

DESAFIOS NA AVALIAÇÃO DE RISCO ECOLÓGICO EM ANFÍBIOS ANUROS EXPOSTOS À AGROQUÍMICOS: UM OLHAR SOBRE O CENÁRIO BRASILEIRO

WILLIAN BRIZOLLA DA SILVA¹; ARIEL SOUZA DE MORAIS²; VIVIANE BRIZOLLA DA SILVA³; YURE RODRIGUES NUNES⁴; FLÁVIO MANOEL RODRIGUES DA SILVA JUNIOR⁵; SERGIO JORGE⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas, FaVet, Laboratório ClinPet – willianbrizolla@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Santa Maria – ariihm.am@gmail.com*

³*Universidade Federal de Santa Maria – vivianalmeida12@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – yrn.at0@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Alagoas – f.m.r.silvajunior@gmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas, FaVet, Laboratório ClinPet – sergiojorgevet@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Os anfíbios anuros estão entre os vertebrados mais ameaçados do planeta, com cerca de 40% das espécies em risco de extinção (LUEDTKE et al., 2023). Essa vulnerabilidade decorre de múltiplos fatores, incluindo a perda e fragmentação de habitats, mudanças climáticas, doenças emergentes e, especialmente, a contaminação ambiental por agrotóxicos (HAYES et al., 2010; POMPERMAIER; HARTMANN, 2025). O Brasil concentra a maior diversidade de anuros registrada mundialmente, com mais de 1180 espécies descritas (AmphibiaWeb, 2025), o que reforça a importância de estudos ecotoxicológicos nesse grupo.

A dieta dos anuros é predominantemente composta por artrópodes, como formigas, besouros, aranhas e cupins, sendo determinada pela disponibilidade ambiental e características morfológicas das espécies (SUGAI; TERRA; FERREIRA, 2012). Por meio da alimentação, esses animais podem ingerir presas contaminadas por pesticidas, levando à bioacumulação e potenciais efeitos deletérios. Compreender os hábitos alimentares é crucial para avaliar o risco de exposição a contaminantes.

O modelo T-Herps, desenvolvido pela Environmental Protection Agency (EPA), é a principal ferramenta padronizada para estimar a exposição de anfíbios e répteis a pesticidas via ingestão alimentar. Embora útil, o modelo apresenta limitações, como a extração de dados de aves, a ausência de parâmetros fisiológicos específicos e a não inclusão de múltiplas vias de exposição (Ockleford et al., 2018; U.S. EPA, 2023).

Este trabalho teve como objetivo investigar os desafios da avaliação de risco ecológico em anuros brasileiros, com ênfase na aplicação do modelo T-Herps em cenários envolvendo os agroquímicos mais utilizados no país: Glifosato, 2,4-D e Mancozebe.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. A primeira consistiu em uma revisão sistemática da literatura sobre hábitos alimentares de anuros no Brasil. Foram utilizadas as bases de dados Google Scholar e Web of Science, com os

descritores 'Anurans AND Brazil AND (food OR eating OR feeding OR diet)'. Foram incluídos estudos que apresentavam informações sobre dieta, bioma de ocorrência, peso corporal e tipo de presa consumida. Estudos duplicados, realizados fora do Brasil ou exclusivamente em laboratório foram excluídos.

A segunda etapa envolveu a aplicação dos dados obtidos no modelo T-Herps. Foram selecionados três agrotóxicos de ampla utilização: Glifosato, 2,4-D e Mancozebe. Os parâmetros incluíram concentração do ingrediente ativo, taxa de aplicação, meia-vida ambiental e toxicidade (LD50), conforme descrito nas bulas técnicas e nos bancos de dados da IUPAC. As informações de peso corporal e dieta dos anuros foram cruzadas com os valores toxicológicos de aves utilizados pelo modelo, permitindo estimar o risco por meio do Quociente de Risco (RQ). Valores de $RQ \geq 1$ foram considerados indicativos de risco significativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão sistemática resultou em 84 espécies de anuros com dados de dieta, das quais 57 apresentaram informações suficientes para aplicação no modelo. Os gêneros mais representados foram Rhinella, Boana e Leptodactylus, refletindo a ampla distribuição e a abundância dessas espécies no Brasil (HADDAD et al., 2022).

As presas mais consumidas por anuros brasileiros, conforme revisão sistemática, foram predominantemente formigas (Formicidae), com 31 registros, seguidas por besouros (Coleoptera), aranhas (Araneae), ácaros (Acari) e cupins (Isoptera), com 14, 8, 7 e 6 registros respectivamente. Esse padrão alimentar evidencia o papel ecológico dos anuros como reguladores de populações de invertebrados (MENIN et al., 2015), além de revelar uma notável flexibilidade trófica, essencial para a adaptação em ambientes marcados por forte sazonalidade (SOUZA et al., 2020).

Geograficamente, observou-se uma concentração de estudos em biomas como a Mata Atlântica e a Amazônia, enquanto o Pampa e a Caatinga permanecem com lacunas significativas de informação (ROSSA-FERES et al., 2011). Estados como Rio de Janeiro, São Paulo e Mato Grosso do Sul concentram maior número de trabalhos, associados à presença de centros de pesquisa e unidades de conservação (Figura 1)

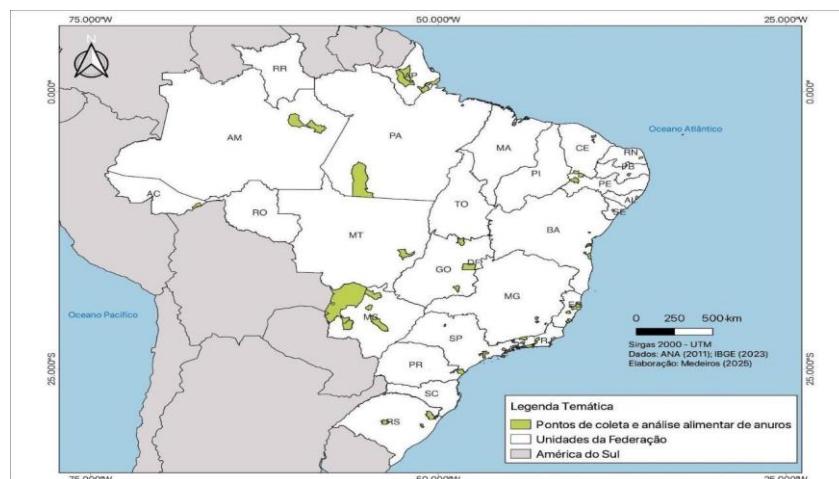


Figura 1 – Distribuição geográfica dos pontos de coleta e análise alimentar de anuros no Brasil. Os locais destacados em verde representam as áreas onde

foram realizados estudos de dieta de anfíbios, conforme dados da revisão de literatura.

A aplicação do modelo T-Herps indicou valores de RQ inferiores a 1 para todos os cenários avaliados, sugerindo ausência de risco agudo significativo. Entretanto, as limitações do modelo como o uso de parâmetros derivados de aves, a ausência de bioacumulação e de simulações com aplicações sucessivas podem levar à subestimação do risco real. Espécies endêmicas brasileiras, com hábitos alimentares distintos e maior sensibilidade fisiológica, podem apresentar níveis de risco superiores aos previstos.

4. CONCLUSÕES

Este estudo destaca a importância da avaliação de risco ecológico como ferramenta de conservação da herpetofauna brasileira. Embora o modelo T-Herps seja útil como ponto de partida, sua aplicação em contextos nacionais requer adaptações, como a inclusão de parâmetros específicos para espécies endêmicas, a consideração de diferentes vias de exposição e o uso de cenários realistas de aplicação de pesticidas.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos ecotoxicológicos com espécies nativas, a ampliação de inventários alimentares em biomas pouco explorados e a integração de modelos preditivos com dados de campo. Essas estratégias são essenciais para embasar políticas públicas de conservação e promover o uso sustentável de agrotóxicos no Brasil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMPHIBIA WEB. **AmphibiaWeb: information on amphibian biology and conservation.** Disponível em: <https://amphibiaweb.org/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

HADDAD, C. F. B. et al. From genes to ecosystems: a synthesis of amphibian biodiversity research in Brazil. **Biota Neotropica**, v. 22, e20221375, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1375>. Acesso em: 20 de set. 2024.

HAYES, T. B. et al. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, n. 6, p. 921-933, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1242/jeb.040865>. Acesso em: 17 mar. 2025.

LUEDTKE, J. A. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. **Nature**, v. 622, p. 308-314, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MENIN, M. et al. Notes on the diet of seven terrestrial frogs in three agroecosystems and forest remnants in Northwestern São Paulo State, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 8, p. 401–405, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1021917>. Acesso em: 18 mar. 2025.

OCKLEFORD, C. et al. Scientific opinion on the state of the science on pesticide risk assessment for amphibians and reptiles. **EFSA Journal**, v. 16, n. 2, e05125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5125>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 439-454, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752001000200015>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SOUZA, F. A. et al. Educação ambiental: ferramenta importante para a preservação do bioma Caatinga. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 19, p. 123-138, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.16565>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SUGAI, J. L. M. M.; TERRA, J. S.; FERREIRA, V. L. Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Pantanal of Miranda river, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000100008>. Acesso em: 17 mar. 2025.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). **EPA Moved Further and Faster Than Ever Before in 2023.** 2023. Disponível em: <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-moved-further-and-faster-ever-2023>. Acesso em: 17 mar. 2025.