



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

LENNISE COSTA CONCEIÇÃO

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO DAS
COMUNIDADES DE GIRINOS EM AMBIENTES
POTENCIALMENTE SALOBROS.**

FEIRA DE SANTANA, BAHIA
2023

LENNISE COSTA CONCEIÇÃO

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES
DE GIRINOS EM AMBIENTES POTENCIALMENTE SALOBROS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.

ORIENTADOR(A): DR(A). FLORA ACUÑA JUNCÁ

FEIRA DE SANTANA, BAHIA
2023

Conceição, Lennise Costa
C744i Influência de fatores abióticos na composição das comunidades de
girinos em ambientes potencialmente salobros / Lennise Costa
Conceição. - 2023
38f.: il.

Orientadora: Flora Acuña Juncá

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, 2023.

1. Anuros. 2. Biodiversidade. 3. Mata Atlântica. 4. Salinidade. 5.
Variáveis ambientais. I. Juncá, Flora Acuña, orient. II. Universidade
Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Evolução. III. Título.

CDU: 597.8

LENNISE COSTA CONCEIÇÃO

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES
DE GIRINOS EM AMBIENTES POTENCIALMENTE SALOBROS.**

Aprovada em: 28/09/2023

BANCA EXAMINADORA


Marcelo Felgueiras Napoli
(Universidade Federal da Bahia)


Michael de Souza Pessoa
(Universidade Estadual de Feira de Santana)


Flora Acuña Juncá
(Universidade Estadual de Feira de Santana)
Orientadora e Presidente da Banca

Feira de Santana, Bahia

Setembro / 2023

Ti mo ba de ibi tori baba mi Ogun ko fi mi sile.

AGRADECIMENTOS

A gratidão é o sentimento mais bonito e talvez mais difícil de ser expressado, e a forma mais fácil que encontramos de fazê-lo é por meio de palavras. Então, exponho aqui brevemente a minha gratidão a todos os envolvidos na realização desse sonho.

Primeiramente, agradeço a Deus e aos meus Orixás pelo equilíbrio espiritual, pela força nos momentos de fraqueza, pela permissão para embarcar e seguir nessa jornada e por me permitir sonhar e realizar.

Agradeço a Professora Doutora Flora Acuña Juncá, por ter aceitado me orientar nesse mestrado, pela dedicação, empenho, paciência e contribuição para a minha formação.

Agradeço o apoio de todos os membros da Divisão de Anfíbios e Répteis da UEFS em especial a professora Maria da Conceição Lago.

Ao Professor Edney das Mercês pela dedicação na identificação dos girinos, pelos ensinamentos compartilhados e incentivo durante a realização das pesquisas.

Ao Professor e amigo Arielson dos Santos Protázio pela co-orientação, por ser tão presente e constante em minha vida pessoal e acadêmica, a quem me faltaria espaço para expressar o tamanho da minha gratidão.

Aos Professores Michaelle Pessoa e Marcelo Napoli, por aceitarem o convite para participarem da banca e contribuírem com a construção desse trabalho.

Aos colegas de curso do PPGEcoEvol (Ari, Itana, Mila, Gi, Rafa, Léo e Mary), com certeza a nossa “convivência” mesmo que a distância, tornou essa jornada mais suave. Vocês foram o apoio para os momentos de surto coletivo.

Aos amigos e Professores Airan Protázio e Vivian Gama pelo auxílio na realização das coletas, por tornarem esses momentos tão divertidos, únicos e ricos de trocas de experiências.

A Professora Gildete Rosário, pela permissão concedida para a realização de parte das pesquisas em sua propriedade e apoio logístico durante as coletas. Ao guia de campo Sr. Antônio de Paula, meu “GPS”, o qual buscou e guardou a localização de cada poça com exatidão.

Ao meu noivo Silvio Cruz pelo incentivo constante, por acreditar em mim, às vezes mais do que eu mesma, por não me deixar desistir, por sempre estar comigo em todas as etapas da minha vida acadêmica, são 10 anos de apoio incondicional.

Aos meus pais Jorge e Gizélia, meus amores incondicionais, é por vocês que eu sonho, é para vocês a minha luta. Minha mãe, companheira das madrugadas de estudo. Às minhas irmãs Nara e Mile por sempre torcerem por mim. A vocês toda minha gratidão.

Ao meu Babalorixá Anderson Passos, por todo incentivo, torcida, condução espiritual, acolhimento e dedicação nos momentos de fraqueza e pelas vibrações positivas nos momentos de alegria.

Aos companheiros de república Márcia e Noel, foi muito bom partilhar essa etapa com vocês, a convivência foi leve, sadia, prazerosa e construtiva. Obrigada meus queridos.

Sem dúvidas, esse foi um trabalho construído por muitas mãos. O que me faz ter a certeza de que eu nunca estarei sozinha.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, sem a qual seria muito difícil a realização desse estudo.

RESUMO GERAL

INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE GIRINOS EM AMBIENTES POTENCIALMENTE SALOBROS.

As características morfofisiológicas das larvas de anuros faz deste grupo taxonômico um modelo para estudos de perturbações ambientais, pois muitos fatores físico-químicos podem exercer influência no desenvolvimento ontogenético, diversidade, riqueza e abundância de indivíduos. O presente estudo objetivou investigar quais fatores físico-químicos exercem influência na riqueza e abundância de comunidades de girinos de uma região de estuário na porção central da Floresta Atlântica. Para tanto, foram realizadas coletas em 21 poças temporárias no município de Jaguaripe, Bahia. Foram coletados 45 espécies de anuros, sendo 15 só na fase adulta, 20 em ambas as fases e 10 somente na fase larval totalizando 45 espécies pertencentes a 7 famílias. *Scinax x-signatus* ocorreu em 80,95% das poças e foi também a mais abundante, já *Physalaemus cuvieri* e *Scinax* grupo *ruber* foram as menos abundantes. Dentre as variáveis ambientais, área, pH e temperatura foram as que melhor explicaram a distribuição das espécies ao longo da poças. Poças com valores de pH menores apresentaram maior riqueza, enquanto que poças com áreas e temperaturas maiores apresentaram maior abundância e menor riqueza. As variáveis pH, temperatura e salinidade interefem diretamente no desenvolvimento e metamorfose dos girinos, enquanto o tamanho dos corpos d'água pode influenciar as relações interespecíficas no microhabitat e distribuição espacial desses organismos. Investigações que levem em consideração o efeito do aquecimento global sobre os parametros físico-químicos dos corpos d'água pode ajudar a entender como os anuros serão afetados pelas mudanças climáticas.

Palavras-chave: anuros; biodiversidade, Mata Atlântica; salinidade; variáveis ambientais.

ABSTRACT

INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE COMPOSITION OF TADPOLE COMMUNITIES IN POTENTIALLY BRACKET ENVIRONMENTS.

The morphophysiological characteristics of anuran larvae make this taxonomic group a model for studies of environmental disturbances, as many physicochemical factors can influence the ontogenetic development, diversity, richness and abundance of individuals. The present study aimed to investigate which physicochemical factors influence the richness and abundance of tadpole communities in an estuary region in the central portion of the Atlantic Forest. To this end, samples were collected in 21 temporary puddles in the municipality of Jaguaripe, Bahia. 45 species of anurans were collected, 15 only in the adult phase, 20 in both phases and 10 only in the larval phase, totaling 45 species belonging to 7 families. *Scinax x-signatus* occurred in 80.95% of the pools and was also the most abundant, while *Physalaemus cuvieri* and *Scinax* group *ruber* were the least abundant. Among the environmental variables, area, pH and temperature were those that best explained the distribution of species throughout the pool. Pools with lower pH values showed greater richness, while pools with larger areas and temperatures showed greater abundance and lower richness. The variables pH, temperature and salinity directly affect the development and metamorphosis of tadpoles, while the size of water bodies can influence interspecific relationships in the microhabitat and spatial distribution of these organisms. Investigations that take into account the effect of global warming on the physicochemical parameters of water bodies can help to understand how anurans will be affected by climate change.

Keywords: frogs; biodiversity, Atlantic Forest; salinity; environmental variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos pontos de coletas na área de estudo do município de Jaguaripe, Bahia, Brasil.

Figura 2: Algumas espécies de anuros registradas nas fases larval e adultos no município de Jaguaripe, Bahia, Brasil. (A) *Rhinella jimi*, (B) *Leptodactylus fuscus*, (C) *Leptodactylus vastus*, (D) *Physalaemus* cf. *camacan*, (E) *Pleurodema diplolister*, (F) *Boana albomarginata*, (G) *Hylomantis aspera*, (H) *Dendropsophus minutus*, (I) *Dendropsophus elegans*, (J) *Dendropsophus haddadi*, (K) *Nyctimantis bruno*i, (L) *Scinax eurydice*, (M) *Scinax melanodactylus*, (N) *Scinax* cf. *skuki*, (O) *Chiasmocleis* sp.

Figura 3: Gráfico da Análise de Correspondência Canônica - ACC mostrando a associação entre a abundância de espécies e os gradientes das variáveis ambientais.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies de anuros coletados nas fases adulta e girinos, suas respectivas abundância e frequência de ocorrência = n de pontos de ocorrência, na região do município de Jaguaripe – Bahia. Hylidae (25), Leptodactylidae (10), Bufonidae (4), Craugastoridae (2), Microhylidae (1), Odontophrynidae (1), Hemiphractidae (1).

Tabela 2: Valores médios obtidos nas duas campanhas realizadas em cada poça. *Alt* = altitude, *Temp* = temperatura, *Sal* = salinidade, *Prof* = profundidade, *Abund* = abundância e *Riq* = riqueza.

Tabela 3: Valores estimados para riqueza da tabela *deviance* dos Modelos Lineares Genaralizados com e sem interação entre as variáveis na Análise de Variância (anova) ($p>0.05$). *riq*: riqueza, *abun*: abundância, *alt*: altitude, *tem*: temperatura, *sal*: salinidade, *ar*: área, *prof*: profundidade.

Tabela 4: Valores da Análise de Correspondência Canônica (ACC) entre as váriaveis ambientais e a influência sobre a abundância em comunidades de girinos de 30 espécies.

SUMÁRIO

REFERENCIAL TEÓRICO	12
BIBLIOGRAFIA DO REFERENCIAL TEÓRICO	15
INFORMAÇÕES SOBRE A DISSERTAÇÃO	17
CAPÍTULO 1: Influência de fatores abióticos na composição das comunidades de girinos em ambientes potencialmente salobros.....	18
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
Área de estudo.....	22
Coleta de dados.....	23
Análise de dados.....	24
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

REFERENCIAL TEÓRICO

Inventários de fauna e flora documentam as espécies existentes em uma localidade geográfica e em um dado tempo, além registrar informações ecológicas e, muitas vezes, comportamentais, representando uma ferramenta valiosa para o reconhecimento da biodiversidade (Silveira *et al.*, 2010). Neste cenário, o Brasil possui 1.188 espécies de anfíbios (Segalla *et al.*, 2021) e 856 espécies de répteis (Guedes *et al.*, 2023). Assim, estudos direcionados a realização de inventários, juntamente com o registro das variáveis ambientais que podem explicar a ocorrência das espécies, podem melhorar o conhecimento das distribuição das espécies no país. O bioma Mata Atlântica é considerado um dos *hotspot* de biodiversidade, apresentando grande concentração de espécies endêmicas e ameaçadas (Mittermeier *et al.* 2005).

Apesar disso, este bioma vem sofrendo grandes ameaças, decorrente de ações antrópicas, sobretudo, associadas às atividades agropecuárias e expansão urbana (ICMBio, 2018). Apenas 28% da Mata Atlântica continua com sua cobertura vegetal original, sendo representadas por pequenos blocos florestais fragmentados e isolados em uma matriz de pasto, plantação ou ocupação humana (Rezende *et al.*, 2018). Este cenário evidencia uma grande perda de habitats naturais e mostra-se um desafio à conservação da biodiversidade do Bioma. Ainda que a fragmentação de habitats represente perda para a biodiversidade, nos remanescentes de mata é possível verificar determinada riqueza de espécies, em especial da herpetofauna (Toledo *et al.*, 2012), a qual tem forte ligação com os fatores bióticos e abióticos locais. Nesse contexto, o Brasil ocupa o primeiro lugar em riqueza de anfíbios (Segalla *et al.*, 2021).

Apesar dessa grande biodiversidade, anfíbios são considerados um dos grupos de vertebrados mais ameaçados. Segundo o Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (ICMBio, 2018), 41 espécies de anfíbios estão inseridas em alguma categoria de ameaças, sendo 37 espécies de anuros da Mata Atlântica. As principais causas são o intenso desmatamento decorrente das atividades agropecuária e crescimento das cidades (Rodrigues, 2005), colocando em evidência a sustentabilidade do atual modelo de sociedade que vivemos. Assim, estudos de levantamento de espécies desses animais são úteis na mensuração de aumento ou declínio de populações, que podem ser atrelados com os efeitos de perturbações ambientais sobre as espécies (Hillers *et al.*, 2008).

Anfíbios são organismos conspícuos dos ecossistemas, sendo encontrados em quase todos os ambientes, tanto naturais quanto antropizados. Os grupos apresentam-se como bioindicadores da qualidade ambiental por serem sensíveis a mudanças ambientais (Prado *et al.*, 2006) devido às suas características fisiológicas, que incluem pele altamente vascularizada, respiração cutânea, modos reprodutivos com ovos e larvas dependentes de ambientes úmidos e processo de metamorfose (Duellman; Trueb, 1994). Sendo assim, pequenas variações nos parâmetros do ambiente, tais como temperatura, umidade, incidência de luz, podem ser suficientes para diminuir o sucesso reprodutivo do grupo (Krishnamurthy, 2003). Como consequência, estudos sobre a influência de fatores abióticos na composição de comunidades de anuros têm buscado explicar como os anuros se distribuem no ambiente em função das características do hábitat (Borges Júnior; Rocha, 2013).

Os anuros adultos buscam sítios reprodutivos com características ambientais ótimas que possibilitem o desenvolvimento dos girinos, uma vez que possuem uma fase larval aquática e modos reprodutivos complexos (Wells, 1977). Nesses ambientes, as características da água, da vegetação presente dentro e no entorno dos locais de desova e a presença de predadores são atributos que podem influenciar na escolha dos locais de desova (Figueiredo *et al.*, 2019). Neste contexto, sabe-se que a temperatura, sazonalidade, presença de predadores, profundidade e tamanho do corpo de água influenciam na diversidade e utilização do habitat por anuros (Silveira *et al.*, 2010; Borges Júnior; Rocha, 2013).

Desse modo, anfíbios anuros podem utilizar as poças temporárias como sítios reprodutivos, desde que estas apresentem características favoráveis ao desenvolvimento dos girinos (Bertoluci; Rodrigues, 2002). Parâmetros físico-químicos da água como a temperatura, o pH, o nível de oxigênio dissolvido, a salinidade, bem como a profundidade e tamanho da poça, podem influenciar no desenvolvimento das larvas e, conseqüentemente, interferir na composição, diversidade de espécies e de ecomorfotipos das comunidades (Fatorelli; Rocha, 2008). Sendo assim, espera-se que a composição das comunidades de girinos varie em função das diferenças nos parâmetros físico-químicos da água e da heterogeneidade do ambiente (Lop *et al.*, 2012).

Dentre os parâmetros físico-químicos, a salinidade é considerada um dos mais limitantes para o desenvolvimento das larvas dos anuros (Woolrich-Piña *et al.*, 2015; Welch *et al.*, 2019). A tolerância às concentrações mais elevadas de salinidade pode

ser característica inerente às espécies, como maior resistência a perda de água por desidratação e potencial individual para ajustes fisiológicos (Hsu *et al.*, 2017). Desse modo, em uma poça temporária, as concentrações mais elevadas de salinidade podem explicar uma baixa riqueza de espécies em detrimento da abundância de outras mais tolerantes (Hopkins; Brodie, 2015; Ferreira *et al.*, 2019).

Algumas espécies de bufonídeos, leptodactilídeos e hilídeos podem utilizar ambientes com elevadas concentrações de salinidade (Hopkins; Brodie, 2015). Indivíduos adultos destas famílias podem ter maior tolerância à salinidade, havendo registros de desovas em áreas associadas a manguezais (Vilela *et al.*, 2011; Hopkins; Brodie, 2015; Ferreira *et al.*, 2019). Apesar disso, existe escassez de estudos que analisam, em campo, se a salinidade é um fator que exerce efeito sobre a composição de girinos que utilizam corpos d'água temporários. Neste estudo, foi investigado o efeito de fatores abióticos sobre a riqueza e abundância de girinos em poças temporárias de um ambiente costeiro. Nós buscamos verificar quais fatores abióticos exercem maior influência, bem como qual a magnitude de associação dos diferentes parâmetros físico-químicos com a riqueza e abundância de girinos em diferentes poças temporárias.

BIBLIOGRAFIA DO REFERENCIAL TEÓRICO

- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. **Amphibia Reptilia**. v. 23, n. 2, p. 161–167. 2002.
- BORGES JÚNIOR, V. N. T.; ROCHA, C. F. D. Tropical tadpole assemblages: which factors affect their structure and distribution?. **Oecologia Australis**. v. 17, n. 2, p. 217 – 228, jun. 2013.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibia**. The John Kopkins University Press. 1994.
- FATORELLI, P.; ROCHA, C. D. O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? quarenta anos de busca por padrões. **Oecologia Brasiliensis**. v. 12, n. 4, p. 733–742. 2008.
- FERREIRA, A. C.; CASCON, P.; MATTHEWS-CASCON, H. Occurrence and egg-laying of *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 in mangrove habitat in Ceará, Northeast Brazil. **Herpetology Notes**. v. 12, p. 865–868, agosto. 2019.
- FIGUEIREDO, G. T. *et al.* Influence of microhabitat on the richness of anuran species: A case study of different landscapes in the atlantic forest of southern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. v. 91, n. 2, p. 1–18. 2019.
- GUEDES, T. B., ENTIAUSPE-NETO, O. M., & COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. In: **Herpetologia Brasileira**. v. 12, n. 1, p. 56 – 161, mai. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7829013>
- HILLERS, A; VEITH, M; RODEL, M. O. Effects of forest fragmentation and habitat degradation on west african leaf-litter frogs. **Conservation Biology**. v. 22, n. 3. 2008.
- HOPKINS, G. R.; BRODIE, E. D. Occurrence of amphibians in saline habitats: A review and evolutionary perspective. **Herpetological Monographs**. v. 29, n. 1, p. 1–27. 2015.
- HSU, W. T. *et al.* Full compensation of growth in salt-tolerant tadpoles after release from salinity stress. **Journal of Zoology**. v. 304, n. 2, p. 141–149. 2017.
- ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Volume I. Brasília: ICMBio, 2018.
- KRISHNAMURTHY, S. V. Amphibian assemblages in undisturbed and disturbed areas of Kudremukh National Park, central Western Ghats, India. **Environmental Conservation**. v. 30, n. 3, p. 274–282. 2003.
- LOP, S. *et al.* What is the role of heterogeneity and spatial autocorrelation of ponds in the organization of frog communities in southern Brazil? **Zoological Studies**. v. 51, n. 7, p. 1094–1104. 2012.

MITTERMEIER, A. R. *et al.* Brief History of Biodiversity Conservation in Brazil. **Conservation Biology**. v. 19, n. 3, p. 601-607. 2005.

PRADO, R. T; FERREIRA, A. A; GUIMARÃES, S. F. Z. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados fauna de vertebrados fauna de vertebrados fauna de vertebrados. **Acta Scientiarum Biological Science**. Maringá, v. 28, n. 3, p. 237-241, jul/set. 2006.

REZENDE, C. L. *et al.* From hotspot to hopespot: an opportunity for the brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**. v. 16, p. 208-214. 2018.

RODRIGUES, T. M. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1. 2005.

SEGALLA, M. V. *et al.* List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira**. v. 10, n.1, p. 121-216. 2021.

SILVEIRA, F. L. *et al.* What use do fauna inventories serve?. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68. 2010.

TOLEDO, L. F. *et al.* Alternative reproductive modes of Atlantic forest frogs. **Journal of Ethology**. v. 30, p. 331-336. 2012.

VILELA, V. M. F. N.; BRASSALOTI, R. A.; BERTOLUCI, J. Anuran fauna of the restinga forest of the Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Southeastern Brazil: species composition and breeding site utilization. **Biota Neotropica**. v. 11, n. 1, p. 83–93. 2011.

WELCH, A. M. *et al.* Developmental stage affects the consequences of transient salinity exposure in toad tadpoles. **Integrative and Comparative Biology**. v. 59, n. 4, p. 1114–1127. 2019.

WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**. v. 25, n. 3, p. 666–693. 1977.

WOOLRICH-PIÑA, G. A. *et al.* Effects of salinity and density on tadpoles of two anurans from the Río Salado, Puebla, Mexico. **Journal of Herpetology**. v. 49, n. 1, p. 17–22. 2015.

INFORMAÇÕES SOBRE A DISSERTAÇÃO

Essa dissertação apresenta os resultados obtidos a partir das pesquisas sobre herpetofauna realizadas no município de Jaguaripe, Bahia, Brasil. Para a apresentação dos dados dividimos esse estudo em: Referencial teórico, objetivos geral e específicos, capítulo I que está dividido em introdução, materiais e métodos que apresenta-se subdividido em área de estudo, coleta e análise de dados, resultados e discussão.

Para a versão final essa dissertação poderá ser configurada de acordo com as normas das Revistas Herpetológica e Biota Neotropica, cujas classificações Qualis correspondem a A3 e B1 respectivamente, para as quais pretendemos submeter o artigo produzido.

INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE GIRINOS EM AMBIENTES POTENCIALMENTE SALOBROS

Conceição, Lennise Costa ¹; Juncá, Flora Acuña¹

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana, Divisão de Anfíbios e Répteis, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

RESUMO

Mudanças ambientais contribuem para a formação de novos habitats, que favorecem a instalação de determinadas comunidades. Os anuros são organismos utilizados como bioindicadores da qualidade dos ambientes por serem extremamente sensíveis às variações ambientais. Testamos se a riqueza e a abundância de girinos presentes em diferentes corpos d'água temporários em um ambiente estuarino no leste do estado da Bahia são afetadas pelo gradiente de concentração salino. Assim, o presente estudo objetivou verificar quais parâmetros físico-químicos da água afetam a riqueza e abundância de girinos em poças temporárias. Para tanto, foram realizadas coletas em 21 poças, no município de Jaguaripe no período de março a julho de 2022. Para a análise de dados utilizamos Modelos Lineares Generalizados e Análise de Correspondência Canônica. Foram coletadas 45 espécies de anuros, pertencentes a oito famílias. A espécie mais abundante foi *Scinax x-signatus*. A análise de dados mostrou que a área, a salinidade, o pH e a temperatura exerceram influência sobre a abundância nas comunidades de girinos. Dentre os fatores físico-químicos, o pH e a salinidade são estressores ambientais que influenciam diretamente na ontogenia dos girinos, interações ecológicas nos microhábitats e distribuição espacial dos mesmos. Entender como esses fatores afetam o desenvolvimento e as relações desses organismos com o ambiente, pode nos ajudar a prever como as mudanças climáticas irão afetar a ecologia desses organismos.

Palavras-chave: Alterações ambientais; Biodiversidade; Bioindicadores, Herpetofauna.

ABSTRACT

Environmental changes contribute to the formation of new habitats, which favor the installation of certain communities. Anurans are organisms used as bioindicators of environmental quality because they are extremely sensitive to environmental variations. We consider that the richness and abundance of tadpoles present in different temporary water bodies in an estuarine environment in the East of the State of Bahia are affected by the saline concentration gradient. Thus, the present study aimed to verify which physical-chemical parameters of water affect the richness and abundance of tadpoles in temporary pools. To this end, collections were carried out in 21 puddles, in the municipality of Jaguaripe from March to July 2022. For data analysis, we used Generalized Linear Models and Canonical Correspondence Analysis. 45 species of anurans were collected, belonging to 8 families. The most abundant species was *Scinax x-signatus*. Data analysis showed that area, salinity, pH and temperature influenced the abundance in tadpole communities. Among the physicochemical factors, pH and salinity are environmental stressors that directly influence the ontogeny of tadpoles, ecological interactions in microhabitats and their spatial distribution. Understanding how these factors affect the development and relationships of these organisms with the environment will make it possible to predict how climate change will affect the ecology of these organisms.

Keywords: Environmental changes; Biodiversity; Bioindicators, Herpetofauna.

INTRODUÇÃO

As constantes mudanças das características ambientais contribuem para a formação de novos habitats, que favorecem a instalação de determinadas comunidades (Zocca *et al.*, 2014). Em micro escala, as mudanças podem resultar na reestruturação de microhabitats existentes, variações de características físico-químicas dos ambientes, disponibilidade de recursos alimentares e de sítios reprodutivos (Oliveira-Filho, 2009), e nova estruturação das interações entre as espécies na comunidade (Borges Júnior; Rocha, 2013).

Nesse contexto, alterações físico-químicas em ambientes aquáticos podem ser consideradas limitantes para a presença e manutenção de determinados organismos (Rowe *et al.*, 2003). Sendo assim, as poças temporárias, caracterizadas por apresentar períodos de inundação e seca, são ambientes que podem ser utilizados para o desenvolvimento de organismos dependentes de ambientes aquáticos em alguma fase de seu desenvolvimento (Hamerlik, 2014). Mesmo diante de imprevisibilidade deste habitat (Medeiros *et al.*, 2011; Simões *et al.*, 2011), as poças temporárias, muitas vezes, apresentam maior diversidade quando comparada com poças permanentes (Wachlevski *et al.*, 2014, Matavelli *et al.*, 2019).

A utilização de poças temporárias por anfíbios anuros como sítios reprodutivos, depende das características favoráveis ao desenvolvimento dos girinos (Bertolucci; Rodrigues, 2002). Parâmetros físico-químicos da água como a temperatura, o pH, o nível de oxigênio dissolvido, a salinidade, bem como a profundidade e o tamanho da poça, podem influenciar no desenvolvimento dos girinos e, conseqüentemente, afetar a composição, a diversidade de espécies e de ecomorfótipos das comunidades (Fatorelli; Rocha, 2008; Lop *et al.*, 2012).

Anuros são organismos extremamente sensíveis a variações no ambiente devido às suas características fisiológicas, que incluem pele altamente vascularizada, respiração cutânea, modos reprodutivos com ovos e larvas dependentes de ambientes úmidos e processo de metamorfose (Duellman; Trueb, 1994). Essas exigências fisiológicas não permitem amplas variações em muitos fatores abióticos do ambiente. Assim, até mesmo pequenas variações na temperatura, umidade, incidência de luz ou outros fatores abióticos, podem ser suficientes para diminuir o sucesso reprodutivo de diferentes espécies de anuros (Krishnamurthy, 2003). Como consequência, muitos estudos que investigaram a influência de fatores abióticos sobre

a composição de comunidades de anuros buscaram explicar como os anuros se distribuem no ambiente em função das características dos microhábitats (Fatorelli; Rocha 2008; Lop *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2018).

Ainda assim, poucos estudos analisaram os efeitos da salinidade dos corpos d'água na composição de comunidades de girinos em ambientes naturais. Por outro lado, girinos têm sido expostos a diferentes concentrações salinas em experimentos laboratoriais, que os utilizaram como modelos para estudos fisiológicos (Burggren & Warburton, 2007). Os resultados dos experimentos evidenciaram interferências no processo de ontogênese dos girinos, como perda de massa corporal (Chinathamby *et al.*, 2006), letalidade (Hua; Pierce, 2013), diminuição do crescimento, retardo na conclusão da metamorfose (Gomez-Mestre *et al.*, 2004; Wu; Kam, 2009).

A realização desses experimentos também evidenciou a capacidade adaptativa de girinos às diferentes concentrações salinas, como a diminuição do tempo de metamorfose da espécie *Fejervarya limnocharis* (Wu; Kam, 2009) e recuperação do estágio de metamorfose, após o período de estresse salino de *F. cancrivora* (Hsu *et al.*, 2017). Estudos realizados na Austrália (Kearney *et al.*, 2012, Kearney *et al.*, 2014) e México (Woolrich-Piña *et al.*, 2015) focaram nos efeitos da salinidade natural sobre o processo de ontogênese dos girinos, evidenciando também que a salinidade é um fator estressante para esses organismos. Por outro lado, ainda é necessário investigar os efeitos da salinidade na riqueza e abundância das comunidades de girinos em poças temporárias.

Sabendo que a salinidade é considerada um dos parâmetros físico-químicos mais limitantes para o desenvolvimento das larvas dos anuros (Woolrich-Piña *et al.*, 2015, Welch *et al.*, 2019), consideramos a hipótese de que a riqueza e a abundância de girinos presentes em diferentes corpos d'água temporários em um ambiente estuarino no leste do estado da Bahia são afetadas pelo gradiente de concentração salino. Espécies das famílias Bufonidae, Leptodactylidae e Hylidae foram registradas em ambientes associados a áreas de manguezais, o que indica que espécies pertencentes a essas famílias podem possuir ajustes fisiológicos que possibilitem o seu desenvolvimento e adaptação em locais com elevada salinidade (Vilela *et al.*, 2011; Hopkins; Brodie, 2015; Ferreira *et al.*, 2019). Assim, os objetivos desse estudo foram: I) determinar a riqueza de espécies da comunidade de girinos que ocorre em poças temporárias em uma região próxima a ambientes estuarinos; II) verificar quais fatores abióticos exercem maior influência sobre a riqueza e abundância das

comunidades de girinos nas poças amostradas; III) verificar a existência de associação entre os níveis de salinidade e a riqueza e abundância de girinos nas poças amostradas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Jaguaripe, estado da Bahia, localizado na região que compreende o Baixo Sul Baiano. A região está inserida no Bioma Mata Atlântica, sendo caracterizada pela presença de fragmentos florestais e vegetação de mangue (Costa *et al.*, 2018). O clima é do tipo tropical (SEI, 2015), com elevadas temperaturas e precipitações influenciadas pela proximidade do mar. A temperatura média anual pode variar de 21° a 25°C, com a presença de chuvas regulares e abundantes distribuídas durante todo o ano, com médias anuais superiores a 1.750 mm (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2015). A altitude média do município é de 6 m do nível do mar e está localizado na foz dos rios Jaguaripe e da Dona, com predomínio da formação de deltas de marés (Bittencourt *et al.*, 2001). Por ter sua foz no canal de Itaparica, na Baía de Todos os Santos, costa Leste do Oceano Atlântico, o Rio Jaguaripe sofre influência contínua da água do mar, tendo sua salinidade alterada em função dos movimentos de cheia e vazão das marés (Ramos *et al.*, 2020).

As áreas de coletas de dados estão localizadas nas Fazendas Corjueiras (13°10'05.0" S; 38°56'22.8" O, altitude 50 m), Porto da Pedra (13°0'12.32" S; 38°55'25.83" O, altitude 5 m), Jacaracica (13°06'02.4" S; 038°55'02.6" O, altitude 10 m), Colavolpe (13°07'03.6" S, 038°51'39.0" O, altitude 4 m), Liau (13°08'43.1" S, 038°54'29.6" O, altitude 15 m), Trindade (13°07'40.9" S, 038°55'02.0" O, altitude 21 m) e Boa Vista (13°05'53.9" S; 038°54'24.6" O, altitude 20 m) (SIRGAS 2000). A vegetação é predominantemente arbórea (Figura 1) (Costa *et al.*, 2018), variando de 15 a 30 metros de altura. A vegetação é de floresta primária, com exceção das Fazendas Liau que apresenta característica de campo aberto, e Colavolpe que apresenta vegetação peculiar de áreas de manguezal e espécies vegetais frutíferas utilizadas para consumo humano.

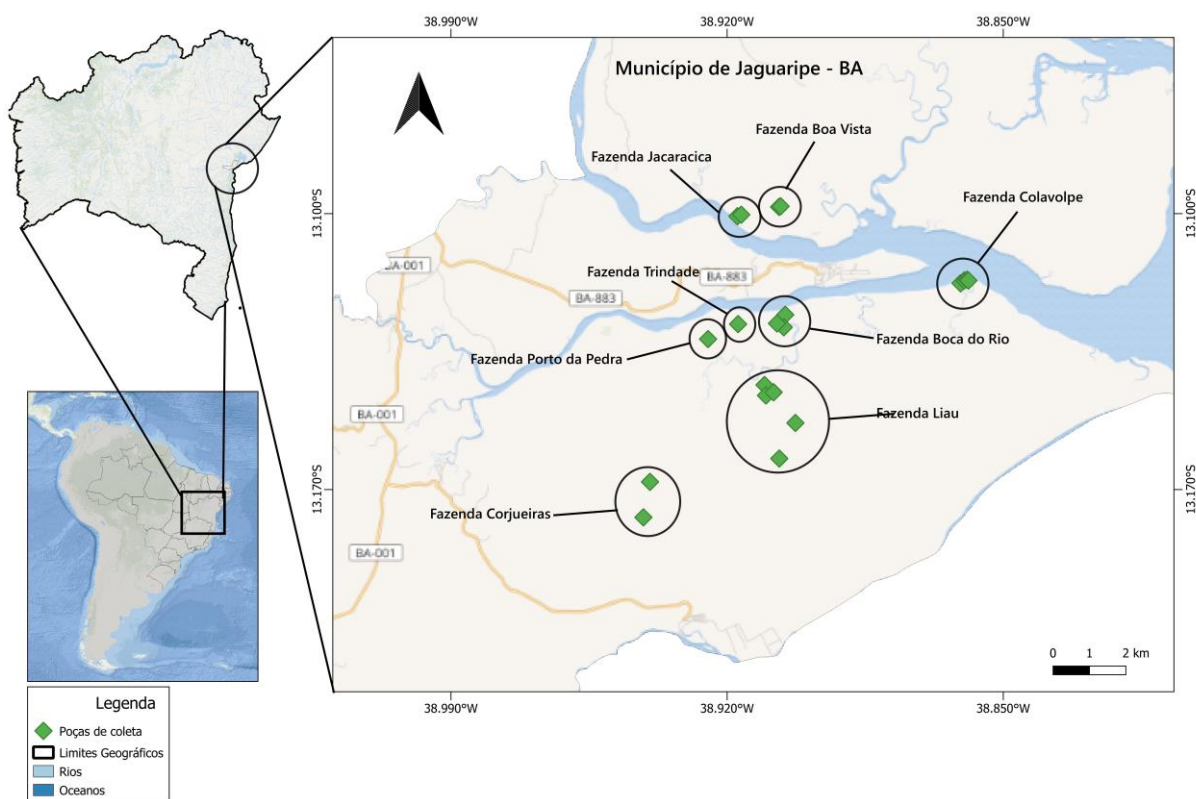


Figura 1: Distribuição dos pontos de coletas na área de estudo do município de Jaguaripe, Bahia, Brasil.

Coleta de dados

A riqueza de espécies nas comunidades de girinos foi levantada a partir de coletas realizadas no período de 11 de março a 28 de junho de 2022. Foram amostradas 21 poças temporárias, sendo 2 campanhas de coletas em cada poça, totalizando 42 coletas, respeitando o intervalo mínimo de coleta de 30 dias e máximo de 45 dias. Cada poça foi percorrida em sua extensão total com um puçá de 30 cm de diâmetro e tela de arame (malha de 3 mm²), com tempo amostral de 1 hora em cada poça e esforço de 4 pesquisadores. As coletas foram realizadas sob as Licenças SisBio 82368-1 e SisBio 28869-1.

Os indivíduos coletados foram eutanasiados com superdosagem de Lidocaína e, posteriormente, acondicionados em líquido conservante (formol 6%). Em laboratório, os girinos coletados foram identificados, tendo como base as descrições disponíveis na literatura, comparação com material de coleção científica de anfíbios do Museu de Zoologia da Universidade de Feira de Santana (MZFS)

Adicionalmente, foram realizadas coletas noturnas para inventariar as espécies de anuros adultos que ocorriam nos locais, principalmente nas áreas do entorno das poças amostradas. Foram observadas espécies em amplexo, desovas e indivíduos vocalizando. Essas coletas foram realizadas no período noturno, nos mesmos dias em que ocorreram as coletas dos girinos. A coleta e observação dos anuros adultos buscou fornecer uma base de dados para auxiliar na identificação dos girinos encontrados. Bem como, conhecer a diversidade local.

Foram coletados dados de condutividade, pH, temperatura, salinidade, profundidade e tamanho de cada poça amostrada, sendo testada posteriormente a colinearidade das variáveis, visando identificar as variáveis dependentes. A condutividade, o pH e a temperatura foram coletados utilizando uma sonda multiparâmetro pH-meter. A salinidade foi obtida a partir da conversão da condutividade seguindo a fórmula $(C \cdot 10)^{1,0878} \cdot 0,4665 = \text{sal (gr/L)}$ (Jacinto *et al.*, 2020). As medidas de profundidade foram obtidas utilizando escala métrica, enquanto as medidas de área foram obtidas com o GPS modelo *GPSMap 62s Garmin* percorrendo a totalidade da poça.

Análise de dados

Foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre riqueza e abundância de girinos, utilizando as médias dos valores obtidos nas duas campanhas de coletas. Para isso, nós logaritimizamos os dados para que atendessem as premissas de normalidade, apesar de não ser uma exigência do GLM. Nós checamos a normalidade univariada com teste de Shapiro-Wilk e multivariada com teste de Henze-Zirkler. Apesar da existência de normalidade multivariada (Henze-Zirkler = 0,941, $p = 0,185$), a altitude (Shapiro-Wilk = 0,873, $p = 0,011$) e o pH (Shapiro-Wilk = 0,825, $p = 0,002$) não foram normais, então nós utilizamos a família quasipoisson, que é indicado para dados dessa natureza, no GLM. Os modelos foram ajustados de acordo com a análise dos valores da estatística Deviance, sendo a cada análise excluída a variável com valor não-significativo. Utilizamos uma análise de variância (anova) para comparar o modelo completo com interação entre as variáveis com os modelos ajustados. Posteriormente, realizamos uma Análise de Correspondência Canônica (ACC), a fim de verificar se existe um gradiente de abundância que pode ser explicado pelas variáveis ambientais

investigadas (pH, área, profundidade, salinidade e temperatura), adicionalmente um teste anova foi realizado para verificar quais eixos foram mais significativos para explicar o agrupamento dos dados, uma vez que com os dados logaritimizados conseguimos atender a premissa de normalidade exigida pela anova. Para todas as análises, os valores de abundância e riqueza utilizados correspondem ao somatório dos valores obtidos nas duas campanhas realizadas.

RESULTADOS

Foram registradas 45 espécies de anuros pertencentes a oito famílias, considerando as fases larval (girinos) e adulta: Hylidae (25), Leptodactylidae (10), Bufonidae (4), Craugastoridae (2), Microhylidae (1), Odontophrynidae (1), Hemiphractidae (1). A espécie mais abundante foi *Scinax x-signatus*, da qual foram coletados 2.900 indivíduos na fase larval, porém não houve registro de indivíduos na fase adulta. Já *Rhinella* sp., *Physalaemus cuvieri*, *Leptodactylus* cf. *ocellatus*, *Dendropsophus novaisi* e *Pristimantis* cf. *vinhai* foram as espécies menos abundantes, variando de 1 a 5 indivíduos cada.

Das 21 poças amostradas, a poça 14, na Fazenda Liau foi a que apresentou a comunidade de girinos mais expressiva numericamente, com 1.138 girinos, distribuídos em apenas três espécies. A poça 13, na Fazenda Jacaracica, apresentou a comunidade de girinos menos expressiva numericamente, com 65 girinos, porém distribuídos em seis espécies. A maior riqueza com representantes de 11 espécies foi observada na poça 11, na Fazenda Corjueiras. De modo geral, foram registrados girinos pertencentes a 30 espécies de anuros, representantes de quatro famílias: Hylidae (19), Leptodactylidae (9), Bufonidae (1) e Microhylidae (1). Girinos de *Scinax x-signatus* foram encontrados em 17 poças, enquanto apenas três girinos de *Dendropsophus novaisi* foram encontrados em uma única poça (Tabela 1, Figura 2).

Tabela 1: Espécies de anuros coletados nas fases adulta e larval, suas respectivas abundância e frequência de ocorrência (número de pontos de ocorrência), na região do município de Jaguaripe, Bahia.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA		
		ADULTO	GIRINOS	OCORRÊNCIA
Bufonidae	<i>Frostius pernambucensis</i>	18	-	2
	<i>Rhinella crucifer</i>	10	-	3
	<i>Rhinella jimi</i>	3	314	4
	<i>Rhinella</i> sp.	3	-	1
Craugastoridae	<i>Pristimantis</i> cf. <i>vinhai</i>	3	-	1
	<i>Pristimantis paulodutrai</i>	70	-	4
Hemiphractidae	<i>Eothea recava</i>	1	-	1
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i> cf. <i>ocellatus</i>	5	-	1
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	6	56	5
	<i>Leptodactylus latrans</i>	-	37	2
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	-	43	3
	<i>Leptodactylus vastus</i>	3	235	11
	<i>Physalaemus</i> cf. <i>camacan</i>	50	74	6
	<i>Physalaemus</i> cf. <i>cuvieri</i>	1	3	2
	<i>Physalaemus signifer</i>	4	563	6
	<i>Physalaemus</i> sp.	2	6	3
	<i>Pleurodema diplolister</i>	2	190	2
Microhylidae	<i>Chiasmocleis</i> sp.	3	166	5
Odontophrynidae	<i>Proceratophrys renalis</i>	5	-	1
Hylidae	<i>Boana albomarginata</i>	16	116	5
	<i>Boana faber</i>	-	33	2
	<i>Boana pombali</i>	2	-	1
	<i>Dendropsophus branneri</i>	12	23	6
	<i>Dendropsophus elegans</i>	2	27	2
	<i>Dendropsophus haddadi</i>	2	30	4
	<i>Dendropsophus minutus</i>	47	1.079	15
	<i>Dendropsophus novaisi</i>	-	3	1
	<i>Dendropsophus</i> sp.	47	-	4
	<i>Hylomantis aspera</i>	10	7	1
	<i>Nyctimantis bruno</i>	3	6	2
	<i>Phyllodytes luteolus</i>	40	-	4
	<i>Phyllodytes melanomystax</i>	32	-	6
	<i>Scinax auratus</i>	-	72	2
	<i>Scinax</i> cf. <i>tropicalia</i>	17	3	2
	<i>Scinax cretatus</i>	7	-	1
	<i>Scinax eurydice</i>	3	834	4
	<i>Scinax</i> gr. <i>auratus</i>	-	67	1
	<i>Scinax</i> gr. <i>catharinae</i>	-	75	1
	<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	-	7	1
	<i>Scinax melanodactylus</i>	2	350	8
	<i>Scinax skuki</i>	-	39	1
	<i>Scinax argyreornatus</i> .	10	-	3
	<i>Scinax agilis</i>	39	-	5
	<i>Scinax x-signatus</i>	-	2.900	17
	<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	2	159	3

Em relação aos parâmetros físico-químicos, os valores mínimos e máximos apresentados foram: temperatura 24,4°C da poça 21 e 34,3°C da poça 9, pH 3,9 e 7,7 das poças 11 e 6, respectivamente, salinidade 0,8 e 2,7 das poças 10 e 6, respectivamente, área 29,03 m² da poça 15 e 748,25 m² da poça 6, profundidade 13 cm da poça 9 e 63,3 cm da poça 20. Quanto à abundância, obtivemos 65 indivíduos na poça 13 e 1.138 indivíduos na poça 14. Para a riqueza, obtivemos girinos pertencentes a 3 espécies na poça 14 e 11 espécies da poça 11. A poça 6 apresentou os maiores valores de pH, salinidade e área, bem como o segundo maior número de indivíduos com 976 girinos pertencentes a cinco espécies. Já a poça 11 apresentou a maior riqueza com 11 espécies e 473 girinos, e menor pH (3,9). A poça 14 obteve a maior abundância e a menor riqueza (Tabela 2).

A análise do GLM mostrou forte efeito da profundidade sobre a riqueza. A análise com anova mostrou efeito significativo da profundidade em todos os modelos ajustados. Para a abundância o GLM não mostrou efeito de nenhuma das variáveis ambientais. Contudo, removendo-se as variáveis salinidade, área, profundidade, altitude e a interação que apresentaram menores contribuições, o modelo formado pela temperatura e pH se revelou significativo. Uma análise adicional verificando o efeito da temperatura, do pH e da interação entre essas duas variáveis sobre a abundância revelou que o efeito da interação não foi significativo, indicando que pH e temperatura atuam individualmente sobre a abundância (Tabela 3). É válido ressaltar que com a realização de sucessivos testes o valor crítico da probabilidade não precisou ser corrigido, uma vez que o GLM já oferece suporte para realizar esse tipo de manipulação sem comprometer os resultados.

Tabela 2: Valores médios obtidos nas duas campanhas realizadas em cada poça. *Alt* = altitude, *Temp* = temperatura, *Sal* = salinidade, *Prof* = profundidade, *Abund* = abundância e *Riq* = riqueza.

<i>Local</i>	<i>Poça</i>	<i>Alt.</i>	<i>Temp.</i> (°C)	<i>pH</i>	<i>Sal.</i> (gr/L)	<i>Área</i> (m²)	<i>Prof.</i> (cm)	<i>Abund.</i> (med)	<i>Riq.</i> (n)
Fazenda Boa Vista	01	20	25,6	4,41	1,68	130,39	19,5	87	6
	02	20	26,7	4,38	1,76	114,32	15	179	5
	03	8	26,4	4,95	2,03	49,02	33	247	6
Fazenda Boca do Rio	04	10	25,1	4,93	2,53	31,76	15,5	171	5
	05	10	26,1	4,38	1,18	67,10	18	336	5
	06	5	27,1	7,71	2,72	748,25	34	976	5
Fazenda Colavolpe	07	3	30	6,14	1,26	251,74	61	541	5
	08	6	28,9	5,48	2,06	130,52	54	324	5
	09	2	34,3	5,39	1,90	118,62	13	494	6
Fazenda Corjueiras	10	26	30,8	4,71	0,80	170,66	27,3	173	7
	11	19	26	3,90	2,22	44,86	58,5	473	11
Fazenda Jacaracica	12	13	27,6	4,79	1,93	137,39	28,75	361	7
	13	10	26,5	4,33	2,02	182,38	26,75	65	6
	14	19	31,5	4,93	1,26	130,28	18,5	1138	3
Fazenda Liau	15	22	32,4	4,5	1,15	29,03	17,25	270	4
	16	21	28,2	4,58	1,51	136,64	20,3	134	4
	17	26	31,6	4,78	1,41	100,25	22	346	5
	18	15	33,4	4,81	0,91	90,12	21,5	420	4
	19	15	29,6	4,71	1,13	117,87	22,5	236	6
Fazenda Porto da Pedra	20	21	27,9	4,67	0,88	183,01	63,5	331	8
Fazenda Trindade	21	14	24,4	4,76	0,91	75,43	23,5	211	5
Resumo dos valores mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos obtidos nas duas campanhas realizadas em cada poça.									
Variável	Maior		Menor		Média		Desvio Padrão		
Temperatura	34,3 °C		24,4 °C		28,5 °C		2,79 °C		
pH	7,7		3,9		4,91		0,77		
Área	748,25 m²		31,76 m²		144,74 m²		143,3 m²		
Salinidade	2,7 g/L		0,80 g/L		1,5 g/L		0,54 g/L		
Profundidade	63,5 cm		13 cm		29,2 cm		15,5 cm		
Abundância	1.138 ind.		65 ind.		357 ind.		260,8 ind.		
Riqueza	11		4		5,6		1,6		



Figura 2: Algumas espécies de anuros registradas nas fases larval e adultos no município de Jaguaripe, Bahia, Brasil. (A) *Rhinella jimi*, (B) *Leptodactylus fuscus*, (C) *Leptodactylus vastus*, (D) *Physalaemus* cf. *camacan*, (E) *Pleurodema diplolister*, (F) *Boana albomarginata*, (G) *Hylomantis aspera*, (H) *Dendropsophus minutus*, (I) *Dendropsophus elegans*, (J) *Dendropsophus haddadi*, (K) *Scinax melanodactylus*, (L) *Chiasmocleis* sp. (M) *Scinax eurydice*, (N) *Scinax* cf. *skuki*, (O) *Nyctimantis bruno*i.

Tabela 3: Valores de deviance dos Modelos Lineares Generalizados estimados para a riqueza e abundância. Valores em negrito representam as variáveis que apresentaram os maiores valores nos ajustes de modelos verificadas com a anova ($p > 0.05$). *riq*: riqueza, *abun*: abundância, *alt*: altitude, *tem*: temperatura, *sal*: salinidade, *ar*: área, *prof*: profundidade.

Riqueza							
modelo	<i>alt.</i>	<i>tem.</i>	<i>ph</i>	<i>sal.</i>	<i>ar.</i>	<i>prof.</i>	<i>Interação</i>
m ¹ (<i>riq.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>sal</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)+(interação)	0,000	0,102	0,076	0,002	0,060	0,206	0,078
m ² (<i>riq.</i> ~ <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>sal</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)+(interação)	—	0,102	0,037	0,013	0,046	0,220	0,105
m ³ (<i>riq.</i> ~ <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)+(interação)	—	0,102	0,037	—	0,036	0,208	0,002
m ⁴ (<i>riq.</i> ~ <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>prof</i>)+(interação)	—	0,102	0,037	—	—	0,237	0,002
m ⁵ (<i>riq.</i> ~ <i>tem</i> + <i>prof</i>)+(interação)	—	0,102	—	—	—	0,182	0,004
m ⁶ (<i>riq.</i> ~ <i>tem</i> + <i>ph</i>)	—	0,102	—	—	—	0,182	—
Abundância							
modelo	<i>alt.</i>	<i>tem.</i>	<i>ph</i>	<i>sal.</i>	<i>ar.</i>	<i>prof.</i>	<i>Interação</i>
m ¹ (<i>abun.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>sal</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)+(interação)	0,181	0,238	0,251	0,000	0,048	0,095	0,063
m ² (<i>abun.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)+(interação)	0,181	0,238	0,251	—	0,048	0,095	0,011
m ³ (<i>abun.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>ar</i> + <i>prof</i>)	0,181	0,238	0,251	—	0,048	0,095	—
m ⁴ (<i>abun.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i> + <i>prof</i>)	0,181	0,238	0,251	—	—	0,061	—
m ⁵ (<i>abun.</i> ~ <i>alt</i> + <i>tem</i> + <i>ph</i>)	0,181	0,238	0,251	—	—	—	—
m ⁶ (<i>abun.</i> ~ <i>tem</i> + <i>ph</i>)	—	0,238	0,380	—	—	—	—

O eixo 1 da ACC explicou 83,8% da variação dos dados, mostrando influência das variáveis pH e área sobre a abundância, enquanto o eixo 2 explicou 66,8% da variação dos dados, evidenciando a influência da salinidade, temperatura e profundidade sobre a abundância (Tabela 4). A anova (999 permutações) mostrou que o nosso modelo com as variáveis analisadas foi significativo ($Chi^2 = 2,53$, $F = 2,08$, $p = 0,002$). Além disso, uma anova adicional mostrou que os eixos 1 ($Chi^2 = 0,83$, $F = 4,15$, $p = 0,001$) e eixo 2 ($Chi^2 = 0,66$, $F = 3,30$, $p = 0,015$) foram os mais relevantes. A análise dos valores de inércia da ACC indicou que o conjunto das variáveis ambientais explicaram 47,2% da variação na abundância, enquanto 52,7% da variação na abundância podem ser explicadas por outros fatores não analisados aqui

(resíduos).

Tabela 4: valores da Análise de Correspondência Canônica (ACC) entre as variáveis ambientais e a influência sobre a abundância em comunidades de girinos de 30 espécies.

Variáveis	Eixos	
	CC1	CC2
Altitude	0,48370	-0,16224
Temperatura	0,09616	-0,90346
pH	-0,95931	-0,02047
Salinidade	-0,48497	0,54359
Área	-0,93713	-0,05781
Profundidade	-0,20765	0,55485
Autovalor	33,1	26,4
% da variação	15,6	28,1
<i>p</i>	0,001	0,015

A observação do gráfico da ACC e da tabela com os valores das variáveis ambientais revela que o grupo formado pelos girinos de *Dendropsophus elegans*, *Leptodactylus latrans*, *Boana albomarginata* e *Scinax eurydice* estão mais relacionados com poças que apresentam maiores valores de salinidade, pH e área e valores médios de profundidade. O grupo formado por *Scinax* gr. *catharinae*, *Scinax* sp., *Hylomantis aspera*, *Chiasmocleis* sp. e *Nyctimantis brunoi* está mais associado a poças que apresentam áreas com valores próximos do mínimo, menores valores de pH e profundidades próximas dos valores máximos registrados. Os adultos de *Dendropsophus minutus* parecem preferir poças com maiores profundidades e temperaturas, e menores valores de salinidade para depositar seus ovos. Enquanto que o grupo formado por *Rhinella jimi*, *Leptodactylus mystaceus*, *S. gr. ruber* e *Pleurodema diplolister* demonstraram preferência por poças com menor profundidade e maiores temperaturas (Figura 3).

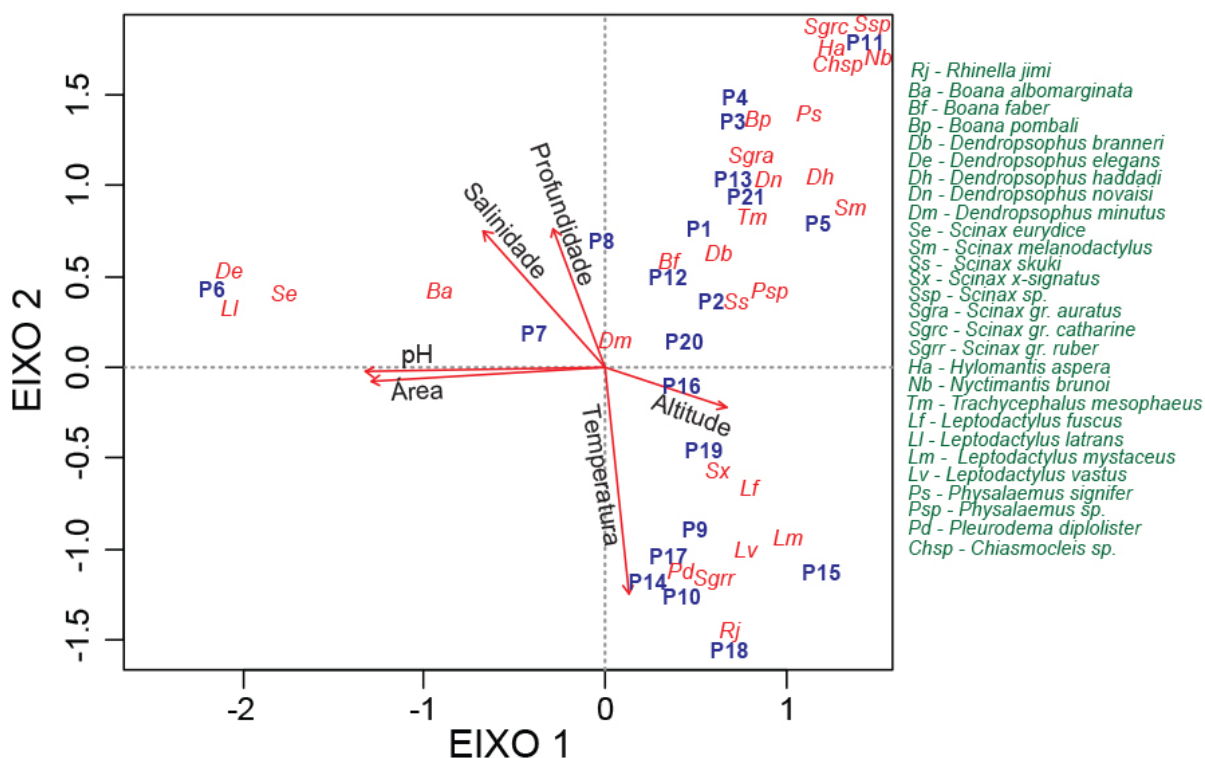


Figura 3: Análise de Correspondência Canônica mostrando a associação entre a abundância de espécies e os gradientes das variáveis ambientais.

DISCUSSÃO

Nosso estudo evidenciou maior associação da profundidade sobre a riqueza das comunidades de girinos. Esse mesmo resultado também foi observado por Melo *et al.* (2017) ao comparar a influência de fatores abióticos sobre a riqueza em microhabitats lânticos e lóticos, indicando que a influência da profundidade sobre a riqueza pode ser um fenômeno comum. Por outro lado, a influência da profundidade não foi observada para a abundância de girinos, a qual apresentou um maior efeito da temperatura e pH. A influência do pH e temperatura sobre a abundância dos girinos foi verificada em ao menos mais um estudo em poças temporárias, evidenciando a presença de girinos associados a ambientes com pH mais elevado superior a 8,7 ppt e temperaturas superiores a 23°C (Borzée *et al.*, 2021). Porém, não é possível afirmar tais preferências dos adultos por ambientes com essas características, uma vez que outras variáveis que não foram incluídas nesse estudo, podem influenciar na composição das comunidades.

Estudos em ambientes controlados mostraram a relação da temperatura com a

densidade populacional dos corpos d'água. Em poças com altas densidades o aumento da temperatura pode reduzir as chances de sucesso dos girinos, porém essa condição se inverte quando a densidade intraespecífica diminui (Purnima; Bradley, 2006). Em condições de altas temperaturas, a dinâmica de interações interespecíficas, como por exemplo predador-presa, pode ser alterada, o que influencia diretamente na abundância de girinos (Mira Mendes *et al.*, 2019). A temperatura também pode afetar a atividade reprodutiva das fêmeas de anuros interferindo na maturação de ovócitos (Chaves *et al.*, 2021).

Em relação ao pH, existem evidências de um efeito negativo do baixo pH sobre o desenvolvimento e sobrevivência de girinos (Barth; Wilson, 2010). Contrariamente, em espécies da família Ranidae, o baixo pH não afetou a fase embrionária e larval, interferindo apenas na aceleração da fase final da metamorfose (Hangartner *et al.*, 2011). Esses estudos evidenciam a influência desses descritores ambientais sobre a ontogenia dos girinos, sendo válido ressaltar que esses estudos foram realizados em ambientes controlados. Aqui, as poças que registraram maiores valores de pH apresentaram maior abundância, enquanto que para a riqueza essa relação se mostrou inversa. Por outro lado, em poças permanentes, os fatores que influenciam na composição de comunidades de girinos são os níveis de oxigênio dissolvido (OD) e turbidez (Freitas *et al.*, 2017).

De acordo com a ACC, as poças que apresentaram menores níveis de salinidade apresentaram uma maior quantidade de espécies associadas, indicando que a maioria dos adultos das espécies apresentam preferência por poças com menores níveis de salinidade. Estudos que investigaram a relação da salinidade com a ontogenia de girinos mostraram que a salinidade pode ser letal para as larvas (Woolrich-Piña *et al.*, 2015), além de promover uma diminuição da tolerância térmica em algumas espécies (Chuang *et al.*, 2022). Sendo assim, poças com salinidade elevada tendem a ser ocupados por indivíduos representantes de famílias que possuam algum mecanismo de ajuste fisiológico para permanecer nesses ambientes. Essa seleção de microhabitat é feita pelos adultos, sendo os locais de ovoposição escolhidos a partir de características que garantam a sobrevivência das larvas, incluindo os fatores abióticos (Vallejos *et al.*, 2018). Assim, a heterogeneidade ambiental, associada a fatores físico-químicos da água estão fortemente relacionados à riqueza, abundância e sucesso de girinos (Araújo *et al.*, 2018), sendo a plasticidade de desenvolvimento desses organismos diretamente afetada pelo ambiente

(Grözinger *et al.*, 2018).

Em ambientes com sistemas de água doce, a salinidade é um fator abiótico oscilante, pois depende de flutuações sazonais, fluxo de marés, taxas de evaporação, escoamento químico e influência da salinização secundária. Em condições naturais, os efeitos da salinidade sobre os anuros ainda são pouco conhecidos, sendo possível realizar inferências baseando-se em experimentos realizados em ambientes controlados, que já mostraram os efeitos da salinidade sobre as tolerâncias embrionárias e larvais (Kearney *et al.*, 2014). Ao investigar esses efeitos, será possível prever modelos para compreender como as espécies poderão se comportar em resposta às mudanças ambientais de diferentes magnitudes, a exemplo das alterações de salinidade que poderão ocorrer em sistemas naturais de zonas úmidas como consequência das mudanças climáticas.

Desse modo, é necessário considerar a interação existente entre os fatores bióticos e abióticos e a história natural (Borges Júnior; Rocha, 2013), bem como aspectos filogenéticos e ecofisiológicos para melhor entendermos a ecologia de anfíbios e prever possíveis reações desses organismos às mudanças ambientais (Bovo *et al.*, 2018). Estudos em ambientes naturais buscam explicar como a morfologia dos girinos é afetada em razão das características ambientais (Bertolucci *et al.*, 2021), principalmente relacionadas a paisagem do entorno e de dentro das poças, sem considerar os fatores físico-químicos da água (Marques *et al.*, 2019).

Os resultados aqui encontrados mostram que a riqueza de espécies encontradas é similar a riqueza encontrada em outras áreas com características semelhantes. E que essa riqueza está fortemente relacionada com a profundidade. Já a abundância apresenta associação com todas as variáveis investigadas, porém em escalas diferentes, sendo a temperatura e pH as variáveis que apresentaram maior associação. Em relação a salinidade é possível observar a existência da associação da abundância e riqueza com os níveis apresentados.

REFERÊNCIAS

- BARTH, B. J.; WILSON, R. S. Life in acid: interactive effects of pH and natural organic acids on growth, development and locomotor performance of larval striped marsh frogs (*Limnodynastes peronii*). **The Journal of Experimental Biology**. v. 213, p. 1293 – 1300. 2010.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. **Amphibia Reptilia**. v. 23, n. 2, p. 161–167. 2002.
- BERTOLUCI, J.; FAMELLI, S.; ROCHA, P. L. B.; RODRIGUES, M. T. Effects of the presence of litter on the composition of stream tadpoles' assemblages in an Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v. 21, n. 4. 2021.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. *et al.* High and low frequency erosive and constructive cycles in estuarine beaches: An example from Garcez Point, Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**. v. 73, n. 4, p. 598 – 610. 2001.
- BORGES JÚNIOR, V. N. T.; ROCHA, C. F. D. Tropical tadpole assemblages: which factors affect their structure and distribution?. **Oecologia Australis**. v. 17, n. 2, p. 217 – 228, jun. 2013.
- BORZÉE, A.; *et al.* Relationship between anuran larvae occurrence and aquatic environment in septentrional east Palearctic landscapes. **Herpetozoa**. v. 34, p. 265 – 270. 2021.
- BOVO, R.P.; NAVAS, C. A.; TEJEDO, M.; VALENÇA, S. E. S.; GOUVEIA, S. F. Ecophysiology of Amphibians: Information for Best Mechanistic Models. **Diversity**. v. 10, n. 4, p.118. 2018.
- BURGGREN, W. W.; WARBURTON, S. Amphibians as animal models for laboratory research in physiology. **ILAR Journal**. v. 48, n. 3, p. 260 – 269. 2007.
- CHAVES, M. S. *et al.* Environmental and abiotic factors interfere in *Leptodactylus macrosternum* (Anura, Leptodactylidae) reproduction despite no changes in sexual hormones levels. **Society and Development**. v. 10, n. 8. 2021.
- CHINATHAMBY, K. A.; REINA, R. D.; BAILEY, P. C. E.; LEES, B. K. Effects of salinity on the survival , growth and development of tadpoles of the brown tree frog, *Litoria ewingii*. **Australian Journal of Zoology**. v. 54, p. 97 – 105. 2006.
- CHUANG M. F. *et al.* Increasing salinity stress decreases the thermal tolerance of amphibian tadpoles in coastal areas of Taiwan. **Scientific Reports**. v. 12, n. 1, mai. 2022.
- COSTA, G. M. da; PEREIRA, J. D. S.; MARTINS, M. L. L.; AONA, L. Y. S. Florística

em fitofisionomias de restinga na Bahia, nordeste do Brasil. **Journal of Neotropical Biology**. v. 15, n. 2, p. 78 – 95. 2018.

DE MELO, L. S. O.; GONÇALVES-SOUZA, T.; GAREY, M. V.; CERQUEIRA, D. Tadpole species richness within lentic and lotic microhabitats: an interactive influence of environmental and spatial factors. **Herpetological Journal**. v. 27, n. 4. 2017.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibia**. The John Kopkins University Press. 1994.

FATORELLI, P.; ROCHA, C. D. O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? quarenta anos de busca por padrões. **Oecologia Brasileira**. v. 12, n. 4, p. 733–742. 2008.

FERREIRA, A. C.; CASCON, P.; MATTHEWS-CASCON, H. Occurrence and egg-laying of *Leptodáctylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 in mangrove habitat in Ceará, Northeast Brazil. **Herpetology Notes**. v. 12, p. 865 – 868, ago. 2019.

FREITAS, J. S.; TERESA, F. B.; ALMEIDA, E. A. Influence of temperature on the antioxidant responses and lipid peroxidation of two species of tadpoles (*Rhinella schneideri* and *Physalaemus nattereri*) exposed to the herbicide sulfentrazone (Boral 500SC®). **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 197, p. 32 – 44. 2017.

GOMEZ-MESTRE, I.; TEJEDO, M.; RAMAYO, E.; ESTEPA, J. Developmental alterations and osmoregulatory physiology of a larval anuran under osmotic stress. **Physiological and Biochemical Zoology**. v. 77, n. 2, p. 267 – 274. 2004.

GRÖZINGER, F.; FELDHAAR, H.; THEIN, J.; RÖDEL, M. O. Testing the impact of environmental conditions and matriline on tadpole developmental traits in the European Common Frog, *Rana temporaria*, in the field. **Salamandra**. v. 54, n. 3, p. 201 – 209. Ago. 2018.

HAMERLÍK, L.; SVITOK, M.; NOVIKMEC, M.; OČADLÍK, M.; BITUŠÍK, P. Local, among site, and regional diversity patterns of benthic macroinvertebrates in high altitude waterbodies: do ponds differ from lakes?. **Hydrobiologia**. v. 723, p. 41–52. 2013.

HANGARTNER, S.; ANSSI, L.; RÄSÄNEN, K. Adaptive divergence of the moor frog (*Rana arvalis*) along an acidification gradient. **BMC Evolutionary Biology**. v. 11, n. 366. 2011.

HOPKINS, G. R.; BRODIE, E. D. Occurrence of amphibians in saline habitats: A review and evolutionary perspective. **Herpetological Monographs**. v. 29, n. 1, p. 1 – 27. 2015.

HSU, W. T.; WU, C. S.; HATCH, K. A.; CHANG, Y. M.; KAM, Y. C. Full compensation of growth in salt-tolerant tadpoles after release from salinity stress. **Journal of Zoology**. v. 304, n. 2, p. 141 – 149. 2017.

HUA, J.; PIERCE, B. A. Lethal and sublethal effects of salinity on three common

texas amphibians. **Copeia**. n. 3, p. 562 – 566. 2013.

JACINTO, M. A. S.; CORREIA, G. K. F.; COELHO-FILHO, M. H. C.; PRAZERES, M. S.; SILVA, B. C. Determinação de salinidade em estruturas metálicas localizadas no centro histórico na cidade de São Luís – MA. **Enciclopédia Biosfera**. Jandaia-GO, v.17, n.33, p. 153. 2020.

KEARNEY, B. D.; BYRNE, P. G.; REINA, R. D. Larval tolerance to salinity in three species of australian anuran: An indication of saline specialisation in *Litoria aurea*. **PLoS ONE**. v. 7, n. 8, p. 1 – 6. 2012.

KEARNEY, B. D.; PELL, R. J.; BYRNE, P. G.; REINA, R. D. Anuran larval developmental plasticity and survival in response to variable salinity of ecologically relevant timing and magnitude. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology**. v. 321, n. 10, p. 541 – 549. 2014.

KRISHNAMURTHY, S. V. Amphibian assemblages in undisturbed and disturbed areas of Kudremukh National Park, central Western Ghats, India. **Environmental Conservation**. v. 30, n. 3, p. 274 – 282. 2003.

LOP, S.; CALDART, V. M.; SANTOS, T. G.; CECHIN, S. Z. What is the role of heterogeneity and spatial autocorrelation of ponds in the organization of frog communities in southern Brazil?. **Zoological Studies**. v. 51, n. 7, p. 1094 – 1104. 2012.

MARQUES, N. C. S.; RATTIS, L.; NOMURA, F. Local environmental conditions affecting anuran tadpoles' microhabitat choice and morphological adaptation. **Marine and Freshwater Research**. Clauton, v. 70, n. 3, p. 395 – 401. 2019.

MATAVELLI, R.; CAMPOS, A. M.; SANTOS, C. L.; DE ANDRADE, G. V. Anuran community in a neotropical natural ecotone. **Herpetology Notes**. v. 12, p. 1145–1156, nov. 2019.

MEDEIROS, E. S. F.; NOIA, N. P.; ANTUNES, L. C.; MELO, T. X. Zooplankton composition in aquatic systems of semi-arid Brazil: Spatial variation and implications of water management. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 6, n. 4, p. 290 – 302. 2011.

MIRA MENDES, C. V. et al. Efeito do aumento da temperatura na interação predador-presa entre larvas de besouros e girinos. In: **Anais do IX Congresso Brasileiro de Herpetologia**. Campinas. 2019.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema - prático e flexível - ou uma injeção a mais de caos?. **Rodriguésia**. v. 60, n. 2, p. 237–258. 2009.

PURNIMA, P. G.; BRADLEY R. A. Interaction between biotic and abiotic factors determines tadpole survival rate under natural conditions. **Écoscience**. v. 13, n. 3, p. 413 – 421. 2006. DOI: 10.2980/i1195-6860-13-3-413.1

RAMOS, J. C. B.; GLOAGUEN, T. V.; SANTOS, G. B.; POELKING, E. L.; COSTA, O. D. V. Aspectos geomorfológicos e hidrográficas da Serra da Jiboia, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 13, n. 5, p. 2241 – 2254. 2020.

ROWE, C. L.; HOPKINS, W. A.; BRIDGES, C. M. Physiological Ecology of Amphibians in Relation to Susceptibility to Natural and Anthropogenic Factors. In: LINDER, G.; CREST, S.; SPARLING, D. W. (eds). **Amphibian Decline: An Integrated Analysis of Multiple Stressor Effects**. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). 2003.

SIMÕES, N. R.; RIBEIRO, S. M. M. S.; SONODA, S. L. Diversity and structure of microcrustacean assemblages (Cladocera and Copepoda) and limnological variability in perennial and intermittent pools in a semi-arid region, Bahia, Brazil. **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 101, n. 4, p. 317 – 324. 2011.

SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia). **Banco de dados geo-ambientais**. 2015. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em 25 julho 2021.

VALLEJOS, J. G.; GRAFE, T. U.; WELLS, K. D. Factors influencing tadpole deposition site choice in a frog with male parental care: An experimental field study. **Ethology**. v.125, p. 29 – 39. 2019.

VILELA, V. M. F. N.; BRASSALOTI, R. A.; BERTOLUCI, J. Anuran fauna of the restinga forest of the Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Southeastern Brazil: species composition and breeding site utilization. **Biota Neotrop**. v. 11, n. 1, p. 83 – 93. 2011.

WACHLEVSKI, M.; ERDTMANN, L. K.; GARCIA, P. C. A. Anuran amphibians in an Atlantic Forest area at Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brazil. **Biotemas**. v. 27, n. 2, p. 97. 2014.

WELCH, A. M.; BRALLEY, J. P.; REINING, A. Q.; INFANTE, A. M. Developmental stage affects the consequences of transient salinity exposure in toad tadpoles. **Integrative and Comparative Biology**. v. 59, n. 4, p. 1114 –1127. 2019.

WOOLRICH-PIÑA, G. A.; *et al.* Effects of salinity and density on tadpoles of two anurans from the Río Salado, Puebla, Mexico. **Journal of Herpetology**. v. 49, n. 1, p. 17–22. 2015.

WU, C. S.; KAM, Y. C. Effects of salinity on the survival, growth, development, and metamorphosis of *Fejervarya limnocharis* tadpoles living in brackish water. **Zoological Science**. v. 26, n. 7, p. 476 – 482. 2009.

ZOCCA, C.; TONINI, J. F. R.; FERREIRA, R. B. Uso do espaço por anuros em ambiente urbano de Santa Teresa, Espírito Santo. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 35, p. 105–117. 2014.