



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SELEÇÃO DE HABITAT DE *Physalaemus cuvieri*
(Fitzinger, 1826) EM UMA PAISAGEM ANTROPIZADA NO EXTREMO OESTE
PARANAENSE**

CARLOS EDUARDO VILLAR SANTOS

Foz do Iguaçu
2025

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SELEÇÃO DE HABITAT DE *Physalaemus cuvieri*
(Fitzinger, 1826) EM UMA PAISAGEM ANTROPIZADA NO EXTREMO OESTE
PARANAENSE**

CARLOS EDUARDO VILLAR SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Latino-Americano de
Ciências da Vida e da Natureza da
Universidade Federal da Integração Latino-
Americana, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Ciências Biológicas
- Ecologia e Biodiversidade

Orientador: Dr. Michel Varajão Garey

Foz do Iguaçu
2025

CARLOS EDUARDO VILLAR SANTOS

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SELEÇÃO DE HABITAT DE *Physalaemus cuvieri*
(Fitzinger, 1826) EM UMA PAISAGEM ANTROPIZADA NO EXTREMO OESTE
PARANAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Latino-Americano de
Ciências da Vida e da Natureza da
Universidade Federal da Integração Latino-
Americana, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Ciências Biológicas
- Ecologia e Biodiversidade

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Michel Varajão Garey
UNILA

Prof. Dr. Alexandre Vogliotti
UNILA

Prof. Dr. Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior
UNILA

Foz do Iguaçu, 13 de março de 2025.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, meus padrinhos e minha vó, que sempre acreditaram em mim, incentivaram meus estudos e me ensinaram o valor do conhecimento e das conexões que criamos ao longo da vida. Sem vocês, eu jamais teria chegado até aqui. Obrigado por todo amor, apoio e paciência ao longo desses anos.

Aos que me acolheram em Foz do Iguaçu, Heloísa e Vinicius, que foram minha família nos primeiros anos longe de casa. Vocês me deram suporte, dividiram momentos de alegria e me ajudaram muito. Vocês são como irmãos para mim, e levarei essa gratidão para sempre.

Ao meu amor e companheiro de vida, Felipe, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, incentivando e me ajudando a seguir em frente. Obrigado por ser minha fortaleza nos dias difíceis, por me motivar nos desafios e por compartilhar comigo essa jornada de aprendizado e crescimento. Seu carinho, paciência e parceria foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

A Letícia, Lauren, Paola, Viviana e Raquel, que estiveram comigo e tornaram essa jornada mais leve. Obrigado por ouvirem minhas reclamações, compartilharem suas experiências e, principalmente, por nunca me deixarem sozinho nos momentos difíceis. Nosso grupo foi essencial para que eu seguisse em frente.

Aos meus amigos Hector e Nikolle, que conquistaram um espaço especial no meu coração. Vocês são pessoas incríveis, e sou imensamente grato por toda a ajuda, pelos momentos e por cada conversa que tornava o dia melhor.

Aos meus queridos amigos e veteranos Dennis, Gabi, Larissa, Aghata, Laura, Stephanie, Allan, Eric e outros, que foram fundamentais na minha trajetória acadêmica e pessoal. Agradeço pelo acolhimento, pelas trocas de conhecimento, pelo apoio e pelas risadas que tornaram essa caminhada muito mais especial.

Aos professores que me guiaram ao longo da graduação, em especial ao meu orientador Michel, por sua paciência e ensinamentos.

E, por fim, um agradecimento especial a todas as pessoas que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada, mesmo que seus nomes não estejam aqui. Cada conversa, conselho, palavra de incentivo e gesto de carinho contribuíram para que eu chegasse até esse momento. Sem ajuda, ninguém chega a lugar nenhum, e eu sou profundamente grato por todos que cruzaram meu caminho e me ajudaram.

RESUMO

A crescente urbanização e as mudanças no uso do solo afetam significativamente os ecossistemas locais, inclusive os habitats aquáticos, e a paisagem circundante, impactando assim a biodiversidade e a distribuição espacial das espécies. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência das características ambientais locais, da paisagem e de fatores climáticos na ocupação e abundância de *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826) em uma paisagem antropizada no extremo oeste do Paraná. Para isso, girinos de *P. cuvieri* foram amostrados em 44 corpos d'água ao longo de um gradiente de cobertura do solo, variando de áreas florestais até ambientes urbanos nos municípios de Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu. Modelos de ocupação e abundância foram aplicados para avaliar os fatores que influenciam a distribuição da espécie, utilizando o Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc) para seleção dos melhores modelos preditivos. *P. cuvieri* foi registrada em 23 corpos d'água (51,11%), com abundância variando de 2 a 187 indivíduos. A profundidade dos corpos d'água foi a principal variável associada à ocupação dos habitats aquáticos por *P. cuvieri*, apresentando uma relação inversa: corpos d'água mais profundos tiveram menor probabilidade de ocupação. Em relação à abundância, os modelos sugeriram que nenhuma variável testada teve forte influência, indicando uma influência dos processos estocásticos e, potencialmente, de variáveis ambientais não mensuradas podem desempenhar um papel importante na variação espacial da abundância de *P. cuvieri* ao longo do gradiente de cobertura do solo. Além disso, as variáveis climáticas avaliadas, como temperatura e precipitação, não tiveram efeito significativo na ocupação e na abundância. A ausência de relação significativa entre a ocupação da espécie e as características da paisagem circundante indica que *P. cuvieri* apresenta uma elevada plasticidade ecológica, sendo capaz de ocupar corpos d'água inseridos em diferentes matrizes ambientais. No entanto, a preferência por habitats mais rasos sugere que fatores como temperatura da água, disponibilidade de recursos e risco de predação influenciam sua seleção de habitat. Esses achados reforçam a importância de conservar corpos d'água rasos nas diferentes paisagens e, também a relevância de investigar a influência de fatores bióticos, como predação e competição, além de aspectos físico-químicos da água, para uma compreensão mais abrangente dos padrões de ocupação e abundância da espécie.

Palavras chave: abundância; ocupação; profundidade; seleção de habitat; variáveis ambientais.

RESUMEN

La creciente urbanización y los cambios en el uso del suelo afectan significativamente a los ecosistemas locales, incluidos los hábitats acuáticos y el paisaje circundante, impactando así la biodiversidad y la distribución espacial de las especies. En este contexto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de las características ambientales locales, del paisaje y de factores climáticos en la ocupación y abundancia de *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826) en un paisaje entropizado en el extremo oeste de Paraná. Para ello, se muestrearon renacuajos de *P. cuvieri* en 44 cuerpos de agua a lo largo de un gradiente de cobertura del suelo, que abarcó desde áreas boscosas hasta entornos urbanos en los municipios de Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu y São Miguel do Iguaçu. Se aplicaron modelos de ocupación y abundancia para evaluar los factores que influyen en la distribución de la especie, utilizando el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas. Se registró la presencia de *P. cuvieri* en 23 cuerpos de agua (51,11%), con una abundancia que varió entre 2 y 187 individuos. La profundidad de los cuerpos de agua fue la principal variable asociada con la ocupación de los hábitats acuáticos por *P. cuvieri*, mostrando una relación inversa: los cuerpos de agua más profundos presentaron una menor probabilidad de ocupación. En cuanto a la abundancia, los modelos sugirieron que ninguna de las variables evaluadas tuvo una influencia significativa, lo que indica que los procesos estocásticos y, potencialmente, variables ambientales no medidas pueden desempeñar un papel importante en la variación espacial de la abundancia de *P. cuvieri* a lo largo del gradiente de cobertura del suelo. Además, las variables climáticas analizadas, como la temperatura y la precipitación, no tuvieron un efecto significativo en la ocupación ni en la abundancia. La ausencia de una relación significativa entre la ocupación de la especie y las características del paisaje circundante sugiere que *P. cuvieri* presenta una alta plasticidad ecológica, siendo capaz de habitar cuerpos de agua insertos en distintas matrices ambientales. No obstante, la preferencia por hábitats más someros indica que factores como la temperatura del agua, la disponibilidad de recursos y el riesgo de depredación pueden influir en su selección de hábitat. Estos hallazgos refuerzan la importancia de conservar cuerpos de agua poco profundos en los distintos paisajes, así como la relevancia de investigar la influencia de factores bióticos, como la depredación y la competencia, además de los aspectos físico-químicos del agua, para lograr una comprensión más amplia de los patrones de ocupación y abundancia de la especie.

Palabras clave: abundancia; ocupación; profundidad; selección de hábitat; variables ambientales.

ABSTRACT

The increasing urbanization and changes in land use significantly affect local ecosystems, including aquatic habitats and the surrounding landscape, thus impacting biodiversity and the spatial distribution of species. In this context, this study aimed to evaluate the influence of local environmental characteristics, landscape features, and climatic factors on the occupancy and abundance of *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826) in a human-modified landscape in the extreme west of Paraná. To achieve this, *P. cuvieri* tadpoles were sampled in 44 water bodies along a land cover gradient, ranging from forested areas to urban environments in the municipalities of Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, and São Miguel do Iguaçu. Occupancy and abundance models were applied to assess the factors influencing the species' distribution, using the corrected Akaike Information Criterion for small samples (AICc) to select the best predictive models. *P. cuvieri* was recorded in 23 water bodies (51.11%), with abundance ranging from 2 to 187 individuals. Water body depth was the main variable associated with the occupancy of aquatic habitats by *P. cuvieri*, showing an inverse relationship: deeper water bodies had a lower probability of occupancy. Regarding abundance, the models suggested that none of the tested variables had a strong influence, indicating that stochastic processes and potentially unmeasured environmental variables may play an important role in the spatial variation of *P. cuvieri* abundance along the land cover gradient. Additionally, the evaluated climatic variables, such as temperature and precipitation, did not have a significant effect on occupancy and abundance. The absence of a significant relationship between species occupancy and the characteristics of the surrounding landscape indicates that *P. cuvieri* exhibits high ecological plasticity, being able to occupy water bodies within different environmental matrices. However, the preference for shallower habitats suggests that factors such as water temperature, resource availability, and predation risk influence its habitat selection. These findings reinforce the importance of conserving shallow water bodies across different landscapes and highlight the relevance of investigating the influence of biotic factors, such as predation and competition, as well as the physicochemical aspects of water, for a more comprehensive understanding of the species' occupancy and abundance patterns.

Key words: abundance; depth; environmental variables; habitat selection; occupancy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Brasil (verde escuro), do Paraná (verde claro) e no detalhe os limites geográficos dos municípios de Foz do Iguaçu (amarelo), Santa Terezinha de Itaipu (vermelho) e São Miguel do Iguaçu (laranja).....	15
Figura 2 - Mapa dos pontos de coleta dos girinos de <i>Physalaemus cuvieri</i>	17
Figura 3 - Distribuição dos pontos de coleta, com detalhes das classes de cobertura do solo em um buffers com raio de 1000 metros ao redor de cada ponto	19
Figura 4 - Representante de <i>Physalaemus cuvieri</i> em fase girino e adulto.....	20
Figura 5 - Gráfico da relação da ocorrência da espécie <i>Physalaemus cuvieri</i> sobre a variável local de profundidade em centímetros (cm).	25
Figura 6 - Gráfico da abundância de <i>Physalaemus cuvieri</i> pela área ocupada por formação florestal.....	29
Figura 7 - Gráfico da Abundância de <i>Physalaemus cuvieri</i> pela variável local de profundidade em centímetros.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2. DELINEAMENTO	15
3.3. ANÁLISE DOS DADOS	20
4 RESULTADOS	24
5 DISCUSSÃO	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A frequente fragmentação florestal e a perda de habitat geram evidentes alterações da paisagem e heterogeneidade dos ambientes aquáticos e terrestres, sendo algumas das principais causas apontadas para a perda da biodiversidade mundial, inclusive de anfíbios (RYBICKI, *et. al.*, 2020; LUEDTKE *et al.*, 2023; CANDIOTI *et. al.*, 2023). Esse fenômeno ocorre em função da crescente demanda por recursos naturais e espaço para o desenvolvimento de atividades econômicas não sustentáveis, (e.g., expansão de áreas urbanas e agrícolas), que influenciam e alteram as dinâmicas ecológicas, além da seleção de habitats pelas espécies (PITÉ *et al.*, 1996; GREEN, 2003; LARANJEIRA, 2012).

A teoria da seleção de habitat busca compreender a distribuição dos organismos em diferentes habitats e escalas, buscando prever como gradientes ambientais, gradientes de uso e cobertura de solo e mudanças na estrutura dos habitats locais podem modificar a composição das comunidades e a distribuição das espécies (MONTGOMERY & ROLOFF, 2017). Segundo essa teoria, os organismos selecionam os habitats que irão ocupar de acordo com as condições ambientais, a disponibilidade de recursos necessários para sua sobrevivência e reprodução e pelas interações potenciais com outras espécies (ROSENZWEIG, 1981; JONES, 2001), sendo estes processos mediados pela limitação na capacidade de dispersão (STAMPS *et al.*, 2005). De maneira geral, os organismos preferem habitats que forneçam recursos em abundância, tais como: alimento, água, parceiros reprodutivos e abrigo.

A seleção de habitat pode ser influenciada pelas forças que moldam e regulam a estrutura e a dinâmica dos habitats, como a frequência e intensidade de perturbações, intensidade da competição e o risco de predação (MENGE & SUTHERLAND, 1987). Estas interações podem influenciar as espécies a selecionar habitats mais adequados, considerando desde aqueles que favorecem a função ontogenética até os que oferecem maior probabilidade de sobrevivência, evitando ocupar habitats com grandes chances de predação ou presença de potenciais competidores (POUGH *et al.*, 2004). Ademais, a paisagem existente entre os corpos d'água afeta diretamente na dispersão dos indivíduos, podendo afetar a seleção de habitat, as trocas demográficas e até mesmo isolar populações (COSGROVE *et al.*, 2017).

Os anfíbios representam um dos grupos mais afetados pela perda e degradação de habitats, refletindo sua alta sensibilidade às mudanças ambientais. Nos últimos 19 anos, houve um aumento de 40% no número de espécies de anfíbios classificadas como ameaçadas ou extintas, segundo a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), tornando esse grupo o mais ameaçado globalmente (LUEDTKE *et al.*, 2023). Essa vulnerabilidade está diretamente relacionada às suas características fisiológicas e ecológicas, como pele altamente permeável, ovos sem casca e um ciclo de vida dependente da disponibilidade de habitats aquáticos e terrestres (WELLS, 2007).

Atualmente, a diversidade global de anfíbios conhecida é de aproximadamente 8.600 espécies (Frost, 2023), das quais 1.188 ocorrem no Brasil (SEGALLA *et al.*, 2021), distribuídas entre as três ordens da classe Amphibia: Anura (rãs, sapos e pererecas), Gymnophiona (cecílias) e Caudata (salamandras). Dentro desse grupo, os anuros representam a maior diversidade e exercem um papel fundamental na regulação das comunidades ecológicas, atuando diretamente na ciclagem de nutrientes e na transferência de energia entre ecossistemas aquáticos e terrestres. Sua alta biomassa e abundância fazem deles componentes essenciais das redes tróficas, influenciando a estrutura e dinâmica das populações de organismos em diferentes níveis da cadeia alimentar (CORTÉZ-GÓMEZ & RUIZ-AGUDELO, 2015).

Enquanto predadores generalistas, os anuros controlam populações de invertebrados, consumindo besouros, formigas, aranhas e outros artrópodes, além de pequenos vertebrados, como outros anfíbios, aves e roedores (BERNARDE, 2012). Por outro lado, os anuros também desempenham um papel crucial como presas, sendo consumidos por invertebrados, principalmente aranhas, e por vertebrados, incluindo serpentes, aves e pequenos mamíferos (TOLEDO *et al.*, 2007). Dessa forma, além de regularem populações de presas, os anuros também contribuem para a estabilidade das cadeias tróficas como um elo essencial na transferência de energia entre diferentes níveis tróficos.

A redução das populações de anuros pode desencadear desequilíbrios ecológicos, impactando a abundância de predadores e presas em diferentes níveis da cadeia alimentar (VERBURG *et al.*, 2007; ROWLAND *et al.*, 2017). Estudos sugerem que a extinção local de anuros pode alterar significativamente os fluxos de energia em ecossistemas aquáticos e terrestres, influenciando a produção

primária, a decomposição da matéria orgânica e a estrutura das comunidades biológicas (WHILES *et al.*, 2006).

Entre os anuros, destacamos *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826), popularmente conhecida como rã-cachorro, espécie alvo deste estudo, pertence à família Leptodactylidae e amplamente distribuída na América do Sul, ocorrendo predominantemente no Brasil, Paraguai, Argentina e Bolívia (SANTOS & AMATO, 2021).

Sua distribuição geográfica abrange diversos biomas, como Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, sendo encontrada principalmente em áreas abertas, pastagens, margens de corpos d'água temporários e ambientes antropizados (VERBUG *et al.*, 2008; LEIVAS *et al.*, 2018; ROSSA-FERES *et al.*, 2024). Estudos recentes demonstram que sua distribuição espacial está fortemente ligada à disponibilidade de poças sazonais, especialmente no Cerrado brasileiro, onde a conectividade entre corpos d'água influencia sua ocupação (CAMPOS *et al.*, 2024).

Apesar da sua importância ecológica e ampla distribuição, o conhecimento sobre os padrões de seleção de habitat de muitas espécies de anuros ainda é limitado. Essa lacuna dificulta a compreensão de como esses organismos ocupam e utilizam diferentes ambientes, especialmente em paisagens modificadas pelo homem. A seleção de habitat pode ser influenciada por diversos fatores, como predação, competição, qualidade ambiental e disponibilidade de recursos, mas a complexidade das interações entre esses elementos, aliada à influência de processos estocásticos e a variação espacial e temporal das populações de anuros ainda não são totalmente compreendidas (ERETOVICK & BARATA, 2006; SILVEIRA *et al.*, 2023).

Os anuros são amplamente utilizados como bioindicadores da degradação ambiental, pois muitas espécies apresentam alta sensibilidade a perturbações e alterações no habitat. Parâmetros como fisiologia, morfologia, comportamento, presença ou ausência em determinados habitats, variação na abundância populacional e resposta a fatores ambientais são amplamente utilizados na avaliação da qualidade ambiental (OLIVEIRA, 2017). Embora diversas espécies de anuros sejam altamente vulneráveis a pequenas alterações ambientais e enfrentem riscos significativos de declínio populacional, algumas apresentam maior plasticidade ecológica, como a espécie alvo deste trabalho *P. cuvieri*, classificada como de "Baixa Preocupação" na Lista Vermelha da IUCN, o que indica que, apesar dos impactos

ambientais, sua população ainda não apresenta sinais de declínio global. No entanto, a degradação e perda de habitat continuam sendo ameaças relevantes para essa espécie e para a herpetofauna em geral, uma vez que mudanças na paisagem podem comprometer a disponibilidade de recursos, a conectividade entre populações e a adequação dos habitats para reprodução (STUART *et al.*, 2004; VANCINE, 2024).

É importante ressaltar que os anfíbios são indicadores da saúde dos ecossistemas, e o declínio de suas populações é um sinal alarmante de degradação ambiental (ALFORD & RICHARDS, 1999; LUEDTKE *et al.*, 2023). Dessa forma, a conservação das populações de anfíbios não é apenas essencial para a proteção desse grupo, mas também para a preservação dos ecossistemas como um todo. O entendimento sobre como essas espécies selecionam seus habitats é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação, permitindo a adoção de medidas mais adequadas para mitigar os impactos ambientais e proteger a biodiversidade. Uma das principais estratégias para a conservação de habitats é a criação de áreas protegidas, que têm como objetivo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais. No Brasil, diversas unidades de conservação desempenham esse papel, garantindo a proteção de habitats essenciais para a fauna anfíbia. Um exemplo relevante é o Parque Nacional do Iguaçu, localizado no oeste do Paraná, que abriga uma grande diversidade de espécies, incluindo anfíbios, sendo um exemplo de como a conservação de áreas naturais pode minimizar os impactos da degradação ambiental e contribuir para a manutenção das populações de anuros.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar se existe seleção de habitats aquáticos por *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826) ao longo de diferentes usos e cobertura de solo no extremo oeste do Paraná.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar os habitats locais (i.e., corpos d'água) e a paisagem circundante dos corpos d'água.
- b) Avaliar a existência de um padrão espacial na ocorrência de *P. cuvieri* em corpos d'água circundados por diferentes coberturas de solo.
- c) Investigar a influência das características locais do habitat, da paisagem circundante e dos fatores climáticos dos dias de amostragem na ocorrência e abundância de *P. cuvieri*.

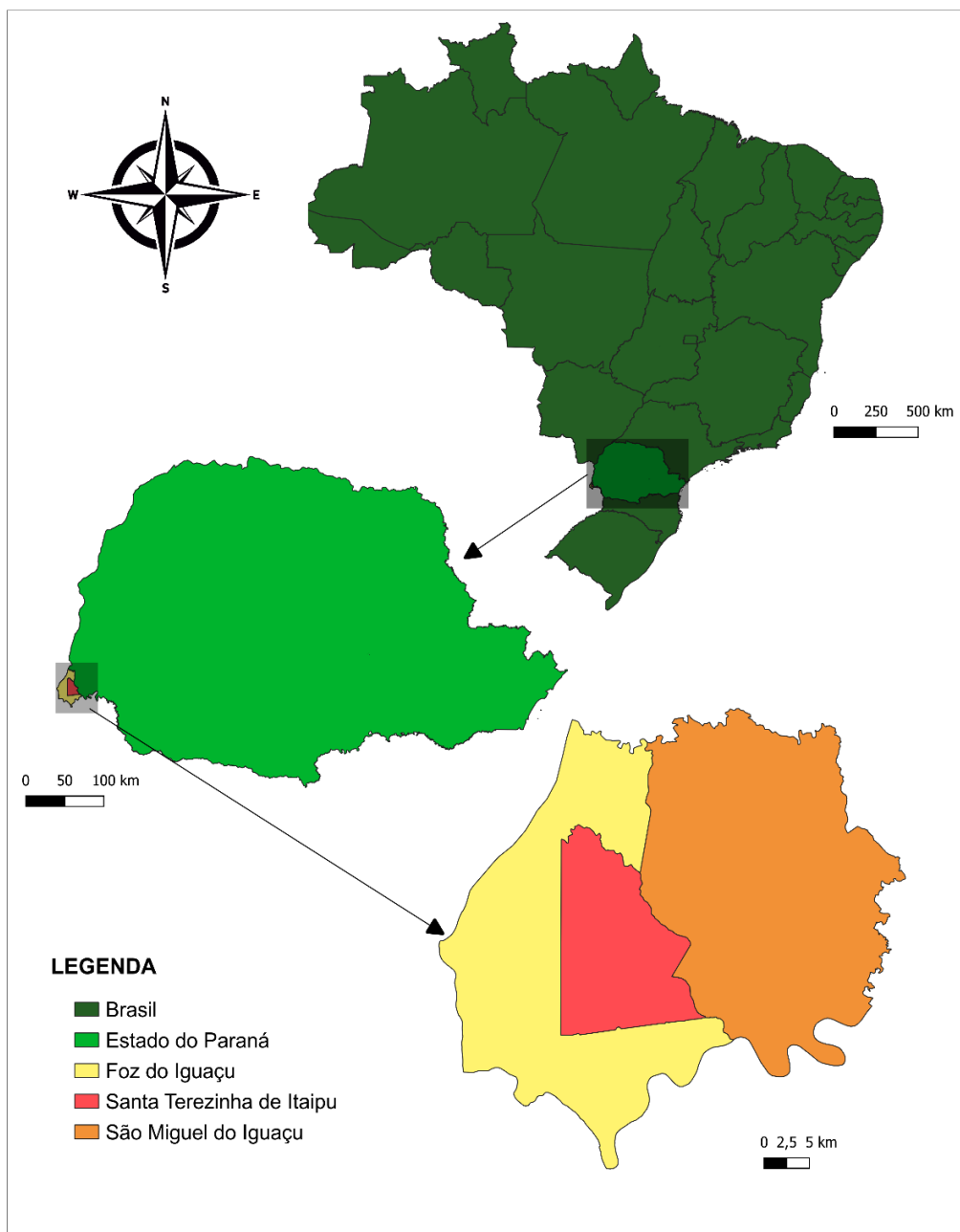
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área dos municípios de São Miguel do Iguaçu (25°20'52"S; 54°14'16"O), Foz do Iguaçu (25°32'49"S; 54°35'11"O) e Santa Terezinha de Itaipu (25°25'00"S; 54°25'00"O), localizados no extremo oeste do Paraná, Brasil (Figura 1). Cujas áreas territoriais e urbanizadas desses municípios são: São Miguel do Iguaçu com 851,917 km² e 13,5017 km², Foz do Iguaçu com 617,701 km² e 85,2285 km² e Santa Terezinha de Itaipu com 268,258 km² e 7,86 km² (IBGE, 2019). O clima da região estudada é classificado como subtropical úmido com verão quente (Cfa), com temperatura média anual variando entre 20° e 22°C, com grande amplitude térmica, e com volume médio anual de chuvas variando entre 1600 e 1900 mm (ALVARES *et al.*, 2013; CAVIGLIONE *et al.*, 2000).

A área de estudo está localizada morfoestruturalmente na bacia sedimentar, com chapadas e planaltos desenvolvidos sobre rochas sedimentares e sub horizontais, eventualmente dobradas e falhadas (IBGE, 2009). A divisão desta bacia sedimentar está localizada no terceiro planalto paranaense, que é subdividido em 18 subunidades de planaltos, sendo que o presente estudo foi desenvolvido no décimo oitavo planalto, denominado de Planalto de Foz do Iguaçu, com relevo suavemente inclinado e ondulado (SANTOS *et al.*, 2006). A vegetação dos municípios está inserida dentro do bioma da Mata Atlântica, na ecorregião da Floresta Estacional Semidecidual (SOS Mata Atlântica, 2019), a qual recobre grande parte da bacia hidrográfica Paraná III.

Figura 1 - Mapa do Brasil (verde escuro), do Paraná (verde claro) e no detalhe os limites geográficos dos municípios de Foz do Iguaçu (amarelo), Santa Terezinha de Itaipu (vermelho) e São Miguel do Iguaçu (laranja).



Fonte: o autor, 2025.

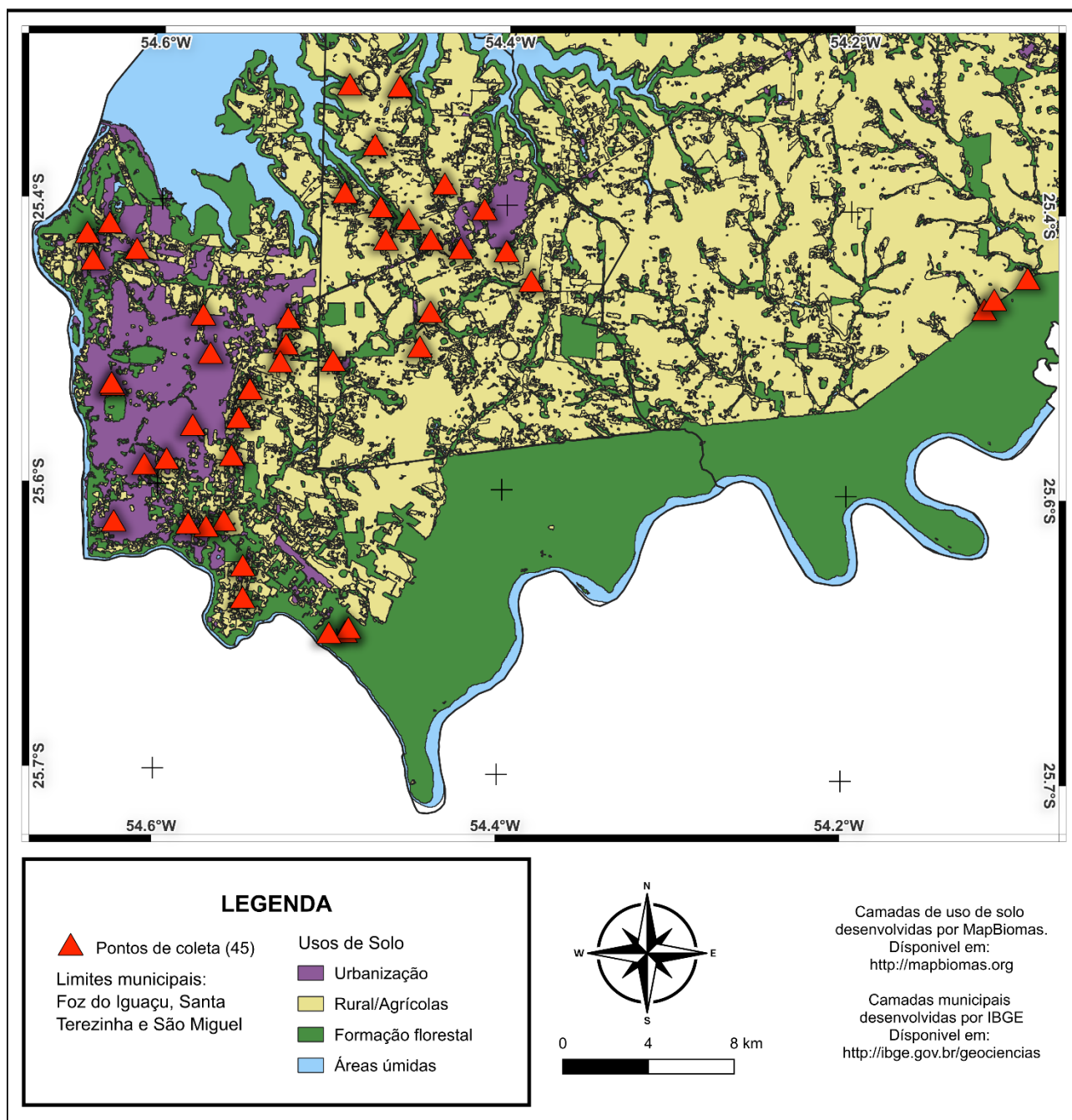
3.2. DELINEAMENTO

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma base de dados derivada de três estudos anteriores que aplicaram o mesmo protocolo de amostragem de dados em campo. O primeiro estudo foi realizado por Kardush (2019), que amostrou 20 corpos d'água lânticos permanentes, distribuídos em áreas rurais e periurbanas de

Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu. O segundo foi realizado por Souza (2021), onde foram amostrados 22 corpos d'água lênticos distribuídos na área urbana e periurbana de Foz do Iguaçu. No terceiro estudo, realizado no Parque Nacional do Iguaçu por Rosa (em preparação), foram amostrados 19 corpos d'água. O protocolo utilizado nesses estudos envolveu a coleta de girinos e adultos durante três momentos na estação mais quente e chuvosa: início (outubro/novembro), meio (dezembro/janeiro) e final (fevereiro/março). Em cada corpo d'água foram realizadas coletas diurnas com esforço de coleta de 1 hora por amostragem. No período noturno foi realizada a busca por anuros adultos para complementar e ajudar na identificação dos girinos. A busca noturna consistia na caminhada pelo perímetro do corpo d'água realizando a busca visual pelos anuros adultos. Além da coleta dos anfíbios, em todos os estudos, na amostragem do meio da estação quente e chuvosa foi realizada a amostragem de variáveis abióticas dos corpos d'água.

A partir desta base de dados, realizamos uma triagem dos pontos e obtivemos para este estudo 45 corpos d'água (Figura 2). A triagem foi realizada visando reduzir a sobreposição espacial da paisagem entre os pontos de amostragem. Para evitar redundância espacial, quando havia sobreposição considerando um buffer de 500m, realizou-se um sorteio entre os ambientes com sobreposição para aleatorizar e definir qual ponto foi mantido na base de dados utilizada no presente estudo. Este procedimento foi adotado para obter uma maior independência espacial entre as unidades amostrais.

Figura 2 - Mapa dos pontos de coleta dos girinos de *Physalaemus cuvieri*. Os corpos d'água (em triângulos em vermelho) estão localizados nos municípios de Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu, oeste do Paraná. O mapa também mostra as classes de cobertura do solo: Urbanização (roxo), rural/Agrícolas (Verde Claro), formação florestal (verde escuro), áreas úmidas (azul claro).



Fonte: o autor, 2025.

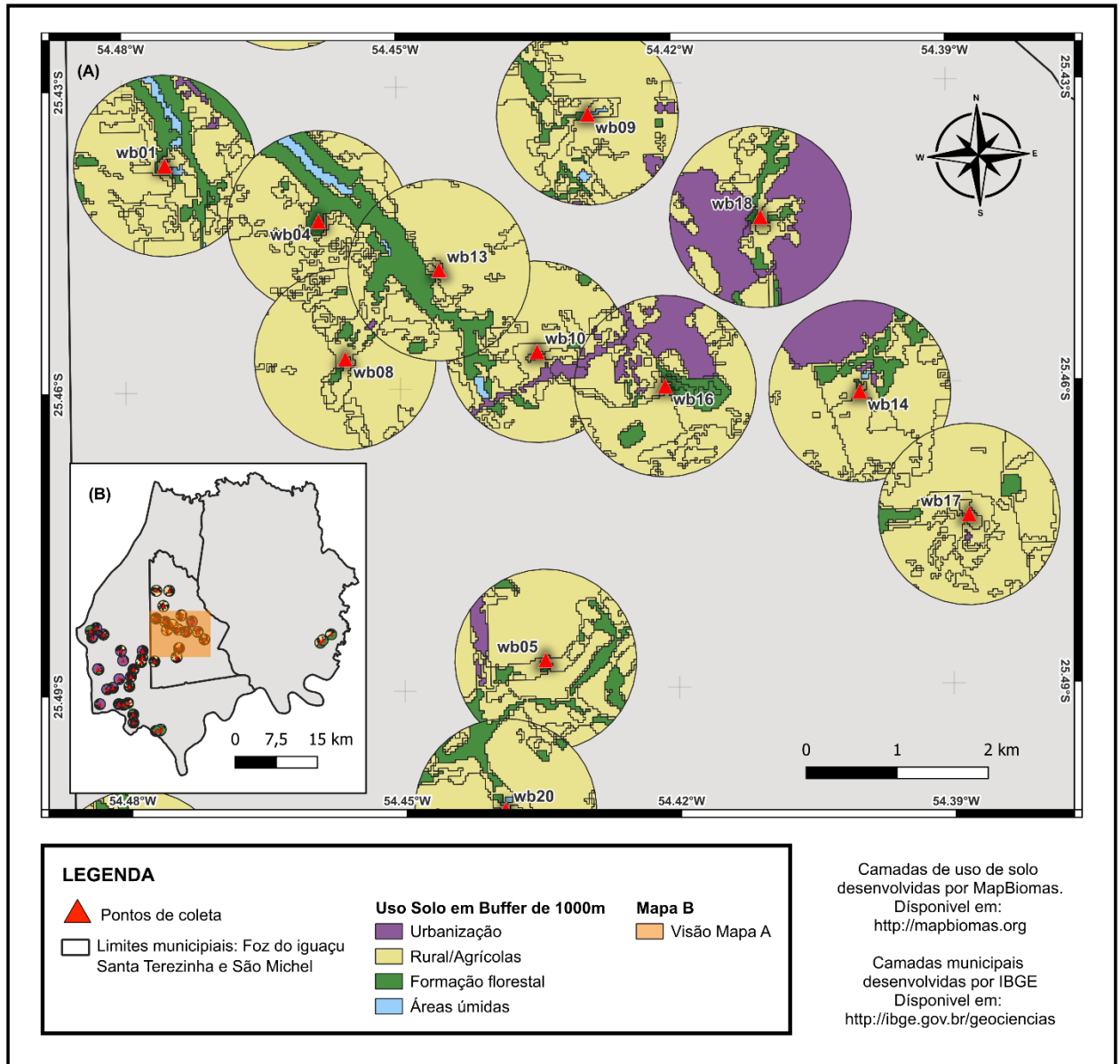
Neste estudo, foram avaliados três conjuntos de variáveis da estrutura do habitat: locais, da paisagem e espaciais. As variáveis locais foram obtidas diretamente nos trabalhos de Kardush (2019), Souza (2021) e Rosa (em preparação).

No primeiro grupo foram consideradas variáveis locais: (i) área em m², calculada a partir da figura geométrica mais próxima do formato do corpo hídrico; (ii) profundidade máxima, determinada utilizando fita métrica; (iii) percentual de vegetação no espelho d'água; e (iv) cobertura do dossel. A cobertura do dossel foi estimada por meio de cinco fotografias tiradas em alturas padrão (aproximadamente 1,4 m do solo) para cada corpo d'água. As fotos foram tiradas com uma câmera apontada do solo para a copa das árvores, foram quatro em pontos cardeais e uma no centro do corpo d'água. As imagens adquiridas foram posteriormente analisadas no software Image J para estimar a fração (i.e., porcentagem) de dossel visível.

Para a caracterização da paisagem circundante de cada corpo d'água utilizou-se a base de dados do MapBiomas (SOUZA *et al.*, 2020). A escolha na utilização deste recurso visou garantir a padronização dos dados, e a replicação do estudo, por se tratar de uma base de dados internacional. Ao redor de cada corpo d'água foram constituídos buffers de 1.000 metros de raio (Figura 3) para obtenção das variáveis da paisagem, que influenciam no processo de dispersão e podem estar associadas à seleção de habitats pelos anfíbios. Desta forma, a inclusão de variáveis da paisagem permite uma análise integradora do uso e ocupação dos habitats pelos anfíbios, por analisar diferentes escalas espaciais e levando em consideração a mobilidade desses animais e a extensão do habitat que eles podem utilizar. Na região estudada, o MapBioma classifica nove classes de uso do solo, mas, para fins de análise, algumas dessas categorias foram agrupadas para formar classes mais amplas e ecologicamente relevantes. Assim, trabalhamos com quatro classes principais: 1. urbanização, que englobou as áreas classificadas como não vegetadas e urbanas; 2. rural/agrícola, composta por áreas de agricultura, mosaico de usos e pastagens; 3. floresta, que inclui tanto áreas florestais quanto de silvicultura; e 4. áreas úmidas, abrangendo banhados, rios e lagos. A quantificação dessas classes foi realizada dentro dos buffers estabelecidos ao redor dos pontos amostrados, permitindo avaliar a influência do uso do solo sobre a ocorrência e abundância de girinos de *Physalaemus cuvieri* (Figura 4).

As variáveis climáticas foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A partir da data de coleta, foram obtidos os dados climáticos diários, sendo eles: temperatura máxima e mínima em graus celsius (°C) e precipitação total do dia em milímetro (mm).

Figura 3 - Distribuição dos pontos de coleta, com detalhes das classes de cobertura do solo em um buffers com raio de 1000 metros ao redor de cada ponto. A) Representação do uso do solo nos buffers de 1000 metros, categorizado em: Urbanização (roxo), Áreas rurais e agrícolas (verde claro), Formação florestal (verde escuro) e Áreas úmidas (azul claro). B) Localização dos corpos d'água nos municípios de Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu, no oeste do Paraná. Visão do Mapa A (em laranja).



Fonte: o autor, 2025.

Figura 4 - Representante de *Physalaemus cuvieri* em fase girino e adulto



Fonte: a) autor, 2025; b) Santos, TG. 2022. Girinos do Pampa. Base de dados eletrônica acessível em: <https://girinosdopampa.com>. Versão 1.0 (Acesso em: 8 mar. 2025);

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliar a ocupação dos corpos d'água por *Physalaemus cuvieri*, utilizou-se o Modelo de Ocupação e Abundância (KELLNER *et al.*, 2023) implementado no pacote *unmarked* (KELLNER *et al.*, 2023) do software R (R Core Team, 2024). A abordagem utilizada foi o modelo de ocupação para dados de detecção e não detecção em cada corpo d'água (KELLNER *et al.*, 2023). Utilizamos também o modelo Royle-Nichols para os dados de abundância dos girinos em cada corpo d'água, o qual explora a relação entre a abundância e a probabilidade de detecção da espécie para estimar a abundância em dados de detecção e não detecção (KELLNER *et al.*, 2023). Esse tipo de modelo permite estimar a probabilidade de ocupação de uma espécie considerando a detecção imperfeita (FISKE & CHANDLER, 2011). Previamente a implementação da análise, verificamos a presença de multicolinearidade entre as variáveis ambientais. Para tanto, foi aplicada a análise de Variance Inflation Factor (VIF), considerando variáveis com valor de VIF superior a 3 como multicolineares, utilizando a função “*vifstep*” do pacote *usdm* (NAIMI *et al.*, 2014). Como resultado, a variável da paisagem que representa a área ocupada por usos rurais foi removida, ou seja, não foi incluída nas análises posteriores. Posteriormente, as variáveis ambientais locais e da paisagem foram padronizados para remover efeitos da escala e unidade de medida entre elas, utilizando o método de padronização pelo Z-score do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*,

2025), tornando as variáveis dimensionalmente homogêneas ao ficarem com média zero e desvio-padrão igual a um.

Os modelos de uso e ocupação foram construídos a partir de uma matriz de abundância, contendo o número de indivíduos de *P. cuvieri* registrados em cada ponto amostrado por dia de amostragem, uma matriz com os dados climáticos por dia de coleta, uma matriz contendo as variáveis ambientais locais e da paisagem. Para integrar as informações à análise, utilizou-se a função “*unmarkedFrameOccu*”, que combinou os dados de abundância com variáveis locais, variáveis da paisagem e variáveis climáticas associadas às amostragens. Essa estrutura permitiu testar diferentes modelos de ocupação para estimar a probabilidade de ocorrência da espécie e avaliar a influência das variáveis ambientais sobre sua distribuição espacial (função “*occu*” do *unmarked*) e a distribuição na abundância entre os corpos d’água (função “*occuRN*” do *unmarked*). No total foram construídos 52 modelos elaborados a priori, sendo 26 para ocupação e 26 para abundância (Tabela 1). Os 26 modelos utilizados para ambas as variáveis-resposta foram os mesmos. Os modelos construídos foram: (i) modelos nulos, tanto para as variáveis fixas como as aleatórias, modelo com os quais não incluíram covariáveis; (ii) modelos com todas as variáveis locais (i.g., área, profundidade, cobertura vegetal, dossel); (iii) modelos contendo todas as variáveis da paisagem (i.g., urbanização, formação florestal, áreas úmidas); (iv) modelos com variáveis climáticas (precipitação, temperatura mínima e máxima); e (v) modelos combinando múltiplas covariáveis ambientais e climáticas.

Nota: Variáveis climáticas: temperatura Máxima, temperatura mínima e precipitação total; variáveis da paisagem: urbanização, formação florestal, áreas úmidas; Variáveis locais: área, profundidade, vegetação, cobertura do dossel

A seleção do melhor ou dos melhores modelos de ocupação e abundância foi realizada considerando os seguintes parâmetros: Critério de

Tabela 1. Modelos com as variáveis elaboradas para ocupação e abundância.

Modelo	Variáveis
Mod1	nulo
Mod2	profundidade
Mod3	vegetação
Mod4	dossel
Mod5	área
Mod6	formação florestal
Mod7	urbanização
Mod8	áreas úmidas
Mod9	variáveis locais (área + profundidade + vegetação + cobertura do dossel)
Mod10	variáveis da paisagem (urbanização, formação florestal, áreas úmidas)
Mod11	variáveis da paisagem + variáveis locais
Mod12	precipitação
Mod13	temperatura máxima
Mod14	temperatura mínima
Mod15	temperatura máxima + temperatura mínima
Mod16	variáveis climáticas (temperatura Máxima, temperatura mínima e precipitação)
Mod17	variáveis climáticas + área
Mod18	variáveis climáticas + profundidade
Mod19	variáveis climáticas + vegetação
Mod20	variáveis climáticas + dossel
Mod21	variáveis climáticas + urbanização
Mod22	variáveis climáticas + formação florestal
Mod23	variáveis climáticas + áreas úmidas
Mod24	variáveis climáticas + variáveis locais
Mod25	variáveis climáticas + variáveis da paisagem
Mod26	variáveis climáticas + variáveis da paisagem + variáveis locais

Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc) e os pesos de Akaike (*Akaike weights*). O AICc é uma medida de ajuste do modelo, onde valores menores indicam melhor adequação aos dados. Os pesos de Akaike são utilizados para quantificar a incerteza na seleção de modelos, representando a probabilidade de um modelo ser o mais adequado em comparação aos demais testados (BURNHAM & ANDERSON, 2002; BURNHAM *et al.*, 2011). A seleção do melhor modelo baseada no AICc, permite ranquear os modelos de acordo com sua verossimilhança estatística, complementarmente avaliamos os pesos de Akaike indicando o nível de suporte de

cada modelo ser o mais parcimonioso considerando os outros modelos (BURNHAM & ANDERSON, 2002; BURNHAM *et al.*, 2011). As probabilidades médias de ocupação e detecção foram extraídas dos modelos utilizando as funções *predict* e *ranef* do pacote *unmarked* (KELLNER *et al.*, 2023).

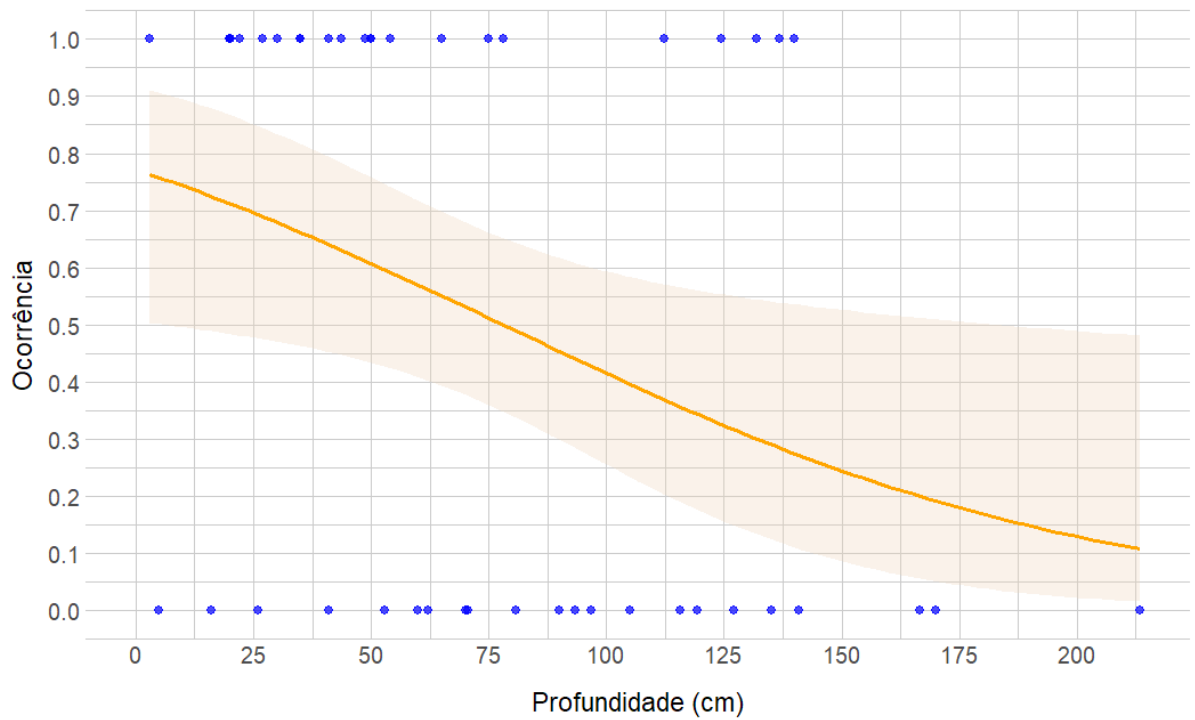
4 RESULTADOS

Physalaemus cuvieri foi detectado em 23 corpos d'água, representando 51,11% do total amostrado. No entanto, considerando a probabilidade de detecção imperfeita, o modelo Royle-Nichols estimou que a espécie pode estar presente em até 26 pontos. A abundância observada variou de 2 a 187 indivíduos nos corpos d'água. Os ambientes em que *P. cuvieri* foi encontrado apresentaram, em média, $2474,58 \pm 7962,93$ m² de área total, $59,26 \pm 41,89$ cm de profundidade, cobertura vegetal média de $52,31 \pm 37,48\%$, e dossel médio de $14,15 \pm 23,89\%$. Em relação às características da paisagem, os locais ocupados apresentaram, em média, $0,710 \pm 0,915$ Km² de área urbanizada, $0,514 \pm 0,485$ Km² de área formação florestal e $0,023 \pm 0,029$ Km² de áreas úmidas.

A análise dos modelos de ocupação baseados em detecção e não detecção evidenciou que o melhor modelo ($\Delta AICc < 2$) para prever a variação na ocupação dos corpos d'água por *P. cuvieri* conteve o parâmetro de ocupação nulo e apenas a profundidade como parâmetro de detecção (Tabela 2). Desta forma, foi verificado que as condições climáticas do dia de coleta não são importantes na presença ou ausência dos girinos. Contudo, quanto maior a profundidade do corpo d'água, menor é a probabilidade de ocorrência de *P. cuvieri* (Tabela 3, Figura 5).

A probabilidade média de ocupação de *P. cuvieri* quando ela tem ocorrência confirmada nos corpos d'água é de 64,6%, considerando o melhor modelo de ocupação, indicando que a espécie tem uma distribuição ampla dentro da área estudada. Já a probabilidade de detecção, ou seja, a chance de que a espécie fosse registrada nos pontos onde realmente estava presente, foi estimada como 40%, o que pode indicar que a espécie tem uma detecção aceitável, porém, a influência de fatores como esforço amostral e condições ambientais durante a coleta não pode ser descartada.

Figura 5 - Gráfico da relação da ocorrência da espécie *Physalaemus cuvieri* sobre a variável local de profundidade em centímetros(cm).



Fonte: o autor, 2025.

Tabela 2 - Modelos preditores para análise da ocupação de *Physalaemus cuvieri* no oeste do Paraná. K = número de parâmetros do modelo; AICc: Critério de Informação de Akaike corrigido; Δ AICc = diferença nos Critérios de Informação de Akaike corrigidos; AICcWt = pesos dos Critérios de Informação de Akaike corrigidos.

Modelo	Variáveis	K	AICc	ΔAICc	AICcWt
Mod2	profundidade	3	151,04	0,00	0,38
Mod9	variáveis locais	6	153,24	2,20	0,13
Mod1	nulo	2	154,32	3,28	0,07
Mod4	dossel	3	154,58	3,54	0,06
Mod6	formação florestal	3	154,74	3,69	0,06
Mod8	áreas úmidas	3	155,50	4,46	0,04
Mod5	área	3	155,65	4,60	0,04
Mod13	temp. máx	3	156,13	5,09	0,03
Mod3	vegetação	3	156,14	5,10	0,03
Mod12	precipitação	3	156,20	5,16	0,03
Mod14	temp. mín	3	156,26	5,22	0,03
Mod7	urbanização	3	156,58	5,54	0,02
Mod18	variáveis climáticas + profundidade	6	156,82	5,77	0,02
Mod11	variáveis da paisagem + variáveis locais	9	157,83	6,79	0,01
Mod15	temp. máx + temp. mín	4	158,52	7,47	0,01
Mod10	variáveis da paisagem	5	158,78	7,74	0,01
Mod16	variáveis climáticas	5	159,48	8,44	0,01
Mod22	variáveis climáticas + formação florestal	6	160,10	9,06	0,00
Mod20	variáveis climáticas + dossel	6	160,15	9,10	0,00
Mod24	variáveis climáticas + variáveis locais	9	160,48	9,44	0,00
Mod23	variáveis climáticas + áreas úmidas	6	161,03	9,99	0,00
Mod17	variáveis climáticas + área	6	161,18	10,14	0,00
Mod19	variáveis climáticas + vegetação	6	161,64	10,60	0,00
Mod21	variáveis climáticas + urbanização	6	162,10	11,06	0,00
Mod25	variáveis climáticas + variáveis da paisagem	8	165,03	13,98	0,00
Mod26	variáveis climáticas + variáveis da paisagem + variáveis locais	12	166,53	15,49	0,00

Notas: Variáveis climáticas: temperatura Máxima, temperatura mínima e precipitação; variáveis da paisagem: urbanização, formação florestal, áreas úmidas; Variáveis locais: área, profundidade, vegetação, cobertura do dossel

Tabela 3. Melhores modelos de uso e ocupação para dados de presença e ausência e de abundância, com as estimativas das variáveis de ocupação (oc) e detecção (det).

		Estimate	Standard error	Z	P
Modelos de ocupação					
Mod2	Intercepto (oc)	0.71	0.61	1.16	0.246
	Prof (oc)	-1.06	0.53	-1.98	0.048
	Intercepto (det)	-0.40	0.31	-1.3	0.195
Modelos de abundância					
Mod6	Intercepto (oc)	0.44	0.61	0.71	0.477
	Floresta (oc)	-0.50	0.30	-1.65	0.098
	Intercepto (det)	-1.51	0.76	-2	0.046
Mod2	Intercepto (oc)	0.24	0.49	0.46	0.627
	Prof (oc)	-0.36	0.23	-1.57	0.117
	Intercepto (det)	-1.24	0.6	-2.07	0.038
Mod1	Intercepto (oc)	0.31	0.49	0.62	0.534
	Intercepto (det)	-1.26	0.62	-2.03	0.042

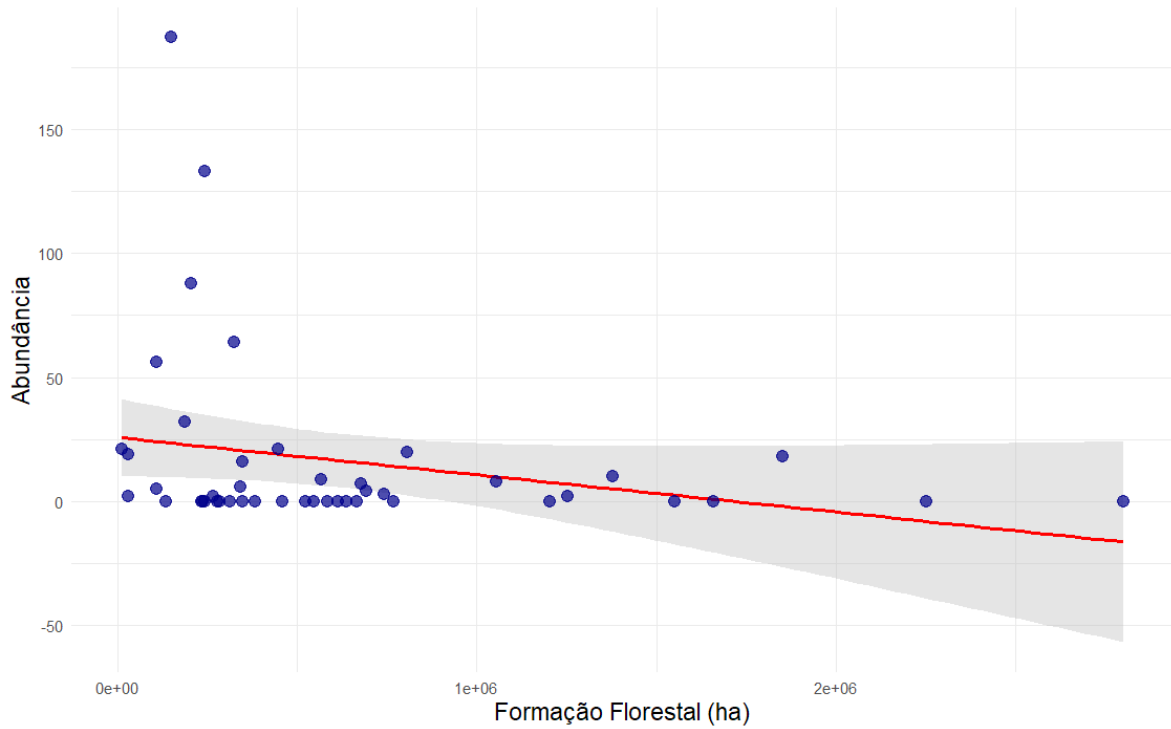
Os modelos baseados em dados de abundância de *P. cuvieri* nos corpos d'água evidenciou que três modelos são igualmente parcimoniosos ($\Delta AICc < 2$), conforme a Tabela 3. O modelo melhor ajustado foi o que apresentou detecção aleatória e ocorrência associada a área de formação florestal na paisagem circundante (Akaike weights = 0.22). O segundo melhor modelo tinha a detecção aleatória e a ocupação associada com a profundidade (Akaike weights = 0.15). E o terceiro modelo igualmente parcimonioso foi aquele que continha a detecção e a ocupação aleatórios (Akaike weights = 0.12). Apesar de existir uma relação negativa entre a ocupação dos corpos d'água por *P. cuvieri* e a quantidade de área florestal na paisagem circundante (Figura 6) e fracamente com a profundidade (Figura 7).

Tabela 4 - Modelos preditores para análise da abundância de *Physalaemus cuvieri* no oeste do Paraná. K = número de parâmetros do modelo; AICc: Critério de Informação de Akaike corrigido; Δ AICc = diferença nos Critérios de Informação de Akaike corrigidos; AICcWt = pesos dos Critérios de Informação de Akaike corrigidos.

Modelo	Variáveis	K	AICc	ΔAICc	AICcWt
Mod6	formação florestal	3	152,99	0,00	0,22
Mod2	profundidade	3	153,85	0,86	0,15
Mod1	nulo	2	154,32	1,33	0,12
Mod4	dossel	3	155,12	2,13	0,08
Mod8	áreas úmidas	3	155,42	2,43	0,07
Mod5	área	3	156,12	3,13	0,05
Mod13	temp. máx	3	156,15	3,16	0,05
Mod12	precipitação	3	156,18	3,19	0,05
Mod14	temp. mín	3	156,23	3,24	0,04
Mod7	urbanização	3	156,54	3,55	0,04
Mod3	vegetação	3	156,60	3,61	0,04
Mod10	variáveis da paisagem	5	157,29	4,30	0,03
Mod9	variáveis locais	6	157,68	4,69	0,02
Mod15	temp. máx + temp. mín	4	158,52	5,53	0,01
Mod22	variáveis climáticas + formação florestal	6	158,56	5,57	0,01
Mod18	variáveis climáticas + profundidade	6	159,31	6,32	0,01
Mod16	variáveis climáticas	5	159,46	6,47	0,01
Mod20	variáveis climáticas + dossel	6	160,49	7,50	0,01
Mod23	variáveis climáticas + áreas úmidas	6	161,03	8,04	0,00
Mod11	variáveis da paisagem + variáveis locais	9	161,43	8,44	0,00
Mod17	variáveis climáticas + área	6	161,74	8,75	0,00
Mod19	variáveis climáticas + vegetação	6	162,07	9,08	0,00
Mod21	variáveis climáticas + urbanização	6	162,08	9,09	0,00
Mod25	variáveis climáticas + variáveis da paisagem	8	163,77	10,78	0,00
Mod24	variáveis climáticas + variáveis locais	9	164,49	11,51	0,00
Mod26	variáveis climáticas + variáveis da paisagem + variáveis locais	12	170,13	17,14	0,00

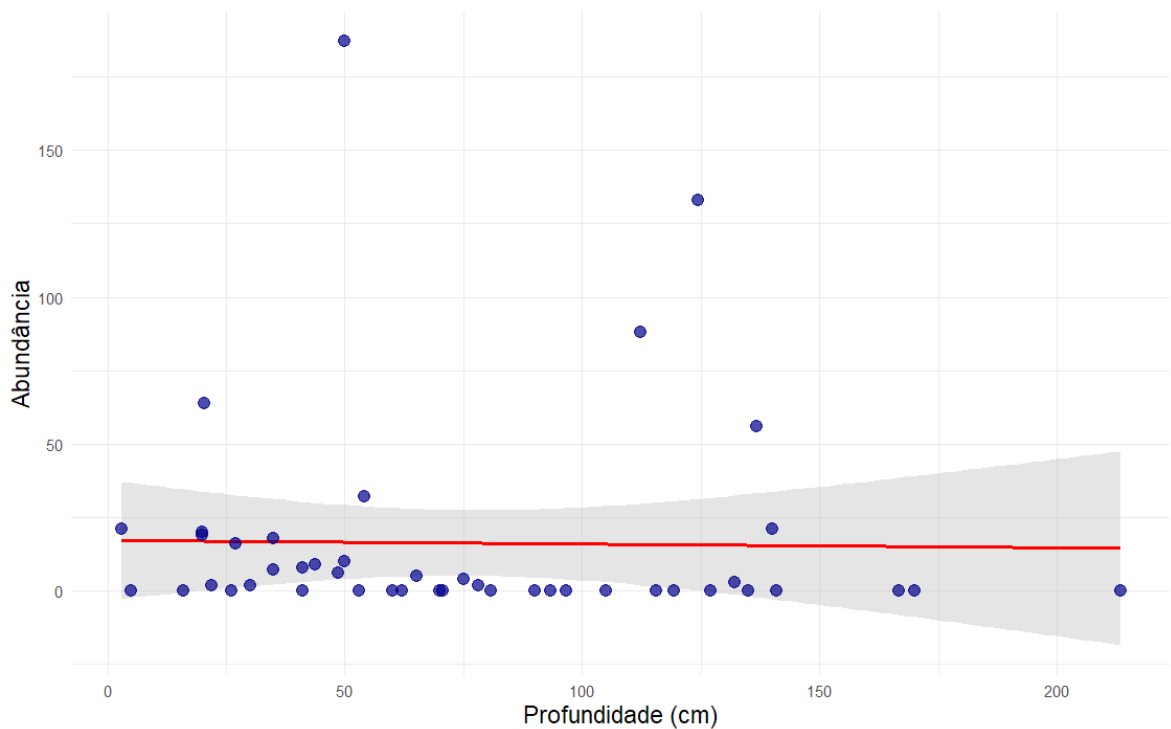
Notas: Variáveis climáticas: temperatura Máxima, temperatura mínima e precipitação; variáveis da paisagem: urbanização, rural/Agrícolas, formação florestal, áreas úmidas; Variáveis locais: área, profundidade, vegetação, cobertura do dossel.

Figura 6 - Gráfico da abundância de *Physalaemus cuvieri* pela área ocupada por formação florestal.



Fonte: o autor, 2025.

Figura 7 - Gráfico da Abundância de *Physalaemus cuvieri* pela variável local de profundidade em centímetros.



Fonte: o autor, 2025.

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicaram que *Physalaemus cuvieri* apresenta uma ampla distribuição nos corpos d'água amostrados, com uma probabilidade média de ocupação de 51,11% e uma probabilidade de detecção de 64,6%. No entanto, a probabilidade de ocupação esteve inversamente relacionada à profundidade dos corpos d'água. Já a probabilidade de detecção nos ambientes onde *P. cuvieri* deve estar presente foi de apenas 40%, o que sugere a influência de fatores como esforço amostral e condições ambientais durante a coleta. Também foi verificado que as características da paisagem circundante não tendem a ser notavelmente consideradas na seleção dos corpos d'água por *P. cuvieri*, e que sua abundância nos corpos d'água não está associada com as características locais ou da paisagem, corroborando estudos anteriores que destacam a plasticidade ecológica do gênero *Physalaemus* em ocupar uma ampla gama de tipos de corpos d'água (PRADO *et al.*, 2009; OTANI, 2011; PREUSS, 2018).

A profundidade dos corpos d'água foi identificada como o principal fator associado à ocupação de *P. cuvieri*. A relação inversa entre a profundidade dos corpos d'água e a presença da espécie pode estar associada à sua preferência por áreas rasas, onde a temperatura da água tende a ser mais elevada. Temperaturas mais altas podem acelerar o desenvolvimento larval, reduzindo o tempo necessário para a metamorfose e, conseqüentemente, a exposição dos girinos a condições ambientais adversas (RODRIGUES *et al.*, 2020; FIORILLO *et al.*, 2023).

Além do efeito da temperatura, a profundidade da água influencia diretamente a seleção de sítios reprodutivos em anuros, com espécies que utilizam poças temporárias, evitando ambientes mais profundos devido ao maior risco de predação por invertebrados aquáticos e peixes (ARZABE, 1999; GIARETTA & MENIN, 2004). Dessa forma, a seleção preferencial por habitats mais rasos pode representar uma estratégia para reduzir a vulnerabilidade dos girinos a predadores. *P. cuvieri* apresenta também uma estratégia reprodutiva adaptada a corpos d'água temporários, onde os machos selecionam áreas rasas para a construção de ninhos de espuma, uma característica típica do gênero *Physalaemus* (RODRIGUES *et al.*, 2020). Esses ninhos oferecem proteção contra a dessecação e predadores aquáticos, aumentando as chances de sobrevivência dos embriões até a eclosão (PEZZUTI *et al.*, 2019).

Outro fator relevante é a disponibilidade de alimento nas camadas

superiores da coluna d'água. Ambientes mais profundos podem apresentar menor concentração de recursos alimentares acessíveis para girinos, o que pode impactar negativamente seu crescimento e desenvolvimento (HAILEY *et al.*, 2006). Assim, a preferência por habitats rasos pode estar associada a uma maior oferta de alimento, favorecendo o sucesso do desenvolvimento larval. Dessa forma, a escolha por locais mais rasos pode resultar da combinação de fatores como temperatura elevada, menor risco de predação e maior disponibilidade de recursos alimentares, proporcionando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento dos girinos.

A variação espacial na abundância de *P. cuvieri* foi igualmente explicada por três modelos: modelo com a quantidade de floresta na paisagem, modelo apenas com a profundidade e o modelo nulo ($\Delta AICc < 2$). Desta forma, podemos assumir que a variação na abundância de *P. cuvieri* não foi associada às características locais e nem da paisagem. Este resultado indicou que outras variáveis ambientais e efeitos estocásticos podem desempenhar um papel relevante na ocupação pelos indivíduos de *P. cuvieri*. Estudos indicam que a temperatura e a qualidade da água são fatores fundamentais na seleção de habitats por anuros, influenciando não apenas a escolha de locais de reprodução, mas também a sobrevivência das larvas e a estruturação das comunidades (VALENCIA-AGUILAR, TOLEDO & VITAL, 2016; CABALLERO-GINI *et al.*, 2021). Podemos destacar também que a disponibilidade de micro-habitats aquáticos, a estabilidade térmica e os níveis de oxigenação para anuros estão diretamente relacionados à adequação dos sítios reprodutivos, sendo que mudanças nas condições da água podem impactar diretamente a dinâmica populacional (DOMINGOS *et al.*, 2015; PELTZER & LAJMANOVICH, 2007). As variações no pH da água podem afetar o desenvolvimento larval e aumentar o risco de mortalidade em girinos, reforçando a necessidade de considerar esses fatores em estudos sobre ocupação de espécies (THABAH *et al.*, 2018).

Além disso, a abundância de predadores aquáticos, como peixes e invertebrados, pode influenciar significativamente a distribuição e a sobrevivência de *P. cuvieri*, reduzindo sua ocupação em determinados corpos d'água e impactando seu desenvolvimento larval. Além dos predadores diretos, fatores parasitários também podem aumentar a vulnerabilidade dos girinos à predação, alterando seu comportamento e reduzindo sua capacidade de fuga, tornando-os presas mais fáceis (ROSA *et al.*, 2024; NASCIMENTO *et al.*, 2021; GAMBALE *et al.*, 2014).

Os processos estocásticos desempenham um papel fundamental na distribuição da abundância de anuros em ambientes aquáticos, especialmente em sistemas dinâmicos, onde flutuações ambientais imprevisíveis influenciam a persistência das populações em diferentes escalas espaciais e temporais (PRADO *et al.*, 2005). Essas flutuações podem resultar em padrões irregulares de abundância e ocupação entre habitats semelhantes, uma vez que fatores aleatórios, como dispersão passiva e recrutamento populacional, interagem com as condições ambientais locais (KARDUSH, 2019). No caso de *P. cuvieri*, a variabilidade na disponibilidade de recursos e na qualidade do habitat pode gerar oscilações na presença da espécie, dificultando previsões baseadas exclusivamente em variáveis determinísticas.

A alternância entre períodos de seca e cheia, comuns em ambientes sazonais, afeta diretamente a estrutura e a dinâmica dos habitats aquáticos, influenciando a disponibilidade de sítios reprodutivos e, conseqüentemente, a persistência das espécies (LESCANO *et al.*, 2015). Durante estiagens, corpos d'água temporários podem desaparecer completamente, forçando populações de anuros a se dispersarem ou utilizarem áreas marginais para reprodução, o que aumenta sua vulnerabilidade a fatores aleatórios. Em contrapartida, eventos de cheia podem criar novos sítios adequados temporariamente, promovendo picos de abundância em algumas áreas e extinção local em outras. Essa imprevisibilidade reforça a importância dos processos estocásticos na ocupação da espécie e a necessidade de considerar variáveis espaciais e temporais na sua distribuição.

A abundância local de anuros pode ser influenciada tanto por fatores ambientais diretos, como profundidade e permanência dos corpos d'água, quanto por eventos aleatórios que determinam o sucesso reprodutivo em determinada estação (FICETOLA *et al.*, 2016; FERRANTE *et al.*, 2023). Além disso, a presença de vegetação aquática, a profundidade da água e a qualidade físico-química dos corpos d'água são fatores críticos para a sobrevivência dos girinos, determinando a permanência das populações locais (VASCONCELOS, 2016). A conectividade entre corpos d'água também pode influenciar a dispersão, ampla distribuição e sucesso reprodutivo de anuros, como observado para *P. cuvieri* (RANGEL, 2024).

P. cuvieri, devido à sua ampla distribuição, demonstra alta flexibilidade na ocupação de habitats temporários, ajustando seu uso do habitat conforme as variações ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2020). Essa espécie é capaz de modificar seu comportamento térmico e padrões de utilização de habitat diante das variações

climáticas, favorecendo sua permanência em ambientes temporários e fragmentados (DIAZ-RICAURTE, 2022). Além disso, estudos indicam que *P. cuvieri* possui maior tolerância a mudanças ambientais em comparação com anuros mais especializados, permitindo sua ocupação em diferentes paisagens (DIAZ-RICAURTE *et al.*, 2020). No entanto, essa adaptabilidade não exclui a possibilidade de impactos negativos, conforme demonstrado por Eisemberg & Bertoluci (2016), que observaram variações morfológicas em populações da espécie, sugerindo estresse ambiental em áreas modificadas.

A conectividade entre corpos d'água tem papel relevante na mitigação dos efeitos estocásticos, facilitando a dispersão e recolonização de ambientes temporários. Estudos realizados no Bioma Pampa indicam que a continuidade entre habitats aquáticos está positivamente associada à ocupação de anuros (MOREIRA *et al.*, 2016). No entanto, em paisagens urbanas e altamente fragmentadas, essa conectividade é reduzida, tornando as populações mais vulneráveis à extinção local devido ao isolamento dos corpos d'água e à perda de habitats reprodutivos, intensificando os efeitos dos processos estocásticos na ocupação da espécie e reduzindo a previsibilidade de sua distribuição espacial (GANCI *et al.*, 2022).

Dessa forma, a ocupação de *P. cuvieri* não pode ser explicada apenas por variáveis ambientais diretas, mas também pela interação entre características da paisagem e eventos aleatórios que influenciam sua persistência ao longo do tempo. Enquanto, em paisagens mais conectadas, a espécie pode apresentar maior estabilidade ocupacional, em áreas fragmentadas sua ocorrência se torna mais imprevisível, reforçando a importância da conectividade da paisagem e do grau de isolamento dos habitats aquáticos para a seleção de habitat de anuros em ambientes antropizados.

As variáveis climáticas testadas, como temperatura e precipitação, não apresentaram efeito significativo na ocupação ou abundância de *P. cuvieri*. Esse resultado pode ser explicado pela restrição dos girinos ao ambiente aquático, que não sofrem diretamente os efeitos das variações climáticas de curto prazo, como mudanças sazonais na temperatura do ar ou na precipitação diária (RODRIGUES *et al.*, 2020). Estudos indicam que, em anfíbios, a influência do clima geralmente ocorre de forma indireta, afetando características do habitat, como evaporação e permanência dos corpos d'água, ao invés de atuar diretamente sobre a fase larval (SHADLE, 2020; TASKER *et al.*, 2022; MIMS *et al.*, 2023). O aumento da temperatura

e a redução da pluviosidade, por exemplo, podem levar à diminuição da duração dos corpos d'água temporários, impactando o desenvolvimento larval de espécies de anfíbios dependentes desses habitats (FICETOLA & MAIORANO, 2016).

Diferente dos adultos, que podem ajustar seu comportamento em resposta a oscilações climáticas, os girinos dependem mais das condições físico-químicas do corpo d'água em que se encontram (BLAUSTEIN *et al.*, 2010). Desse modo a estabilidade térmica d'água pode conferir alguma resistência às mudanças climáticas, garantindo que se desenvolvam dentro de uma faixa de temperatura mais previsível, mesmo diante de variações externas (ETEROVICK & CARNAVAL, 2005), minimizando os impactos de flutuações climáticas externas, reduzindo, assim, a relevância das variáveis climáticas medidas durante os períodos de amostragem (WEINBACH *et al.*, 2018). Esses elementos reforçam a ideia observada no estudo de Becker *et al.* (2010) de que a estrutura e a estabilidade dos corpos d'água desempenham um papel mais substancial na ocupação de *P. cuvieri*, do que as variações atmosféricas transitórias.

A ampla distribuição geográfica de *P. cuvieri* e sua presença em diversos tipos de corpos d'água indicam que a espécie possui características de um anuro generalista, capaz de explorar uma variedade de condições ambientais (MOREIRA *et al.*, 2016; presente estudo). Sua plasticidade ecológica está diretamente relacionada à capacidade de reprodução tanto em habitats temporários quanto permanentes, permitindo maior flexibilidade diante da sazonalidade climática e da disponibilidade de recursos (ARZABE, 1999; PUPIN *et al.*, 2018; CAMPOS *et al.*, 2024). Essa adaptabilidade também se reflete na tolerância da espécie a diferentes condições físico-químicas da água, o que amplia seu espectro de ocupação e minimiza a influência de variações ambientais extremas (GIARETTA & MENIN, 2004). Estudos indicam que anuros generalistas frequentemente exibem alta resiliência a distúrbios ambientais, sendo capazes de persistir em paisagens alteradas pela ação humana, como áreas agrícolas e pastagens exóticas (MOREIRA *et al.*, 2016; PELINSON *et al.*, 2016; DÍAZ-RICAURTE *et al.*, 2020; ASSIS *et al.*, 2024). Essa tolerância permite que *P. cuvieri* explore habitats antropizados, diferentemente de espécies especialistas, que possuem requisitos ecológicos mais restritos e são mais vulneráveis a mudanças ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2020). No Pantanal, por exemplo, a presença de *P. cuvieri* foi registrada em corpos d'água localizados em pastagens exóticas, evidenciando sua capacidade de colonizar áreas antropizadas e

desempenhar um papel relevante na manutenção da biodiversidade em paisagens modificadas (MOREIRA *et al.*, 2016).

O presente estudo corrobora essas observações ao demonstrar que *P. cuvieri* também persiste em ambientes urbanos, indicando um nicho ecológico amplo e baixa especialização em relação aos requisitos de habitat. A ocupação da espécie tanto em paisagens agrícolas quanto em áreas urbanas reforça sua elevada plasticidade ecológica e sua tolerância a diferentes tipos de uso da terra, características essenciais para a sobrevivência de anuros em cenários de crescente antropização (BITTAR *et al.*, 2024). Um estudo recente demonstrou que espécies de anuros que apresentam alta flexibilidade no uso de habitat podem manter populações estáveis mesmo em áreas fortemente alteradas, desde que existam condições mínimas para reprodução e refúgio (LIMA *et al.*, 2024). Além disso, evidências sugerem que essa plasticidade pode ser resultado de respostas fenotípicas adaptativas, permitindo ajustes comportamentais e fisiológicos diante de ambientes modificados pelo homem (GANGENOVA *et al.*, 2020; ALBUQUERQUE *et al.*, 2024). Esses aspectos destacam a importância de considerar tanto fatores ambientais locais quanto a capacidade de adaptação da espécie ao avaliar sua distribuição e persistência em paisagens antropizadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicaram que a profundidade dos corpos d'água foi a principal variável associada à ocupação de *Physalaemus cuvieri*. A relação inversa entre profundidade e presença da espécie sugere que *P. cuvieri* prefere habitats mais rasos, possivelmente devido a fatores como maior temperatura da água, menor risco de predação e condições favoráveis ao desenvolvimento larval. No entanto, os modelos indicaram que as características da paisagem circundante não influenciaram significativamente a ocupação da espécie.

A análise de abundância mostrou que, embora o modelo que considera a área de formação florestal tenha sido o melhor ajustado, sua diferença em relação ao modelo nulo e ao modelo baseado na profundidade foi pequena ($\Delta AICc < 2$). Isso indica que a variação na abundância de *P. cuvieri* pode ser explicada por fatores não mensurados, como disponibilidade de alimento, predação e processos estocásticos. Além disso, as variáveis climáticas avaliadas, incluindo temperatura e precipitação, não apresentaram efeito significativo sobre a detecção e abundância da espécie, reforçando a ideia de que a estabilidade térmica e as condições físico-químicas dos corpos d'água desempenham um papel mais relevante na sua distribuição do que fatores climáticos sazonais.

Dessa forma, *P. cuvieri* se destaca como uma espécie capaz de persistir em múltiplos contextos ambientais, ajustando sua distribuição conforme a disponibilidade de habitats adequados. Sua ampla plasticidade ecológica permite a ocupação de diferentes tipos de corpos d'água, com menor influência das características da paisagem circundante. No entanto, essa flexibilidade não exclui a possibilidade de impactos negativos em longo prazo, especialmente devido à redução da conectividade entre corpos d'água e à degradação da qualidade ambiental em áreas altamente urbanizadas. Assim, a preservação de habitats aquáticos rasos e temporários pode ser fundamental para garantir a manutenção das populações da espécie em paisagens antropizadas.

Por fim, estudos futuros devem investigar a influência de fatores bióticos, como predação e competição, além de aspectos físico-químicos da água, para uma compreensão mais abrangente dos padrões de ocupação e abundância da espécie. Além disso, é essencial considerar não apenas a presença da espécie em ambientes alterados, mas também os possíveis efeitos cumulativos dessas mudanças

sobre sua dinâmica populacional e interações ecológicas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, V. J.; FOLADOR, A.; MÜLLER, C. How do different concentrations of aluminum and zinc affect the survival, body size, morphology and immune system of *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826) tadpole? **Journal of Toxicology**, [s.l.], v. 43, n. 2, p. 137-152, fevereiro 2024.
- ALFORD, R. A. Ecology: resource use, competition, and predation. In: MCDIARMID, Roy W.; ALTIG, Ronald (Eds.). **Tadpoles: the biology of anuran larvae**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 240-278, 1999.
- ALFORD, R. A.; RICHARDS, Stephen J. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 30, n. 1, p. 133–165, 1999.
- ARZABE, C. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 851–864, agosto 1999.
- ASSIS, R. A.; BENVINDO-SOUZA, M.; ARAÚJO-SANTOS, C. G.; BORGES, R. E.; VIEIRA, T. B.; SANTOS, L. R. S.; OLIVEIRA, C. Influence of environmental variables on the species richness and occurrence of anuran species in areas planted with sugarcane in central Brazil. **Biodiversity and Conservation**, [s.l.], v. 33, n. 2, 2024.
- BERNARDE, P. S. **Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira**. 1ª ed. São Paulo: Anolis Books, 2012.
- BITTAR, B. B.; LIMA-RIBEIRO, M. S.; VAZ-SILVA, W. The acoustic activity of *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) is strongly influenced by climatic conditions, but not by latitude or landscape metrics. **Ethology, Ecology & Evolution**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 45-62, janeiro 2024.
- BLAUSTEIN, A. R.; HAN, B. A.; RELYEA, R. A.; JOHNSON, P. T. J.; BUCK, J. C.; GERVASI, S. S.; KATS, L. B. The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. **Annals of the New York Academy of Sciences**, Nova York, v. 1223, n. 1, p. 108-119, março 2010.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Model selection and multimode inference: a practical information-theoretic approach. 2a ed. New York: **SpringerVerlag**, New York, 2002.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R.; HUYVAERT, K. P. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. **Behavioral ecology and sociobiology**, v. 65, n. 1, p. 23-35, 2011.
- CABALLERO-GINI, A.; BUENO-VILLAFANE, D.; FERREIRA, M.; ROMERO, L.; CAÑETE, L.; LAINO, R.; MUSALEM, K.; SILLA, F. Seasonal habitat preferences and response to water quality parameters of tree frog species in a neotropical wetland. **Wetlands**, v. 41, n.3, p.1-14, 2021.

CAMPOS, E. R.; LIRA, A. B.; BRANDÃO, R. A. Anurans overlap in time but not in space use in a Central Brazilian Cerrado community. **North-Western Journal of Zoology**, 2024.

CAMPOS, E. R. S.; LIRA, A. B. De; ABREU, J. M. N. S.; VASCONCELOS, Beatriz D. Anurans overlap in time but not in space use in a Central Brazilian Cerrado community. **North-Western Journal of Zoology**, 2024.

CANDIOTI, F. V.; BALDO, D.; GROSJEAN, S.; PEREYRA, M. O.; NORI, J. Global shortfalls of knowledge on anuran tadpoles. **npj Biodiversity**, [s. l.], v. 2, p. 22, 2023.

CORTÉZ-GÓMEZ, A. M.; RUIZ-AGUDELO, C. A. Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. **Universitas Scientiarum**, v. 20, n. 2, p. 229-245, 2015.

COSGROVE, A. J., MCWHORTER, J.; MARON, M. Consequences of impediments to animal movements at different scales: a conceptual framework and review. **Diversity and Distributions**, v. 24, n. 4, p. 448–459, dezembro 2017.

DIAZ-RICAURTE, J. C. **Behavioral thermal tolerance: implications for ecology and conservation of amphibians and reptiles**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 2022.

DÍAZ-RICAURTE, J. C.; SERRANO, F. C.; GUEVARA-MOLINA, E. C.; ARAUJO, C.; MARTINS, M.. Does behavioral thermal tolerance predict distribution pattern and habitat use in two sympatric Neotropical frogs? **PLoS ONE**, [s.l.], v. 15, n. 9, 2020.

DOMINGOS, F. M. C. B.; ARANTES, Í. C.; CAVALCANTI, D. R.; JOTTA, P. A. C. V. Shelter from the sand: microhabitat selection by the bromelicolous tree frog *Scinax cuspidatus* (Anura, Hylidae) in a Brazilian restinga. **North-Western Journal of Zoology**, v. 11, n. 1, p. 125-130, 2015.

EISEMBERG, C. C., BERTOLUCI, J. Fluctuating asymmetry in populations of the South American frog *Physalaemus cuvieri* (Leptodactylidae) in areas with different degrees of disturbance. **Journal of Natural History**, V.50, p. 25-26, 2016.

ETEROVICK, P. C.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; BORGES-NOJOSA, D. M.; SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V.; SAZIMA, I. Amphibian declines in Brazil: an overview. **Biotropica: The Journal of Biology and Conservation**, v. 37, n. 2, p. 166-179, junho 2005.

ETEROVICK, P. C.; BARATA, I. M. Distribution of tadpoles within and among Brazilian streams: The influence of predators, habitat size and heterogeneity. **Herpetologica**, v. 62, n. 4, p. 365-377, 2006.

FERRANTE, L.; ROJAS-AHUMADA, D.; MENIN, M.; FEARNSSIDE, P. M. Climate change in the Central Amazon and its impacts on frog populations. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 195, n. 4, 2023.

FICETOLA, G. F.; MAIORANO, L. Contrasting effects of temperature and precipitation change on amphibian phenology, abundance, and performance. *Oecologia*, v. 180, p. 1069–1080, 2016.

FIORILLO, B. F.; FAGGIONI, G. P.; CEREZER, F. O.; BECKER, C. G.; DÍAZ-RICAURTE, J. C.; MARTINS, M. Effects of environmental factors on the ecology and survival of a widespread, endemic Cerrado frog. *Biotropica*, v.55, p. 551–562, janeiro 2023.

FISKE, I. & CHANDLER, R. B. Unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *Journal of Statistical Software*, v. 43, n. 10, p. 1-23, 2011.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Versão 6.2 de 2023. Banco de dados eletrônico acessível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acesso em 10/09/2024.

GAMBALE, P. G.; BATISTA, V. G.; ODA, F. H.; CAMPOS, R. M.; TAKEMOTO, R. M.; BASTOS, R. P. Anuran larvae as prey and hosts of invertebrates in aquatic habitats. *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 87, n. 29, 2014.

GANCI, C. C.; PROVETE, D. B.; PÜTTKER, T.; LINDENMAYER, D.; ALMEIDA-GOMES, M. High species turnover shapes anuran community composition in ponds along an urban-rural gradient. *Urban Ecosystems*, v. 25, n. 4, p. 833–844, 2022.

GANGENOVA, E.; GIOMBINI, M. I.; ZURITA, G. A.; MARANGONI, F. Ecological plasticity in amphibians: A case study of *Physalaemus cuvieri* in agricultural landscapes. *Herpetological Journal*, [s.l.], v. 26, n. 3, setembro 2016.

GIARETTA, A. A.; MENIN, M. Reproduction, phenology and mortality sources of a species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Natural History*, v. 38, n. 15-16, p. 1711-1722, 2004.

GREEN, D. M. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*, v111, p331-343, junho 2003.

HAILEY, A.; SOOKOO, N.; MOHAMMED, A.; KHAN, A. Factors affecting tadpole growth: Development of a rearing system for the Neotropical leptodactylid *Physalaemus pustulosus*. *Applied Herpetology*, v. 3, p. 111-128, 2006.

IBGE. [ibge.gov.br](https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama>. Acesso em: 24 ago. 2024.
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de dados, boletim climatológico**. Brasília: INMET, 2024.

JONES, J. Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk*, [s.l.], v. 118, n. 2, p. 557-562, abril 2001.

KARDUSH, T. A. **A importância da paisagem e dos efeitos estocásticos na**

estruturação da metacomunidade de anuros em área rural. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Neotropical) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019. Disponível em: https://portal.unila.edu.br/programas-pos-graduacao/biodiversidade-neotropical/TarikKardush_Dissertao_2019_PPGBN.pdf.

KELLNER, K. F.; SMITH, A. D.; ROYLE, J. A.; KÉRY, M.; BELANT, J. L.; CHANDLER, R. B. The unmarked R package: Twelve years of advances in occurrence and abundance modelling in ecology. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 14, n. 6, p. 1408–1415, 2023.

LARANJEIRA, M. Estrutura Espacial e Processos Ecológicos: O estudo da Fragmentação dos Habitats. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n.º 1, p. 59-83, junho 2012.

LEIVAS, P. T.; LEIVAS, F. W. T.; CAMPIÃO, K. M. Diet and parasites of the anuran *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura: Leiuperidae) from an Atlantic Forest fragment. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 109-113, 2018.

LESCANO, J. N.; BELLIS, L. M.; HOYOS, L. E.; LEYNAUD, G. C. Amphibian assemblages in dry forests: Multi-scale variables explain variations in species richness. **Acta Oecologica**, v. 63, p. 51-58, 2015.

LIMA, J. H. A.; NOVO, M. J. K. B.; SIMÕES, P. I. Advertisement call variation is related to environmental and geographic distances in two anuran species inhabiting highland forests in northeastern Brazil. **Biotropica**, [s.l.], v. 56, n. 1, janeiro 2024.

LUEDTKE, J. A.; CHANSON, J.; NEAM, K.; *et al.* Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. **Nature**, v. 622, n. 7983, p. 308-314, 12 outubro 2023.

MACDOUGALL, A. S.; PINTO, S. M. Dispersal limitation and environmental structure interact to restrict the occupation of optimal habitat. **The American Naturalist**, v. 175, n. 6, p. 675-686, 2010.

MANUAL TÉCNICO DE GEOMORFOLOGIA - IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. ibge.gov.br. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281612&view=detalhes>. Acesso em: 23 agosto de 2024.

MENGE, B. A.; SUTHERLAND, J. P. Community regulation: variation in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. **The American Naturalist**, [s.l.], v. 130, n. 5, p. 730-757, 1987.

MIMS, M. C.; DRAKE, J. C.; LAWLER, J. J.; OLDEN, J. D. Simulating the response of a threatened amphibian to climate-induced reductions in breeding habitat. **Landscape Ecology**, v. 38, n. 2, p. 389-405, 2023.

MONTGOMERY, R. A. & ROLLOFF, G. J. Habitat Selection. In Reference Module in Life Sciences. **Elsevier**. ISBN: 978-0-12-809633-8. 2017.

MOREIRA, L. F. B.; SOLINO-CARVALHO, L. A.; STRÜSSMANN, C.; SILVEIRA, R. M. L. Effects of exotic pastures on tadpole assemblages in Pantanal floodplains: assessing changes in species composition. **Amphibia-Reptilia**, v. 37, n. 2, p. 179–190, 2016.

MOREIRA, L. F. B.; MALTCHIK, L. Our time will come: Is anuran community structure related to crop age? **Austral Ecology**, v. 40, n. 4, p. 500-509, 2016.

NAIMI, B.; NAIMI, M. B. **Package 'usdm': Uncertainty Analysis for Species Distribution Models**. R Package Version 2.1-3. 2017. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/usdm/index.html>. Acesso em: 10 fevereiro de 2025.

NASCIMENTO, I. F.; GUIMARÃES, A. T. B.; RIBEIRO, F.; RODRIGUES, A. S. L.; ESTRELA, F. N.; LUZ, T. M.; MALAFAIA, G. Polyethylene glycol acute and sub-lethal toxicity in *Physalaemus cuvieri* tadpoles (Anura, Leptodactylidae). **Environmental Pollution**, v. 284, p. 117142, 2021.

OKSANEN, J.; SIMPSON, G. L.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H.; BARBOUR, M.; BEDWARD, M.; BOLKER, B.; BORCARD, D.; CARVALHO, G.; CHIRICO, M.; DE CACERES, M.; DURAND, S.; EVANGELISTA, H. B. A.; FITZJOHN, R.; FRIENDLY, M.; FURNEAUX, B.; HANNIGAN, G.; HILL, M.O.; LAHTI, L.; McGLINN, D.; OUELLETTE, M.; RIBEIRO CUNHA, E.; SMITH, T.; STIER, A.; TER BRAAK, C. J. F.; WEEDON, J.; BORMAN, T. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.7-0, 2025. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 10 fevereiro de 2025.

OLIVEIRA, D. N. **Levantamento de bioindicadores de degradação ambiental**. 2017. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

OTANI, L. **Aspectos da fisiologia metabólica e do desempenho locomotor em anfíbios anuros: implicações da fragmentação ambiental**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PELINSON, R. M.; GAREY, M. V.; ROSSA-FERES, D. C. Effects of grazing management and cattle on aquatic habitat use by the anuran *Pseudopaludicola mystacalis* in agro-savannah landscapes. **PloS one**, v. 11, n. 9, p. e0163094, 2016.

PELTZER, P. M.; LAJMANOVICH, R. C. Amphibians. In: BOLTOVSKOY, Demetrio (Ed.). **The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland**. Dordrecht: Springer, p. 323-340, 2007.

PEZZUTI, T. L.; LEITE, F. S. F.; SILVA, D. H.; LOURENÇO, A. C. C.; BAÊTA, D. The tadpole of *Physalaemus orophilus* from the Atlantic rainforest of southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). **Zootaxa**, v. 4629, n. 1, p. 171-182, 2019.

PITE, M. T., AVELAR, T. **Ecologia das populações e das comunidades: uma**

abordagem evolutiva do estudo da biodiversidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulben,[s.d.]. 1996.

POUGH, F. H.; ANDREWS, R. M.; CADLE, J. E.; CRUMP, M. L.; SAVITZKY, A. H.; WELLS, Kentwood D. **Herpetology**. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.

PRADO, C. P. A.; UETANABARO, M.; HADDAD, C. F. B. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 211-221, 2005.

PRADO, V. H. M.; FONSECA, M. G.; ALMEIDA, F. V. R.; NECCHI JUNIOR, O.; ROSSA-FERES. Niche occupancy and the relative role of micro-habitat and diet in resource partitioning among pond dwelling tadpoles. **Journal of Herpetology**, v. 43, n. 3, p. 275-285, 2009.

PREUSS, J. F. Levantamento das espécies de anuros (Amphibia: Anura) em uma área urbana de São Miguel do Oeste, Santa Catarina, Brasil. **Unoesc & Ciência - ACBS**, v. 9, n. 1, p. 69-76, junho 2018.

PUPIN, N. C.; HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Maternal provisioning by foam-nesting frogs of the genus *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) in contrasting environments. **Amphibia-Reptilia**, v. 39, n. 1, p. 120-132, 2018.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RODRIGUES, C. L.; SILVA, T. B. da; KLEIN, W.; FERNANDES, M. S. Analysis of abiotic factors associated with foam nests of Cuvier's foam froglet (*Physalaemus cuvieri*) in southeastern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 15, n. 4, p. 675-688, dezembro 2020.

ROWLAND, F. E.; RAWLINGS, M. B.; SEMLITSCH, R. D. Joint effects of resources and amphibians on pond ecosystems. **Oecologia**, v. 183, n. 2, p. 499-512, 2017.

ROSA, P. M.; QUEIROZ, M. S.; PELINSON, R. M.; ANJOS, L. A.; ROSSA-FERES, D. C. Parasite-driven host manipulation: The case of trematodes in Neotropical tadpoles. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v.25, 2024.

ROSSA-FERES, D. C.; SCHIESARI, L.; MENIN, M.; WEBER, L. N.; NOMURA, F.; CONTE, C. E.; SANTOS, T. G.; COSTA, R. N.; MIRA-MENDES, C. V. de; SOUZA, F. L. de; GONÇALVES, B. S.; PEZZUTI, T. L.; DUBEUX, M.; JUNCÁ, F. A.; ANDRADE, G. V.de; SANTOS, D. L.; RUAS, D. S.; THOMÉ, K. de O. R. P.; GAREY, M. V.; GONÇALVES, D. S.; SOLÉ, M.; SILVA NETO, E. M.; CASCON, P.; MOTT, T. **Girinos do Brasil**. São Paulo: Anolis Books, 2024. ISBN: 978-65-992458-3-1.

ROSENZWEIG, M. L. A theory of habitat selection. **Ecology**, Wiley Online Library, v. 62, n. 2, p. 327-335, abril 1981.

RYBICKI, J.; ABREGO, N.; OVASKAINEN, O. Habitat fragmentation and species diversity in competitive communities. **Ecology Letters**, Klosterneuburg, v. 23, n. 3, p. 506–517, 2020.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. Pio; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Vista do Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, n. 2, 2006.

SANTOS, V. G. T.; AMATO, S. B. *Polystoma cuvieri* (Monogenea, Polystomatidae) in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leiuperidae) in Southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 21, 2021.

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. Alberto G.; GARCIA, P. C. A.; LANGONE, J. A. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 121–216, 2021.

SHADLE, E. J. **Amphibians in a changing world: assessing the effects of warming and drying on amphibian larvae and the relationships between larval survival, body size, and time**. 2020. 152 f. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Virginia Tech, Blacksburg, 2020.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020

SOS Mata Atlântica. **Relatório Anual sobre a situação da Mata Atlântica no Brasil: período 2018-2019**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2019.

STAMPS, J. A.; KRISHNAN, V; REID, M. Search costs and habitat selection by dispersers. **Ecology** v.86, p. 510–518, 2005

STUART, S. N.; CHANSON, J. S.; COX, N. A.; YOUNG, B. E.; RODRIGUES, A. S.; FISCHMAN, D. L.; WALLER, R. W. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, n. 5702, p. 1783–1786, 2004.

TASKER, B. R.; HONEBEIN, K. N.; ERICKSON, A. M.; MISSLIN, J. E.; HURST, P.; COONEY, S.; RILEY, S.; GRIFFITH, S. A.; BANCROFT, B. A. Effects of elevated temperature, reduced hydroperiod, and invasive bullfrog larvae on pacific chorus frog larvae. **PLOS ONE**, v. 17, n. 3, 2022.

THABAH, C. M.; DEVI, L. M.; HOOROO, R. N. K.; DEY, S. Morphological alterations in the external gills of some tadpoles in response to pH. **Journal of Morphological Sciences**, v. 35, n. 1, p. 67-75, 2018.

TOLEDO, L. F.; RIBEIRO, R.S.; HADDAD, C. F. B. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. **Journal of Zoology**, v. 271, n. 2, p. 170-177, 2007.

VALENCIA-AGUILAR, A.; TOLEDO, L. F.; VITAL, M. V. C., & MOTT, T. Seasonality, environmental factors, and host behavior linked to disease risk in

stream-dwelling tadpoles. **Herpetologica**, V. 72, n. 2, p. 98-108, 2016.

VANCINE, M. H. **Estrutura da paisagem como preditor da diversidade taxonômica e funcional de anfíbios na Mata Atlântica**. 2024. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/cfde4104-9aff-4d89-8852-4afae29531c2>. Acesso em: 15 janeiro de 2025.

VERBURG, P.; KILHAM, S. S.; PRINGLE, C. M.; LIPS, K. R.; DRAKE, D. L. A stable isotope study of a neotropical stream food web prior to the extirpation of its large amphibian community. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, n. 6, p. 643-651, 2007.

WEINBACH, A.; CAYUELA, H.; GROLET, O.; BESNARD, A. Resilience to climate variation in a spatially structured amphibian population. **Scientific Reports**, v. 8, p. 33111, 2018.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. Chicago: University of Chicago Press, 2007.

WHILES, M. R.; LIPS, K. R.; PRINGLE, C. M.; KILHAM, S. S.; BIXBY, R. J.; BRENES, R.; CONNELLY, S.; COLÓN-GAUD, J. C.; HUNTE-BROWN, M.; HURYN, A. D.; MONTGOMERY, C.; PETERSON, S. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 1, p. 27-34, 2006.