menor dimensão dentre os avaliados. Está localizado em área aberta próximo ao alojamento da EBB. Possui fundo rochoso e grande fluxo de água assim como vegetação herbácea ereta no fundo e nas margens em quase toda sua extensão. Com área de 17,7 m² e profundidade de 0,34 m.

Ponto 14 (RB - Riacho da Bomba): Riacho de pequenas dimensões em borda de mata destinado a fornecer água à sede da Estação Biológica de Boracéia. O solo nesse local é permanentemente encharcado. A área de 41 m² e a profundidade média foi de 0,2 m, sendo um dos locais menor profundidade amostrados.

A localização da área de pesquisa e os pontos amostrados estão apresentados na Figura 1 abaixo.

Figura 1. Pontos de amostragem de girinos na Estação Biológica da Boracéia com detalhe ampliado dos pontos localizados em áreas próximas. Corpos d'água amostrados: 1) Riacho estrada (RE); 2) Riacho Hylodes (RH); 3) Riacho Gruta (RG); 4) Lagoa do Aterro (LA); 5) Riacho Cones (RC); 6) Lagoa Toco (LT); 7) Charco Pedreira (CP); 8) Riacho novo (RN); 9) Charco Dois (CD); 10) Lagoa do Laboratório (LL); 11) Lagoa Profunda (LP); 12) Lagoa Cana Roxa (LC); 13) Riacho dos Fundos (RF); 14) Riacho da Bomba (RB).

2.2.2. Amostragem

Foram amostrados 14 corpos d'água permanentes utilizados como habitats reprodutivos de anuros na Estação Biológica da Boracéia (EBB) com diferentes características estruturais e fisionômicas desde que estes corpos d'água não mantivessem comunicação entre si no período chuvoso. Cada corpo d'água foi amostrado mensalmente durante o período chuvoso, entre outubro de 2017 e março de 2018. A localização dos pontos de coleta é apresentada na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Coordenadas geográficas UTM dos locais amostrados na Estação Biológica da Boracéia

Habitats	Locais	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
P1	RE	-23.653.330	-45.938.050
P2	RH	-23.660.830	-45.874.720
P3	RG	-23.653.880	-45.873.610
P4	LA	-23.653.330	-45.866.940
P5	RC	-23.650.220	-45.866.910
P6	LT	-23.641.380	-45.853.610
P7	CP	-23.638.050	-45.840.270
P8	RN	-23.654.160	-45.893.880
P9	CD	-23.654.163	-45.893.610
P10	LL	-23.654.720	-45.893.330
P11	LP	-23.654.720	-45.893.330
P12	LC	-23.654.160	-45.893.880
P13	RF	-23.654.160	-45.893.610
P14	RB	-23.653.880	-45.873.610

Os corpos d'água foram investigados à procura de girinos no período diurno empregando puçá de malha de 3 mm² e cabo longo, com esforço padronizado de meia hora de amostragem por corpo d'água a cada visita mensal, nos sistemas lênticos com o início nas margens e seguindo para a área central do mesmo, exceto para a Lagoa do Aterro (P4) que foi utilizada uma hora de amostragem, devido às suas grandes proporções. Nos riachos, a mesma metodologia foi aplicada em trechos com 50 metros de extensão.

Os girinos coletados para identificação foram anestesiados em solução de benzocaína a 5% (Resolução N° 301 do Conselho Federal de Biologia), fixados e conservados em uma mistura 1:1 de formol a 15% e álcool 70%. O material coletado está depositado na coleção Herpetológica do Laboratório de Zoologia de Vertebrados da ESALQ/USP.

2.2.3. Análise de dados

Para verificar a eficiência das amostragens realizadas ao longo dos seis meses, foi produzida a curva do coletor separadamente para os dois tipos sistemas amostrados, lênticos e lóticos. Uma vez que a assíntota da curva é atingida, nenhuma amostragem adicional produzirá adição de espécies (GOTELLI e COLWELL, 2010). Entretanto, como as amostras coletadas para

os sistemas possuíam diferentes tamanhos utilizou-se a extrapolação para padronizar a riqueza de espécies esperada em um mesmo tamanho amostral. Nessa análise foram utilizados os dados de abundância das larvas de anuros por espécie através do pacote iNEXT do R (R CORE TEAM, 2019).

Para investigar a riqueza e a equitabilidade em uma comunidade foi realizada a construção de curvas do componente de dominância e para entender quais ambientes são mais semelhantes em relação à riqueza de espécies entre corpos d'água foi construído o dendrograma de Raup-Crick para sistemas lênticos e lóticos.

O nível relativo de especialização do uso de habitat das espécies foi calculado pela amplitude do nicho para cada espécie, utilizando-se o Índice de Levins padronizado (LEWINS, 1968). Para a realização dessa análise foi utilizado o pacote “SPAA” do R (R CORE TEAM, 2019).

As análises estatísticas foram realizadas no pacote Vegan (OKSANEN *et al.* 2016) no R v 3.6.2, com exceção das análises em que foram mencionados pacotes adicionais do R (R CORE TEAM, 2019). A nomenclatura taxonômica seguiu Frost (2019) e o status de conservação das espécies foi obtido do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2018).

2.3. RESULTADOS

O levantamento da fauna dos 14 ambientes avaliados resultou no registro de girinos de 24 espécies de anuros pertencentes a 8 gêneros de 4 famílias: Bufonidae (1), Hylidae (20), Hylodidae (1), Leptodactylidae (2), como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Lista de espécies registradas na EBB durante o estudo

Espécie	Família
<i>Aplastodiscus arildae</i>	Hylidae
<i>Aplastodiscus albosignatus</i>	Hylidae
<i>Aplastodiscus eugenioi</i>	Hylidae
<i>Aplastodiscus leucopygius</i>	Hylidae
<i>Boana albomarginata</i>	Hylidae
<i>Boana albopunctata</i>	Hylidae
<i>Boana faber</i>	Hylidae
<i>Boana prasina</i>	Hylidae
<i>Boana polytaenia</i>	Hylidae
<i>Bokermannohyla hylax</i>	Hylidae
<i>Dendropsophus elegans</i>	Hylidae
<i>Dendropsophus microps</i>	Hylidae
<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae
<i>Hylodes phyllodes</i>	Hylodidae
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae
<i>Physalaemus offersii</i>	Leptodactylidae
<i>Rhinella</i> sp.	Bufonidae
<i>Olohygon catharinae</i>	Hylidae
<i>Scinax crospedospilus</i>	Hylidae
<i>Scinax perereca</i>	Hylidae
<i>Scinax similis</i>	Hylidae
<i>Scinax tymbamirim</i>	Hylidae
<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae
<i>Scinax</i> sp.	Hylidae

Foi constatado que os corpos d'água lênticos apresentaram maior riqueza e abundância (19 espécies; n=1172) do que os corpos d'água lóticos (8 espécies; n=625), com segregação parcial entre espécies de corpos d'água lênticos e lóticos. Ocorreram, no entanto, exceções para os girinos das espécies *A. albosignatus* (N = 66) e de *A. leucopygius* (N = 31) típicas de corpos d'água lóticos que ocorreram também no sistema lêntico no ponto “Lagoa do Laboratório” (P10) e da espécie *S. x-signatus* (N=7) em local com sistema lótico “Riacho da Gruta” (P3), contrariando a ocorrência comum apenas em sistemas lênticos.

Algumas espécies apresentaram maior amplitude de nicho como *A. albosignatus*, *A. leucopygius*, *B. faber*, *B. prasina*, *B. hylax* que ocorreram em ambos os sistemas. Contudo, todas as espécies registradas na Estação Biológica da Boracéia são especialistas visto que apresentaram índice de Levins padronizado menor que 0,5 e as espécies *A. albosignatus*, *A. leucopygius* e *B. hylax*, típicas de riachos, apresentaram os maiores valores de amplitude de nicho, como pode ser observado na Tabela 3 e na Tabela 4, abaixo.

Tabela 3. Abundância de girinos e índice de Levins padronizado das espécies registradas nos ambientes lóticos amostrados na Estação Biológica da Boracéia

Espécies/ Habitats	RN	RC	RB	RH	RG	RF	RE	Total	Índice de Levins
<i>A. albosignatus</i>	42	0	68	29	3	45	0	187	0,56
<i>A. leucopygius</i>	46	0	21	2	22	6	0	97	0,41
<i>B. hylax</i>	11	0	49	32	3	19	9	123	0,56
<i>A. eugenioi</i>	15	0	34	10	0	1	2	62	0,32
<i>S. x-signatus</i>	0	0	0	0	7	0	0	7	0,14
<i>S. catharinae</i>	4	0	0	18	81	0	0	103	0,11
<i>H. phyllodes</i>	1	0	6	5	0	0	0	12	0,26
<i>B. albomarginata</i>	0	0	0	1	0	2	0	3	0,16
<i>A. arildae</i>	0	0	0	1	0	3	27	31	0,06
Total girinos	119	0	178	98	116	75	38	625	
Total espécies	6	0	5	8	5	6	3	9	

Habitats. RN: Riacho Novo; RC: Riacho dos Cones; RB: Riacho da Bomba; RH: Riacho Hylodes; RG: Riacho da Gruta; RF: Riacho dos Fundos; RE: Riacho Estrada.

Tabela 4. Abundância de girinos e índice de Levins padronizado das espécies registradas nos ambientes lênticos amostrados na Estação Ecológica da Boracéia

Espécie/habitat	LT	CD	CP	LA	LC	LP	LL	Total	Índice de Levins
<i>A. albosignatus</i>	0	0	0	0	0	0	63	66	0,00
<i>A. leucopygius</i>	0	0	0	0	0	0	30	31	0,00
<i>B. albopunctata</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0,00
<i>B. polytaenia</i>	13	5	1	0	0	0	0	19	0,17
<i>B. prasina</i>	94	4	50	0	7	0	38	193	0,38
<i>B. faber</i>	24	21	18	0	6	0	0	69	0,49
<i>D. elegans</i>	0	8	7	0	0	0	0	15	0,20
<i>D. microps</i>	0	15	0	0	30	0	0	45	0,16
<i>D. minutus</i>	0	9	79	0	24	0	0	112	0,16
<i>P. cuvieri</i>	0	0	1	5	0	0	0	6	0,03
<i>P. olfersii</i>	0	17	0	0	1	0	0	18	0,02
<i>Rhinella</i> sp	91	0	100	0	128	0	0	319	0,39
<i>S. similis</i>	0	0	0	0	21	0	0	21	0,00
<i>S. x-signatus</i>	2	40	29	0	81	0	0	152	0,31
<i>S. crospedospilus</i>	0	3	0	0	0	0	0	3	0,00
<i>S. perereca</i>	0	0	0	0	27	0	0	27	0,00
<i>S. tymbamirim</i>	5	0	3	52	1	0	0	60	0,07
<i>Scinax</i> sp.	0	16	0	0	0	0	0	16	0,00
Abundância	229	338	288	57	326	0	131	1173	
Espécies	6 sp.	11 sp.	9 sp.	2 sp.	10 sp.	0 sp.	3 sp.	18 sp.	

Habitats lênticos. LT: Lagoa do Toco; CD: Charco Dois; CP: Charco Pedreira; LA: Lagoa do Aterro; LC: Lagoa Cana-Roxa; LP: Lagoa Profunda; LL: Lagoa do Laboratório.

A curva de rarefação foi baseada no número de anuros registrados nos corpos d'água lênticos e lóticos e demonstra que foram amostradas todas as espécies existentes na EBB tanto para habitats lênticos e lóticos sendo que nesses últimos foi extrapolada a tendência (linha tracejada) com intervalo de confiança de 95% (Figura 2).

Figura 2. Curva de rarefação em sete habitats lânticos e sete lóticos amostrados na EBB.

A análise de dissimilaridade de Raup-Crick evidenciou dois grandes agrupamentos de habitats: os riachos juntamente com a Lagoa do Laboratório (LL) tiveram dissimilaridade de cerca de 30%, enquanto entre lagoas e charcos esse valor foi de quase 60%. A segregação entre lagoas e riachos não foi completa devido a presença de *A. albosignatus* e *A. leucopygius* na Lagoa do Laboratório (LL) e de *Scinax x-signatus* no Riacho da Gruta (RG).

Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade de Raup-Crick na composição de espécies nos habitats lânticos e lóticos

Em relação à Curva do Componente de Dominância podemos observar que tanto para sistemas lânticos como para lóticos o modelo de distribuição de abundância série geométrica foi o mais comum, com exceção do Charco Dois (CD) e Riacho da Bomba (RB) que se aproximaram ao modelo Broken Stick e a Lagoa do Laboratório (LL) que apresentou maior aderência ao modelo Zipf (Figura 4 e Figura 5).

Figura 4. Curva do componente de dominância dos corpos d'água lânticos amostrados na Estação Ecológica da Boraceia

Figura 5. Curva do Componente de dominância dos corpos d'água lóticos amostrados na Estação Biológica da Boracéia

2.4. DISCUSSÃO

Nenhuma das espécies registradas neste estudo está ameaçada de extinção com base no relatórios da IUCN (2019) e a grande maioria das espécies é endêmica para a Mata Atlântica com exceção de *P. cuvieri*, *S. perereca*, *B. prasina* e *B. faber* (ROSSA-FERES *et al.*, 2017).

A curva de rarefação foi baseada no número de anuros registrados nos corpos d'água lânticos e lóticos e demonstra que foram coletadas todas as espécies existentes nos pontos de amostragem tanto para habitats de lagoas e charcos quanto de riachos. Dessa forma, é pouco provável o incremento no número de espécies nessa área, havendo, no entanto, maior probabilidade de ocorrer em ambientes lânticos.

O padrão de abundância foi semelhante nos dois tipos de habitats tendo em vista que ambos os sistemas lânticos e lóticos possuíam poucas espécies dominantes e raras, e a maior proporção de espécies com abundância intermediária, sendo o esperado em ambientes heterogêneos como a Mata Atlântica (BASTAZINI *et al.*, 2007).

Os corpos d'água lânticos apresentaram maior riqueza e abundância (19 espécies; n=1172) do que os corpos d'água lóticos (8 espécies; n=625) assim como o observado por Melo *et al.*, (2018)

no Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, em que de 21 espécies, 15 espécies eram de lagoas e 7 eram de riachos. Em outra área da Mata Atlântica, distante 190 Km da EBB, Jordani *et al.* (2017) registraram 20 espécies em corpos d'água lênticos e apenas 7 espécies nos lóticos.

O padrão comum de ocorrência de mais espécies em habitats lênticos do que lóticos na Mata Atlântica brasileira pode ser atribuído ao baixo número de habitantes de riachos devido à necessidade de adaptações especiais dos girinos para viverem em corpos d'água lóticos e à presença de peixes predadores que limitam espécies de larvas de anuros em grandes habitats permanentes (CONTE e ROSSA-FERES, 2006; GAREY *et al.*, 2014, JORDANI *et al.*, 2017). O padrão de girinos menos abundantes em sistemas lóticos parece estar relacionado também ao menor número de ovos por ninhada (ETEROVICK e BARROS, 2003; JORDANI *et al.*, 2017).

Em habitats lóticos o número médio de ovos por postura é de 219 em *A. leucopygius* e 13 em *H. phyllodes* e em habitats lênticos, a espécie *B. prasina* possui ninhada com mais de 900 ovos e espécies do gênero *Rhinella* apresentam enormes desovas entre 5000 até quase 15000, nas espécies *R. crucifer* e *R. icterica*, respectivamente, resultando em aumento da aptidão das espécies de ambientes lênticos (HADDAD, 1991). De acordo com Melo *et al.* (2018) a morfologia dos girinos bentônicos (nadadeira caudal baixa, disco oral ventral, corpo achatado) permite que eles ocorram em microhabitats com diferentes profundidades como pudemos observar da mesma forma nesse trabalho.

A maior dissimilaridade na composição de espécies entre os habitats lênticos pode estar relacionada a diferentes características estruturais entre esses habitats (lagoas e charcos), criando oportunidades de seleção de habitats diversos pelos anuros adultos (WELLBORN *et al.*, 1996).

De acordo com Levins (1968) espécies abundantes tendem a ter nichos mais amplos do que as mais raras. Isto pode ser observado na EBB pois, a despeito do critério adotado classificar a grande maioria das espécies como especialistas, as espécies mais abundantes foram classificadas como generalistas no uso de habitats, como observado para as espécies *A. albosignatus* e *A. leucopygius* apenas nos sistemas lênticos. Alternativamente, a distribuição do esforço reprodutivo por adultos, pode ser mais importante que a habilidade dos girinos em usar uma grande variedade de recursos na determinação da distribuição e abundância das espécies.

O charco da Pedreira, a Lagoa do Aterro, a Lagoa Cana-Roxa e a Lagoa do Toco assim como o Riacho Estrada, Riacho Hylodes, Riacho da Gruta e Riacho Novo se encaixam no modelo de abundância série geométrica porque uma única ou poucas espécies utilizam a maior parte dos recursos das comunidades. As espécies dominantes nesses corpos d'água foram *D. minutus* e *Rhinella* sp. (perfazendo juntas 62% da abundância no charco da Pedreira), *S. tymbamirim* (91% da

abundância na Lagoa do Aterro), *Rhinella* sp. e *S. x-signatus* (perfazendo juntas 89% da abundância na Lagoa Cana-Roxa) e *B. prasina* e *Rhinella* sp. (perfazendo juntas 81% da abundância na Lagoa do Toco).

O Charco Dois e o Riacho da Bomba se aproximam do modelo Broken-Stick porque possuem grande equitabilidade e as espécies partilham nicho e recursos. O modelo Broken-Stick fornece evidências de que alguma variável ambiental está sendo dividida de maneira estocástica e similar entre as espécies de uma comunidade ecológica (MAGURRAN, 2004). Como pode ser observado nesse habitat, a abundância de cinco espécies somadas, perfizeram 78% da abundância local.

A lagoa do laboratório (LL) se encaixa no modelo Zipt–Mandelbrot que postula que a presença de uma espécie se deve a dependência de condições físicas e ecológicas particulares (WILSON, 1991). Neste local apenas três espécies foram encontradas, duas delas típicas de ambientes lóticos na EBB e alguma condição particular deste ambiente pode ter favorecido o desenvolvimento dessas espécies nesse hábitat. Esse ambiente encontra-se em um vale a cerca de 1,90 m abaixo do terreno do seu entorno, o que pode ter representado uma limitação à dispersão das espécies de anuros e disponibilizado um nicho para as espécies que, mesmo não sendo típicas de ambientes lênticos nesse local, encontraram condições adequadas para ocuparem essa lagoa.

Embora o modelo de componente de dominância na maior parte dos corpos d'água lênticos e lóticos ter sido série geométrica verificou-se uma variação na riqueza e abundância de espécies, devido à heterogeneidade das condições e recursos ambientais, que diferenciaram os comprimentos e as inclinações de curvas dos modelos ecológicos, sendo esse fator associado ao espectro de fatores ecológicos.

Em lagoas, charcos e riachos as espécies raras foram aquelas representadas por até 3 indivíduos (*B. albomarginata*), e o número de espécies na extremidade superior da distribuição da abundância foi usado para definir as espécies comuns, para os sistemas lóticos foram: *A. albosignatus*, *B. hylax*, *S. catharinae* e para sistemas lênticos foram: *B. prasina*, *S. x-signatus*, *D. minutus*.

Analisando assembléias amostradas em área de remansos do Médio Rio Purus, no bioma Amazônia, foi observado um modelo de distribuição log-normal, indicando que poucas espécies têm abundâncias extremas e a maioria das espécies possui abundâncias intermediárias. Esse tipo de distribuição é encontrado em assembléias controladas por fatores ecológicos, com compartilhamento equitativo dos recursos disponíveis, como ocorre na maioria das assembléias de florestas tropicais (MAGURRAN 2011). No entanto, esse tipo de distribuição não foi encontrado em nenhum dos habitats amostrados na EBB sugerindo que as características ecológicas do estágio larval podem não ser os únicos fatores a influenciar essas comunidades.

No presente estudo, algumas variações na abundância das espécies foram detectadas, girinos de *H. phyllodes*, uma espécie considerada em declínio populacional por Heyer *et al.* (1988, 1990) com indícios de recuperação (BERTOLUCI, 1997), foram coletados em pequena abundância (n= 12) no presente estudo. Neste trabalho *B. albopunctata* foi considerada uma espécie rara (n=1) diferindo do que foi encontrado anteriormente (BERTOLUCI, 1997), enquanto *B. prasina* foi a espécie mais abundante nos corpos d'água lênticos neste estudo, embora não tenha sido registrada na Lagoa do Aterro. *Scinax fuscovarius* registrada pela primeira vez na EBB no final dos anos 90 (BERTOLUCI, 1997), não foi registrada no presente estudo. Alguns dos declínios populacionais registrados na EBB podem, entretanto, representar apenas flutuações populacionais naturais.

2.5. CONCLUSÕES

A fauna de anuros da Estação Biológica da Boracéia é bem conhecida, no entanto, estudos sobre comunidades de girinos foram realizados a mais de vinte anos no local e, tendo em vista os declínios populacionais registrados no local, foi observada a necessidade de maior monitoramento da área. Esse estudo agrega informações importantes e atualizadas sobre essa fase de vida essencial para a manutenção das espécies nos habitats.

A grande riqueza de espécies da Estação Biológica de Boracéia, mesmo quando comparada a outras áreas de conservação na Serra do Mar, reforça a importância de manutenção desse local para a biodiversidade local e regional, tendo sido realizado nesse estudo o primeiro registro de *S. tymbamirim* através da presença do seu girino.

Aliados à elevada riqueza de espécies, o número de espécies de anuros endêmicas e as constantes alterações registradas na EBB revelam a importância da manutenção da área, assim como, a necessidade de um maior entendimento da ecologia das espécies locais para a sua conservação, especialmente quando se trata das espécies mais raras e consequentemente mais susceptíveis aos declínios populacionais e extinções locais.

Dessa forma, simples atitudes como a manutenção de habitats heterogêneos são medidas de proteção da diversidade de larvas de anuros quando o objetivo é a conservação das espécies de anuros em fase larval em áreas de Floresta Atlântica da Estação Biológica da Boracéia.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, 52: 1–159.
- BASTAZINI, C.V.; J.F.V. MUNDURUCA; P.L. ROCHA & M.F. NAPOLI. 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case.
- BERTOLUCI, J.; VERDADE, V. K.; RODRIGUES, M. T.; PAVAN, D.; LIOU, N.; LANGE, M. C. Anuros da Estação Biológica de Boracéia (EBB): 25 anos após declínios. In: II Congresso Brasileiro de Herpetologia, Belo Horizonte (MG), 2005.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23: 161–167, 2002.
- BERTOLUCI, J. Fenologia e Seleção de Hábitat em Girinos da Mata Atlântica em Boracéia, São Paulo (Amphibia, Anura). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, USP. São Paulo. 123 pp, 1997.
- CONTE, C.E.; ROSSA-FERES D.C. Riqueza e distribuição espaço temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Rev. Bras. Zool.* 24: 1025-1037, 2007.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo): Layout dos registros diários, 2017.
- ETEROVICK, P. C.; BARROS. I. S. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *Journal of Tropical Ecology*, 19:439-448, 2003.
- GAREY, M. V., PROVETE, D. B., MARTINS, I. A., HADDAD, C. F. B.; ROSSA-FERES, D.C. Anurans from the Serra da Bocaina National Park and surrounding buffer area, southeastern Brazil. *Check List*. 10(2): 308–316, 2014.
- GOTELLI, N.J.; COLWELL. R.K. Estimating species richness. In: MAGURRAN, A.E.; MCGILL, B.J. (Ed.). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford: Oxford University, 2010. p.39-54.
- HADDAD R, KASNECI A, SEBAG IA, CHALIFOUR LE. Cardiac structure/function, protein expression, and DNA methylation are changed in adult female mice exposed to diethylstilbestrol in utero. *Can J Physiol Pharmacol* 2013; 91:741–9.
- HADDAD, C.F.B. & SAZIMA, I. 1992. Anfíbios Anuros da Serra do Japi. In *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. (L.P.C. Morellato, org). Ed. da Unicamp; FAPESP, Campinas, p. 188-211.
- HEYER *et al.* Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* 20: 230-235, 1988.

- HEYER *et al.* Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31: 231-410, 1990.
- LEVINS R., 1968 - Evolution in changing environments. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 120 pp.
- LOYOLA, R. D., LEMES, P., BRUM, F. T., PROVETE, D. B. & L. D. S. DUARTE. 2014. Clade-specific consequences of climate change to amphibians in Atlantic Forest protected areas. *Ecography* 37: 65-72.
- MAGURRAN, A.E. AND MCGILL, B.J. (2011) Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, Oxford.
- MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell.
- MELO, M *et al.* Are Assemblages of Aquatic-Breeding Anurans (Amphibia) Niches Structured or Neutral? *Biotropica* (Lawrence, KS), v. 46, p. 608-614, 2018.
- MYERS, N. Et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858, 2000.
- R CORE TEAM (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- ROSSA-FERES, D. C., GAREY, M. V., CARAMASCHI, U., NAPOLI, M. F., NOMURA, F., BISPO A. A., BRASILEIRO, C. A., THOMÉ, M. T. C., SAWAYA, R. J., CONTE, C. E., CRUZ, C. A. G., NASCIMENTO, L. B., GASPARINI, J. L., ALMEIDA, A. P., & HADDAD, C. F. B. 2017. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. In: E. L. A. Monteiro-Filho, & C. E. Conte (Eds.), *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*. Pp. 237–314. Curitiba: Editora UFPR.
- SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LANGONE, J.A. & GARCIA, P.C.A. 2014. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira* 3: 37-48.
- SEGALLA, M.V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C.A.G., GARCIA, P.C.A., GRANT, T., HADDAD, C.F.B. & LANGONE, J. (2012) Brazilian amphibians – List of species. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>
- SILVA, F. R.; CANDEIRA, C. P. e ROSSA-FERES, D. C. Dependence of anuran diversity on environmental descriptors in farmland ponds. *Biodiversity Conservation* 21:1411-1424, 2012.
- VERDADE, V. K. Et al. Decline of Amphibians in Brazil. Pp. 85-127 In: H. Heatwole, C. L. Barrio Amorós e J. W. Wilkinson. (Eds.), *Amphibian Biology*. Vol. 9, Part 2 (Uruguay, Brazil, Colombia and Ecuador). Surrey Beatty e Sons, Australia, 2011.
- WELLBORN GA, SKELLY D.K., WERNER E.E. 1996 Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*

3. INFLUÊNCIA DO HABITAT E PREDADORES NA ESTRUTURA DE TAXOCENOSES DE GIRINOS EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DA ESTAÇÃO BIOLÓGICA DA BORACÉIA (SP)

Denise Miguel PETRONI¹, Katiuce de Oliveria de Rocha PICHELI², Fabiane Santana ANNIBALE³, Denise de Cerqueira ROSSA-FERES³ e Jaime Aparecido BERTOLUCI⁴.

1, 4 - Departamento de Zoologia de Verterbrados, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, Brazil;

2 - Departamento de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), Votuporanga, SP, Brazil;

3 - Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto, SP, Brazil;

*Corresponding Author: Denise Miguel Petroni, e-mail: de.petroni@usp.br

RESUMO

Devido à alta dependência da qualidade ambiental que os anuros possuem, tem-se demonstrado que, em algumas áreas, fatores abióticos têm maiores efeitos na estrutura de comunidades de anuros do que os fatores bióticos, mas efeitos espaciais e estocásticos podem também influenciar a composição da comunidade de anfíbios. O tamanho dos corpos d'água, o tipo de substrato, presença de fluxo de água, profundidade, características físico-químicas da água e heterogeneidade ambiental podem agir como fatores estruturadores de comunidades de girinos. Dentre os fatores bióticos a predação parece ser um importante fator estruturador de comunidades de girinos em poças e riachos, influenciando a composição e a distribuição de espécies. Das características ambientais avaliadas, somente a profundidade dos corpos d'água influenciaram a riqueza de espécies e apenas nos ambientes lênticos. A profundidade foi positivamente relacionada com a ocorrência de girinos de *A. albosignatus* e *A. leucopygius* na Lagoa do Laboratório. De acordo com as análises de RDA as demais espécies não foram influenciadas pelas características dos corpos d'água e nenhuma influência da abundância de predadores foi detectada na riqueza de espécies de larvas de anuros. Não houve correlação com nenhuma das variáveis avaliadas em sistemas lóticos. O papel das variáveis ambientais na determinação da presença e distribuição de espécies de larvas de anuros não foi suficientemente forte para diferenciar a maioria das espécies com base no uso de habitats. Os anuros respondem a variáveis ambientais, mas devido à grande flexibilidade comportamental de muitas espécies e semelhança entre vários corpos d'água a composição de comunidades não pode ser explicada por um único fator ou pelas variáveis analisadas. Os adultos podem basear suas escolhas de locais de oviposição ou outros fatores que não a disponibilidade de micro habitats para o desenvolvimento de girinos.

Palavras-chave: larvas de anuros, qualidade ambiental, fatores abióticos, fatores bióticos, composição de comunidade

HABITATS AND PREDATORS' INFLUENCE ON THE STRUCTURE OF TADPOLE TAXOCENOSES IN THE ATLANTIC FOREST AREA OF THE BORACÉIA BIOLOGICAL STATION, SP (ESTAÇÃO BIOLÓGICA DA BORACÉIA, SP)

ABSTRACT

Due to anurans' high dependence on the environmental quality, it has been shown that abiotic factors have greater effects on the structure of anuran communities than biotic factors in some areas, but spatial and stochastic effects may also influence their community composition. Water body's size, substrate type, presence of flow, depth, physicochemical characteristics, and environmental heterogeneity can all act as structuring factors for tadpole communities. Among biotic factors, predation seems to be an important structuring factor of tadpole communities in pools and streams, influencing species composition and distribution. Among the studied environmental characteristics, only the depth of the water bodies influenced the species richness and only in the lentic environments. Depth was positively related to the occurrence of *Aplastodiscus albosignatus* and *Aplastodiscus leucopygius* tadpoles in the Lagoa do Laboratório. The other species were not influenced by the characteristics of the bodies of water, and none of them had predator influence detected. There was no correlation with any variable in lotic environments. The role of environmental variables in determining the presence and distribution of anuran larval species was not statistically significant to differentiate most species based on habitat use. Anurans respond to environmental variables, but, due to the great behavioral flexibility of many species and the similarity between various bodies of water, the composition of communities cannot be explained by a single factor or by the variables selected for the analyzes. Adults may base their choice of oviposition sites on factors other than the availability of microhabitats for tadpole development.

Keywords: anuran larvae, environmental quality, abiotic factors, biotic factors, community composition

3.1. INTRODUÇÃO

As comunidades biológicas são associações de populações definidas pela natureza de suas interações ou pelo lugar em que vivem e um dos principais objetivos da Ecologia de Comunidades é esclarecer os processos responsáveis pelos padrões de composição e estrutura das assembleias de espécies (RICKLEFS, 2003; VELLEND, 2010).

Em relação à ecologia de comunidades de anuros é de conhecimento geral que essas comunidades possuem alta dependência da qualidade ambiental e tem sido demonstrado que, em algumas áreas, fatores abióticos têm maiores efeitos na estrutura de comunidades do que fatores bióticos mas efeitos espaciais e estocásticos podem também influenciar a composição da comunidade de anfíbios (PARIS 2004). O hidroperíodo, o tamanho dos corpos d'água, tipo de substrato, presença ou ausência de fluxo de água, profundidade, características físico-químicas da

água e heterogeneidade ambiental podem agir como fatores estruturadores de comunidades de girinos (ETEROVICK e SAZIMA, 2000; ETEROVICK e FERNANDES, 2001; ETEROVICK e BARATA, 2006).

Fatores bióticos como competição e predação influenciam a distribuição espacial e temporal dos girinos nos micro-habitats de lagoas e riachos e diferentes espécies podem co-ocorrer por terem preferências ambientais semelhantes, o que pode as conduzir à competição entre espécies ou à divisão de nichos, dependendo da maneira como as espécies utilizam os recursos disponíveis e a heterogeneidade de habitat pode favorecer esse processo. (ETEROVICK e BARATA, 2006; KOPP *et al.*, 2006; AFONSO e ETEROVICK, 2007; STRAUß *et al.*, 2013)

A relação entre heterogeneidade ambiental e a diversidade de espécies pode ser explicada pela hipótese da heterogeneidade do habitat que assume que habitats estruturalmente mais complexos e, portanto, com maior número de micro-habitats levam a um aumento na diversidade de espécies na paisagem (MACARTHUR e MACARTHUR, 1961; MACARTHUR e WILSON, 1967; BAZZAZ, 1975). A vegetação associada aos corpos d'água pode mediar a coexistência com predadores por proporcionar refúgios para os girinos (FOLSOM e COLLINS, 1984). Nesse sentido as larvas de anuros, devido à grande plasticidade fenotípica são bons organismos para testar essa hipótese (MORIN, 1987; LAWLER e MORIN, 1993).

Padrões de heterogeneidade do habitat podem ser quantificados por meio de descritores ambientais combinando variáveis, e em escala local, é importante reconhecer os atributos que podem prever a riqueza de espécies ou a presença de uma espécie particular (VASCONCELOS *et al.*, 2009; HAMER e PARRIS, 2011; SILVA e ROSSA FERES, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

Dessa forma, a verificação da influência das características estruturais e físico-químicas da água e da predação em corpos d'água em sistemas lênticos e lóticos são de fundamental importância para compreender quais fatores determinam a ocorrência das espécies. Esse conhecimento é necessário para fundamentar hipóteses realistas sobre os processos ecológicos que influenciam a ocorrência de anuros neotropicais no estágio larval, de modo a embasar medidas de conservação que contemplem a fase mais vulnerável da anurofauna local.

Desta forma o presente estudo tem por objetivo verificar quais as características estruturais e físico-químicas dos corpos d'água em sistemas lênticos e lóticos influenciam a ocorrência de espécies em comunidades de girinos em uma área da Mata Atlântica. Adicionalmente, verificar qual a influência dos predadores apresenta na riqueza de larvas de anuros nessas comunidades.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Biológica de Boracéia, uma reserva de Floresta Ombrófila Densa pertencente ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), localizada em área de Serra do Mar (23°38'0S, 45°52'W) a cerca de 900 metros de altitude. O local amostrado possui área de aproximadamente 96 ha e encontra-se totalmente inserida em uma reserva de 16.450 ha pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), criada para proteger as bacias dos rios Claro e Guaratuba, localizada no Núcleo Padre Dória do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), no município de Salesópolis, SP (23°37'59" S, 45°31'19" W). O clima da região é do tipo Cfa de Köppen, com estação mais chuvosa entre setembro e março (BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002).

As coletas foram realizadas em 14 locais selecionados devidos suas características estruturais, sendo sete áreas em sistemas lênticos e sete áreas em sistemas lóticos, como apresentado abaixo.

Ponto 1 (RE - Riacho Estrada): Foi o maior dentre os riachos amostrados, está inserido em um local com fisionomia de borda de floresta. Seu leito é constituído de areia e possui um grande fluxo de água, com resíduos vegetais provenientes da vegetação arbórea e arbustiva, composta por folhas, galhos e troncos caídos dentro do corpo d'água. Possui área média de 46,5 m² e profundidade média de 0,23 m.

Ponto 2 (RH - Riacho Hylodes): Situado em borda de floresta, possui fundo rochoso e arenoso, sendo margeado por grandes árvores, arbustos e plantas herbáceas rasteiras e eretas. Apresentou área e profundidade média de 43,7 m² e 0,19 m, respectivamente.

Ponto 3 (RG - Riacho Gruta): Se encontra em borda de floresta em uma área muito íngreme, possuindo fundo rochoso e arenoso em áreas alternadas, com os maiores remansos dentre os riachos amostrados. A vegetação marginal é constituída por árvores de grandes dimensões, mas também por arbustos e ervas rasteiras e eretas. Sua área média é 46 m² e apresenta a menor profundidade dentre os riachos sendo de 0,15 m.

Ponto 4 (LA - Lagoa do Aterro): É o local com maior área e volume dentre os locais amostrados. Durante todo o período de estudo o fundo desse corpo d'água esteve dominado por *Myriophyllum brasiliensis* (Haloragaceae), macrófita que se enraíza no fundo e atinge a superfície. Possui vegetação herbácea rasteira e ereta, mas também arbustos isolados. Assim como, em algumas regiões das margens, durante todo o período de amostragem, foram observadas taboas

(*Typha* sp., Typhaceae). A área média amostrada foi de 198 m² e a profundidade média foi de 0,44 m.

Ponto 5 (RC - Riacho dos Cones): Localizado em área de borda de floresta, possui o maior fluxo de água dentre todos os demais, fundo arenoso, sem presença de vegetação no fundo ou nas margens, embora no seu entorno todos os estratos de vegetação estejam presentes. O fluxo de água faz com que a água permaneça cristalina, carreando as folhas, galhos e qualquer objeto nela presente. Possui área de 31,4 m² e profundidade de 0,16 m.

Ponto 6 (LT - Lagoa Toco): Pequena lagoa sendo totalmente circundada por taboa (*Typha* sp., Typhaceae). Presença de grande quantidade de gramíneas no fundo assim como vegetação em decomposição. Em uma das margens da lagoa encontravam-se arbustos e árvores de pequeno porte. A área do local foi de 46 m² e 0,33 m de profundidade média.

Ponto 7 (CP - Charco Pedreira): Encontra-se em área aberta e seu leito é rochoso com ocorrência de gramíneas cobrindo parte do interior do corpo d'água. Externamente são encontradas herbáceas eretas e arbustos. Foi o maior charco dentre os analisados, com área de 132,6 m² e profundidade de 0,2 m.

Ponto 8 (RN - Riacho Novo): É um dos menores riachos entre os amostrados. Seu leito é constituído por areia e em seu entorno encontram-se todos os estratos de vegetação, com grandes dimensões do estrato arbóreo. Há um grande acúmulo de folhas caídas em toda a sua extensão. Possui área média de 22,5 m² e profundidade de 0,23 m.

Ponto 9 (CD - Charco Dois): O menor charco dos amostrados. Possui grande quantidade de gramíneas e macrófitas em toda a sua extensão, assim como uma enorme quantidade de folhas caídas das árvores, arbustos e herbáceas eretas encontradas em seu entorno. Com área de 43,6 m² e profundidade de 0,32 m.

Ponto 10 (LL - Lagoa Laboratório): Encontra-se em um declive artificial do solo de cerca de 1,90 metros. Em seu entorno existem arbustos e plantas herbáceas eretas. O corpo d'água apresentou a maior profundidade com média observada, de 0,78 m e área de 5,2 m².

Ponto 11 (LP - Lagoa Profunda): Foi a segunda lagoa mais profunda avaliada. Em seu entorno encontra-se os estratos herbáceo ereto e arbóreo. Possui enorme quantidade de folhas em decomposição no fundo desse corpo d'água. A área de 11,7 m² e 0,46 m de profundidade.

Ponto 12 (LC - Lagoa Cana Roxa): Apresentou pequenas dimensões e vegetação herbácea ereta no centro de sua área em que se encontra uma porção de terra mais elevada que poderia servir de poleiro para os anuros. No entorno, ocorrem apenas vegetação herbácea rasteira. Com cerca de 30 m² e 0,24 m de profundidade.

Ponto 13 (RF - Riacho dos Fundos): Riacho de menor dimensão dentre os avaliados. Está localizado em área aberta próximo ao alojamento da EBB. Possui fundo rochoso e grande fluxo de água assim como vegetação herbácea ereta no fundo e nas margens em quase toda sua extensão. Com área de 17,7 m² e profundidade de 0,34 m.

Ponto 14 (RB - Riacho da Bomba): Riacho de pequenas dimensões em borda de mata destinado a fornecer água à sede da Estação Biológica de Boracéia. O solo nesse local é permanentemente encharcado. A área de 41 m² e a profundidade média foi de 0,2 m, sendo um dos locais menor profundidade amostrados.

A localização da área de pesquisa e os pontos amostrados estão apresentados na Figura 6 abaixo.

Figura 6. Pontos de amostragem de girinos na Estação Biológica da Boracéia com detalhe ampliado dos pontos localizados em áreas próximas. Corpos d'água amostrados: 1) Riacho estrada (RE); 2) Riacho Hylodes (RH); 3) Riacho Gruta (RG); 4) Lagoa do Aterro (LA); 5) Riacho Cones (RC); 6) Lagoa Toco (LT); 7) Charco Pedreira (CP); 8) Riacho novo (RN); 9) Charco Dois (CD); 10) Lagoa do Laboratório (LL); 11) Lagoa Profunda (LP); 12) Lagoa Cana Roxa (LC); 13) Riacho dos Fundos (RF); 14) Riacho da Bomba (RB).

3.2.2. Amostragem

Foram amostrados 14 corpos d'água permanentes utilizados como habitats reprodutivos de anuros na Estação Biológica da Boracéia (EBB) com diferentes características estruturais e fisionômicas desde que estes corpos d'água não mantivessem comunicação entre si no período chuvoso. Cada corpo d'água foi amostrado mensalmente durante o período chuvoso, entre outubro de 2017 e março de 2018. A localização dos pontos de coleta é apresentada na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5. Coordenadas geográficas UTM dos locais amostrados na Estação Biológica da Boracéia

Habitats	Locais	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
P1	RE	-23.653.330	-45.938.050
P2	RH	-23.660.830	-45.874.720
P3	RG	-23.653.880	-45.873.610
P4	LA	-23.653.330	-45.866.940
P5	RC	-23.650.220	-45.866.910
P6	LT	-23.641.380	-45.853.610
P7	CP	-23.638.050	-45.840.270
P8	RN	-23.654.160	-45.893.880
P9	CD	-23.654.163	-45.893.610
P10	LL	-23.654.720	-45.893.330
P11	LP	-23.654.720	-45.893.330
P12	LC	-23.654.160	-45.893.880
P13	RF	-23.654.160	-45.893.610
P14	RB	-23.653.880	-45.873.610

As amostragens foram realizadas no período diurno, quando foi realizada a coleta de girinos e de seus potenciais predadores aquáticos para identificação dos espécimes. Os habitats (corpos d'água) foram investigados à procura de girinos e potenciais predadores aquáticos utilizando-se puçá de malha de 3 mm e cabo longo, com o esforço padronizado de meia hora de amostragem por corpo d'água a cada visita mensal, da margem para a área central do mesmo, exceto para a Lagoa do Aterro que, devido às suas grandes proporções, foi realizada uma hora de amostragem. Nos riachos, a mesma metodologia foi aplicada em trechos com 50 metros de extensão.

Para verificar a influência da heterogeneidade dos corpos d'água na ocorrência das espécies foram registrados dados estruturais e físico-químicos dos corpos d'água investigados sendo realizadas duas vezes na estação chuvosa para intensidade luminosa, profundidade, área e volume do corpo d'água. Mensalmente foram registrados os dados de pluviosidade (mm), temperatura do ar e da água (°C), pH, condutividade (μ S), turbidez (NTU) e oxigênio dissolvido (O₂%), através de sonda multiparâmetro Hanna - modelo HI98130.

A área dos corpos d'água foi estimada através da verificação de qual polígono mais se assemelha ao corpo d'água e assim, com a utilização de uma trena, tomadas as medições necessárias para o cálculo de sua área. A profundidade foi estimada utilizando uma vareta de madeira com 1,5 metros de comprimento e com marcações a cada centímetro. Para a profundidade média foram

registrados dados de 10 pontos distribuídos pelo corpo d'água e a média dos pontos foi considerada com uma medida de profundidade do corpo d'água. A partir dos dados de área e profundidade foi calculado o volume dos corpos d'água amostrados. Dados de intensidade luminosa foram registrados com o auxílio de luxímetro da marca Homis (modelo 509A).

Dados de pluviosidade mensal foram obtidas junto ao banco de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Os girinos coletados foram conduzidos ao laboratório para identificação da espécie. Para tanto, foram anestesiados em solução de benzocaína a 5% (Resolução nº 301 do Conselho Federal de Biologia), fixados e conservados em uma mistura 1:1 de formol a 15% e álcool 70%. A identificação dos girinos foi realizada por comparação com indivíduos depositados na coleção científica do Laboratório de Ecologia Teórica da UNESP de São José do Rio Preto, por consulta às descrições originais e com o auxílio de especialistas em girinos. Os peixes coletados foram anestesiados em solução de benzocaína 5% (Resolução nº 301 do Conselho Federal de Biologia), fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. Posteriormente identificados utilizando OYAKAWA et al, 2006 e MENEZES et al, 2007. Os invertebrados coletados foram fixados e conservados em álcool 70% e identificados até o nível de família de acordo com o grupo taxonômico e o estágio de desenvolvimento (NIESER e MELO, 1997; DOMINGUES et al, 2001; COSTA et al, 2004; FROEHLICH, 2007; DOMINGOS e FERNANDES, 2009; SEGURA et al, 2011 e HAMADA et al, 2014). O material coletado está depositado na coleção Herpetológica do Laboratório de Zoologia de Vertebrados da ESALQ/USP.

3.2.3. Análise Estatística

A associação entre as espécies de larvas de anuros e os descritores dos habitats assim como os predadores foi verificada pela aplicação da Análise de Redundância (RDA) que permite quantificar a proporção da variação na composição de espécies que pode ser explicada por um conjunto de variáveis ambientais. Para a análise da RDA foram utilizadas duas matrizes: uma de composição das espécies de larvas de anuros e a outra, de descritores ambientais e predadores, esses últimos através da abundância total, independente da família. Utilizou-se para a análise o pacote Vegan do R (R CORE TEAM, 2019). Utilizamos os valores médios de características dos habitats e abundância relativa dos girinos durante a estação chuvosa.

3.3. RESULTADOS

As variáveis físico-químicas e características estruturais registradas durante as amostragens foram: temperatura da água (TA), pH, condutividade (C), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (T), lux, profundidade (P), área (A) e volume (V). A tabela 6, apresenta uma média e o coeficiente de variação (CV) de cada variável avaliada dos habitats da EBB amostrados durante a estação chuvosa.

Tabela 6. Características físico-químicas dos corpos d'água amostrados

Habitat	TA (°C)	pH	C (μS)	OD	Lux	T (NTU)	P (m)	A (m²)	V (m³)
CD	19,2 (2,83)	4,8 (2,95)	65,5 (67,64)	3,0 (15,72)	0,077 (22,52)	4,20 (34,37)	0,41 (32,85)	50,13 (2,38)	17,60 (0,33)
CP	19,5 (3,20)	6,5 (4,24)	36,7 (12,27)	6,6 (20,42)	1,000 (0,01)	1,82 (12,75)	0,18 (9,94)	130,48 (27,43)	21,55 (3,25)
LA	22,0 (1,62)	6,4 (8,97)	21,0 (12,41)	7,2 (8,90)	1,000 (0,01)	4,43 (4,44)	0,39 (32,64)	3014,3 5 (0,01)	1235,8 8 (0,01)
LC	20,3 (5,20)	5,7 (9,33)	23,8 (18,91)	7,3 (6,17)	1,000 (0,01)	3,77 (14,31)	0,25 (26,36)	29,61 (4,31)	7,42 (1,02)
LL	18,8 (4,56)	5,1 (1,24)	90,5 (86,54)	3,4 (47,79)	0,198 (4,00)	1,48 (15,02)	0,73 (43,41)	4,23 (28,18)	3,37 (3,87)
LP	18,4 (3,34)	5,5 (11,76)	34,2 (31,43)	4,3 (51,41)	0,120 (20,69)	2,28 (7,02)	0,44 (35,26)	4,94 (0,17)	2,15 (0,06)
LT	19,5 (4,56)	6,3 (8,08)	44,3 (48,11)	2,8 (23,16)	1,000 (0,01)	69,33 (50,24)	0,31 (24,47)	71,67 (24,93)	23,38 (3,61)
RB	19,1 (5,38)	5,8 (9,49)	29,2 (4,56)	6,7 (1,89)	0,055 (55,50)	0,90 (53,98)	0,23 (32,39)	40,65 (1,92)	8,16 (0,45)
RC	18,8 (2,49)	7,1 (3,50)	35,1 (26,92)	8,6 (1,91)	0,226 (89,05)	1,48 (27,77)	0,17 (11,34)	32,61 (5,16)	5,60 (0,23)
RE	19,1 (6,98)	6,7 (7,17)	36,2 (2,71)	7,9 (8,73)	0,152 (73,09)	1,70 (29,53)	0,27 (17,68)	43,57 (13,46)	10,87 (2,97)

RF	19,5 (4,19)	5,7 (9,74)	65,4 (76,39)	7,7 (4,30)	1,000 (0,01)	2,10 (27,27)	0,34 (27,15)	17,86 (13,17)	6,52 (1,79)
RG	19,3 (2,78)	5,1 (10,53)	30,0 (17,63)	8,1 (14,88)	0,045 (76,83)	1,27 (69,49)	0,19 (33,78)	50,24 (2,89)	8,07 (0,85)
RH	17,85 (24,76)	6,6 (4,00)	23,0 (12,97)	7,5 (9,57)	0,023 (71,53)	0,83 (23,60)	0,19 (23,87)	44,08 (1,32)	8,55 (0,21)
RN	18,5 (3,48)	5,2 (1,90)	42,9 (84,39)	5,5 (40,93)	0,074 (22,32)	2,28 (41,59)	0,22 (16,31)	29,17 (11,71)	6,42 (1,99)

Valores em parênteses configuram o Coeficiente de variação percentual (CV%); CD: Charco Dois; CP: Charco Pedreira; LA: Lagoa Aterro; LC: Lagoa Cana Roxa; LL: Lagoa Laboratório; LP: Lagoa Profunda; LT: Lagoa Toco; RB: Riacho da Bomba; RC: Riacho Cones; RE: Riacho Estrada; RF: Riacho Fundos; RG: Riacho Gruta; RH: Riacho Hylodes; RN=Riacho Novo.

Legenda: T. A.: temperatura da água; pH: potencial hidrogeniônico; C: condutividade; O. D.: oxigênio dissolvido; T: turbidez; P: profundidade; A: área; V: volume.

Os dados físico-químicos são muito semelhantes em todos os ambientes quando considerada a temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido, independentemente do tipo do sistema do habitat. Para a intensidade luminosa os valores foram semelhantes dentro dos tipos de sistemas.

Para algumas variáveis foram observados valores extremos, como para Turbidez no ponto LT com valores 30 vezes superiores à média dos demais pontos. O ponto LL apresentou o maior média de condutividade e profundidade dentre os habitats avaliados. A LA apresentou maiores médias de temperatura da água, devido à maior área e volume do corpo d'água, que reverte em uma menor variação entre as medições.

3.3.1. Potenciais Predadores

A riqueza e a abundância dos potenciais predadores foram maiores nas lagoas e charcos do que nos riachos (com exceção das famílias Dytiscidae, Gomphidae, Characidae e Hydrophilidae). A lista dos predadores de girinos coletados em lagoas, charcos e riachos da EBB encontram-se nas Tabelas 7 e 8. Os predadores coletados foram larvas ou ninfas exceto para as famílias Dytiscidae e Hidrophiliidae em que foram coletadas larvas e adultos e as famílias Nepidae e Notonectidae em que foram coletados apenas os adultos. Poucos peixes (n=7) foram registrados apenas nos pontos Lagoa do Aterro, Lagoa Cana Roxa, Riacho Estrada e Riacho dos Fundos.

Tabela 7. Potenciais predadores de ambientes lênticos

Lênticos	Belo	Libe	Dyti	Hydro	Aesh	Noto	Char	Cord	Cicl	Lest	Coen
Charco Dois	0	6	2	0	1	5	0	0	0	0	1
Charco Pedreira	4	10	1	0	12	18	0	0	0	1	0
Lagoa Aterro	7	14	0	0	9	0	0	0	1	0	0
Lagoa Cana Roxa	0	1	2	0	7	0	2	0	0	0	1
Lagoa Laboratório	0	2	1	3	7	0	0	6	0	0	0
Lagoa Profunda	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagoa Toco	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	14	38	6	4	36	23	2	6	1	1	1

Belo: Belostomatidae; Libe: Libellulidae; Dyti: Dytiscidae; Hydro: Hydrophilidae; Aesh: Aeshniidae; Noto: Nonectidae; Char: Characidae; Cor: Corduliidae; Cicl: Ciclidae; Les: Lestidae; Coen: Coenagrionidae; Nep: Nepidae; Gomp: Gomphidae; Calo: Calopterygidae;

Os principais predadores dos corpos d'água lênticos foram espécimes da família Libellulidae seguidos pelos Aeshinidae.

Tabela 8. Potenciais predadores de ambientes lóticos

Lóticos	Belo	Libe	Dyti	Hydr	Gomp	Aesh	Noto	Char	Cord	Calo	Nepi
Riacho Bomba	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Riacho Cones	7	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Riacho Estrada	2	0	3	2	1	2	1	1	1	1	0
Riacho Fundos	2	1	1	2	8	2	0	3	0	0	0
Riacho Gruta	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1
Riacho Hylodes	0	0	0	1	3	2	5	0	1	0	0
Riacho Novo	3	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0
Total	14	3	11	6	13	10	6	4	2	1	0

Belo: Belostomatidae; Libe: Libellulidae; Dyti: Dytiscidae; Hydro: Hydrophilidae; Aesh: Aeshniidae; Noto: Nonectidae; Char: Characidae; Cor: Corduliidae; Cicl: Ciclidae; Les: Lestidae; Coen: Coenagrionidae; Nep: Nepidae; Gomp: Gomphidae; Calo: Calopterygidae;

Nos corpos d'água lóticos as famílias Belostomatidae e Gomphidae apresentaram maiores abundâncias seguidas por Dytiscidae e Aeshnidae. Foram amostradas 11 famílias tanto em ambientes lóticos quanto em lênticos, porém a abundância foi muito maior nesses últimos.

Figura 7. Abundância de potenciais predadores nos corpos d'água

A associação entre as espécies de larvas de anuros e os descritores dos habitats assim como predadores foi verificada pela aplicação da Análise de Redundância (RDA).

Figura 8. Análise de Redundância (RDA) para a composição de espécies em corpos d'água lânticos de setembro de 2017 a março de 2018 na EBB. Legenda: As espécies representadas nas abreviações são: *Scinax tymbamirim* (STYM), *Physalaemus cuvieri* (PCUV); *Aplastodiscus albosignatus* (APAL), *A. leucopygius* (APLE); *Boana prasina* (BOPR); *Dendropsophus microps* (DEMC); *Dendropsophus minutus* (DEMI); *Boana faber* (BOFA); *Scinax x-signatus* (SXSI) e *Rhinella* sp (RHSP).

Foi encontrada correlação significativa com maior profundidade dos corpos d'água para as espécies *A. albosignatus* e *A. leucopygius* na Lagoa do Laboratório. As demais espécies não tiveram correlação com locais específicos por suas características estruturais e físico-químicas e agruparam-se em valores médios entre as características ambientais. Em relação à análise dos predadores na RDA, não foi verificada qualquer correção em nenhum dos sistemas avaliados.

Figura 9. Profundidade nos corpos d'água.

3.4. DISCUSSÃO

Exceto para a variável profundidade que foi relacionada à *A. albosignatus* e *A. leucopygius*, as variáveis ambientais avaliadas não foram associadas a ocorrência dos girinos. Diferentemente do que foi encontrado como resposta a este trabalho, em área de Mata Atlântica próxima à presentemente estudada e em área de Floresta Estacional Semidecidual no noroeste do Estado de São Paulo, Melo *et al.* (2018) e Candeira *et al.* (2007) detectaram, respectivamente, a influência de cinco e quatro características ambientais sobre a ocorrência de girinos nos corpos d'água. Entretanto, na mesma área estudada, Vasconcelos e Rossa-Feres (2005) não encontraram correlação entre as variáveis ambientais dos corpos d'água e a ocorrência das espécies. A ausência de um padrão em diferentes escalas espaciais (corpos d'água num mesmo local, diferentes áreas numa mesma fitofisionomia e diferentes fitofisionomias) indica que a estruturação de comunidades de girinos é complexa e a mudança de escala proporciona diferentes resultados. Além disso, não é possível associar um padrão a processos que geraram ou que mantêm o padrão pois, segundo Vellend (2010) diferentes processos podem gerar um mesmo padrão e diferentes padrões podem ser gerados por um mesmo processo.

As diferenças estruturais entre os habitats lóticos foram mais sutis do que entre os habitats lênticos. Charcos e lagoas, entretanto, diferiram principalmente em relação à profundidade e são conhecidos exemplos em que essa característica têm uma influência na composição das espécies (KOPP e ETEROVICK, 2006; QUEIROZ *et al.*, 2015). Em poças na Serra da Bocaina, profundidade e área das poças influenciaram a composição de espécies pois poças mais profundas e maiores tem maior espaço físico e diversidade de recursos, permitindo que mais espécies se reproduzam (PROVETE *et al.*, 2014). Prado *et al.* (2009) verificaram que a maioria dos girinos que vivem em lagoas variava no uso de microhabitat, principalmente no que diz respeito à profundidade e quantidade de vegetação aquática em lagoas de áreas agrícolas no bioma Mata Atlântica. A preferência por microhabitats cobertos por vegetação pode estar relacionada à sua importância como abrigo contra predadores e disponibilidade de alimentos (DÍAZ-PANIAGUA, 1987; KOPP *et al.*, 2006).

Além disso, segundo PROVETE *et al.*, (2014) a maior profundidade possibilita o desenvolvimento de espécies cujos girinos ocupam diferentes microhabitats (nectônicos, bentônicos de áreas rasas e bentônicos de áreas profundas). Nossos resultados não reforçam essa interpretação, pois a ocorrência da maioria das espécies foi associada a corpos d'água com menores profundidades. Entretanto, em corpos d'água com valores de profundidade ao redor de 0,5 m na região noroeste do estado de São Paulo, Queiroz *et al.* (2015) detectaram os maiores valores de diversidade funcional em comunidades de girinos. Segundo esses autores, poças rasas e poças profundas limitam a ocorrência de girinos nectônicos (*Dendropsophus*, *Scinax*). As primeiras pela pequena profundidade da coluna d'água e as poças profundas devido à exclusão por peixes predadores, visto que, girinos nectônicos são mais suscetíveis a predação por peixes (WELBORN, 1996). Ambientes rasos e profundos podem atuar como filtros contribuindo para as diferentes composições de espécies nos habitats estudados (QUEIROZ *et al.*, 2015).

Com exceção das espécies *A. albosignatus* e *A. leucopygius* todas as demais espécies encontraram-se em condições intermediárias em relação à profundidade da água. Observamos que lagoas com profundidades rasas e profundas abrigavam um conjunto de espécies com características semelhantes, enquanto lagoas com profundidades intermediárias abrigavam espécies com características distintas. Wellborn *et al.* 1996 destacou que os girinos de algumas espécies não são encontrados em lagoas de curto hidroperíodo (profundidade rasa) devido ao seu alto risco de dessecação, ou em lagoas permanentes (maiores profundidades) devido ao seu elevado número de predadores. Observamos que a baixa diversidade em lagoas profundas é causada pela baixa ocorrência de girinos dos gêneros *Dendropsophus* e *Scinax*. Estes girinos ocorreram predominantemente em lagoas com as menores profundidades.

A maioria das espécies de anuros não pôde ser claramente associada a nenhuma das variáveis ambientais nos corpos d'água lênticos e à nenhuma variável nos ambientes lóticos indicando que muitos adultos e girinos não apresentam preferências rígidas de habitat ou estão associados a variáveis não medidas. Os locais amostrados foram relativamente semelhantes em relação às variáveis medidas e isso dificultou a busca de características distintivas entre eles. Embora o particionamento espacial do habitat exista nessas comunidades de anuros, não é possível distinguir padrões e a distribuição das espécies nos pareceu ser devida ao acaso. Gascon (1991) encontrou respostas variáveis às características do habitat em espécies de anuros da Amazônia, enquanto Hero *et al.* (1999) não encontraram relação entre as características abióticas de lagoa e as assembléias de girinos.

Com relação aos potenciais predadores não foi observada correlação com nenhuma das espécies avaliadas em nosso estudo. No entanto, pudemos observar que ele corrobora os trabalhos de Gascon (1989 b, 1991) que concluiu que os peixes não foram os predadores mais importantes e sim as libélulas. Foram amostrados um total de sete espécimes de peixes das famílias Characidae e Cichlidae em todos os locais amostrados. Os demais espécimes coletados de um total de 202 indivíduos, pertenciam à diferentes famílias da Ordem Odonata.

Diferente do que já havia registrado para os corpos d'água da EBB foram coletados espécimes das famílias Corduliidae, Cichlidae, Lestidae, Coenagrionidae em lagoas e charcos e Characidae, Corduliidae, Calopterygidae e Nepidae em riachos. Por outro lado, não coletamos Erythrinidae e Chelidae, famílias anteriormente registradas no local (BERTOLUCI, 1997).

Alternativamente, outros fatores, como a distribuição do esforço reprodutivo por adultos, podem ser mais importantes na determinação da distribuição e abundância das espécies que a habilidade dos girinos em usar uma grande variedade de recursos. Provete et al (2014) em áreas Mata Atlântica de altitude encontraram forte dependência espacial da morfologia da lagoa e da cobertura do dossel, que representam o efeito da seleção de reprodução pelos adultos, na estrutura de metacomunidade dos girinos, demonstrando importante papel do comportamento dos adultos em determinar a variação na composição das espécies de anuros na fase larval.

O papel das variáveis ambientais na determinação da presença e distribuição de espécies de larvas de anuros não foi suficientemente forte para diferenciar as espécies com base no uso de habitat. Os anuros respondem a variáveis ambientais, no entanto, a grande flexibilidade comportamental de muitas espécies juntamente com a semelhança de características entre vários corpos d'água resultaram em uma composição de comunidades que não pode ser explicada por um único fator ou pelas variáveis selecionadas para as análises. Os adultos podem basear suas escolhas

de locais de oviposição em outros fatores que não as características da água e disponibilidade de microhabitats para o desenvolvimento de girinos.

3.5. CONCLUSÕES

A profundidade foi a variável que apresentou correlação significativa para a riqueza e abundância de espécies na EBB, embora relacionada apenas às espécies *A. albosignatus* e *A. leucopygius*. Ainda assim, isso só foi possível em um habitat lântico, A Lagoa do Laboratório enquanto os sistemas lóticos não apresentaram correlação com nenhuma variável investigada.

As características físico-químicas da água e os predadores não foram bons preditores para a riqueza e abundância de espécies de larvas de anuros na EBB. As variáveis físico-químicas foram semelhantes na maioria dos corpos d'água. A falta de correlação entre predadores e girinos indica que os predadores não representam uma limitação ao desenvolvimento dos girinos nos locais avaliados.

Pode ser observado neste trabalho maior amplitude de nicho das espécies típicas de ambientes lóticos o que é justificado pelo o fato de que essas espécies necessitam de amplos nichos para que sejam bem-sucedidas, não se associando com nenhuma das variáveis amostradas nesse trabalho.

A heterogeneidade dos corpos d'água lânticos suportou uma grande riqueza de espécies e variada composição entre os habitats, demonstrando que a heterogeneidade ambiental pode favorecer uma maior diversidade, particularmente com relação à corpos d'água com diferentes profundidades.

É amplamente reconhecido que habitats reprodutivos de pequenas dimensões são importantes para a manutenção da biodiversidade aquática e semiaquática, como evidenciado nesse estudo, e atitudes simples como a manutenção de habitats reprodutivos estruturalmente diversos, como corpos d'água rasos e profundos, permitem o estabelecimento e a manutenção de espécies com necessidades distintas na primeira fase do ciclo de vida dos anuros em área de Mata Atlântica da Estação Biológica da Boracéia.

Referências

- BAZZAZ, F.A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56, 485–488. Belsky, A.J., 1975.
- BERTOLUCI, J. Fenologia e Seleção de Hábitat em Girinos da Mata Atlântica em Boracéia, São Paulo (Amphibia, Anura). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, USP. São Paulo. 123 pp, 1997.

- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23: 161–167, 2002.
- CANDEIRA, C.P. 2007. Estrutura de comunidades e influência da heterogeneidade ambiental na diversidade de anuros em área de pastagem no sudeste do Brasil. M.Sc. Thesis, Department of Zoology and Botany, São Paulo State University (UNESP), São José do Rio Preto, SP, Brazil.
- CONSELHO FEDERAL DE BIOLOGIA. Dispõe sobre os procedimentos de captura, contenção, marcação, soltura e coleta de animais vertebrados in situ e ex situ. Resolução nº 301, de 8 de dezembro de 2012. Publicada no DOU, Seção 1, de 28/12/2012.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo): Layout dos registros diários, 2017.
- DIAZ-PANIAGUA, C. (1987): Tadpole distribution in relation to vegetal heterogeneity in temporary ponds. *Herpetological Journal* 1: 167–169.
- DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. (Eds.). 2009. Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 654 pp. (esse livro eu usei para gêneros de larvas Ephemeroptera, Megaloptera, Trichoptera e Dytiscidae, e para adultos de Hydrophilidae).
- DOMÍNGUEZ, E.; HUBBARD, M. D.; PESCADOR, M. L.; MOLINERI, C. Ephemeroptera. *In*: FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Eds.). 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.
- 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*, 17: 683-693, 2001.
- 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.
- ETEROVICK, P.C., SAZIMA, I. (2000): Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia* 21: 439–461.
- FOLSOM, T.C.; COLLINS, N.C. The diet and foraging behavior of the larval dragonfly *Anaxjunius* (Aeshnidae), with an assessment of the role of refuges and prey activity. *Oikos* 42:105-113; 1984.
- FROEHLICH, C. G. (Org.). 2007. Guia online: Identificação de larvas de insetos aquáticos do estado de São Paulo. Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online. (esse guia eu usei para famílias de larvas de Odonata, Ephemeroptera e Megaloptera, para famílias de larvas e adultos de Coleoptera e para famílias e gêneros de larvas de Plecoptera)

- GASCON, 1989b. Predator-prey size interaction in tropical ponds. *Rev. Bras. Zool.*, 6 (4):701-706.
- GASCON, C. Population and community – level analyses of species occurrences of central Amazonian rain forest tadpoles. *Ecology* 72 (5): 1731-1746, 1991.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. (Eds.) 2014. Insetos aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 723 pp. (esse livro eu usei para conferir as imagens e as chaves das larvas de Odonata)
- HAMER, A. J. e PARRIS, K. M. Local and landscape determinants of amphibian communities in urban ponds. *Ecological Applications* 21:378-390, 2011.
- HERO, A., MICHEL, O." Asymptotic theory of greedy approximations to minimal random graphs ", *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 45, pp. 921-1939, Sept. 1999.
- KOPP, K.; WACHLEVSKI M.; ETEROVICK P.C. Environmental complexity reduces tadpoles predation by water bugs. *Canadian Journal of Zoology* 84: 136-140, 2006.
- LAWLER, S. P., AND P. J. MORIN. Food web architecture and population dynamics in laboratory microcosms of protists. *American Naturalist* 141: 675–686, 1993.
- MCARTHUR, R.H. e MCARTHUR, J.W. On bird species diversity. *Ecology*, 42, 594–598, 1961.
- MCARTHUR, R.H. e WILSON, E.O. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, 1967.
- MELO, M *et al.* Are Assemblages of Aquatic-Breeding Anurans (Amphibia) Niches Structured or Neutral? *Biotropica* (Lawrence, KS), v. 46, p. 608-614, 2018.
- MENEZES, N. A.; WEITZMAN, S. H.; OYAKAWA, O. T.; LIMA, F. C. T.; CORREA E CASTRO, R. M.; WEITZMAN, M. J. 2007. Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 407 pp. Monographs 53: 119-138, 1983.
- MORIN, P. J. Predation, breeding asynchrony, and the outcome of competition among treefrog tadpoles. *Ecology* 68: 675-683, 1987.
- NIESER, N.; MELO, A. L. 1997. Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha. Belo Horizonte: Editora UFMG. 177 pp.
- OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C.; NOLASCO, J. C. 2006. Peixes de Riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo. São Paulo: Editora Neotropica. 201 pp.

- PARRIS, K. M. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography*, 27: 392–400, 2004.
- PRADO *et al.* Niche occupancy and the relative role of microhabitat and diet in resource partitioning among pond dwelling tadpole. *South American Journal of Herpetology* 4: 275-285, 2009.
- PROVETE, D.B., GAREY, M.V., DA SILVA, F.R. & XAVIER, M. (2012) Knowledge gaps and bibliographical revision about descriptions of free-swimming anuran larvae from Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 8, 283–286.
- QUEIROZ, C.S., DA SILVA, F.R., ROSSA-FERES, D.C. (2015): The relationship between pond habitat depth and functional tadpole diversity in an agricultural landscape. *Royal Society Open Science* 2: 150165.
- R CORE TEAM (2019).R: A language and environment for statistical computing.. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- RICKLEFS, R. E. A Economia da Natureza. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503 pp. 2003.
- SBH (2017): Lista de espécies de anfíbios do Brasil. – Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH), <http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/2014.02-07- mudancastaxonomicas.pdf>.
- SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. 2011. Chave de famílias de Coleoptera aquáticos (Insecta) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11: 393-412.
- SILVA, F. R.; CANDEIRA, C. P. e ROSSA-FERES, D. C. Dependence of anuran diversity on environmental descriptors in farmland ponds. *Biodiversity Conservation* 21:1411-1424, 2012.
- SILVA, F. R.; GIBBS, J. P. e ROSSA-FERES, D. C. Breeding Habitat and Landscape Correlates of Frog Diversity and Abundance in a Tropical Agricultural Landscape. *Wetlands* 31:1079-1087, 2011.
- VASCONCELOS, T.S.; T.G. SANTOS; D.C. ROSSA-FERES e C.F.B. HADDAD. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal Zoology* 87: 699-707, 2009.
- VELLEND, M. Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly Review of Biology* 85:183–206, 2010.
- WELLBORN GA, SKELLY DK, WERNER EE. 1996 Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*