

LARVAS DE ODONATA COMO BIOINDICADORAS DE ÁREAS PRESERVADAS E ALTERADAS EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO E SEU ENTORNO NO ESTADO DO PARÁ

Adrielly Souza de Oliveira^{1,2*}, Gabriel Santos da Silva^{1,2}, Bianca Naiane Pereira Menezes^{2,3}, Eduarda Silva de Lima^{2,5}, Ana Karina Moreyra⁴, Karina Dias-Silva^{1,2,3}

¹*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, Altamira, Pará, Brasil, (adriellysouza.bio@gmail.com)

²Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos do Xingu, Universidade Federal do Pará, Altamira, Pará, Brasil

³Faculdade de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Altamira, Pará, Brasil

⁴Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do Estado do Pará, Altamira, Pará, Brasil

⁵Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Resumo: Os igarapés amazônicos são sensíveis a impactos ambientais, sendo a vegetação ripária essencial para sua integridade. Este estudo avaliou larvas de Odonata como bioindicadoras na Floresta Nacional de Carajás. Foram coletados 236 indivíduos (28 gêneros). *Gomphoides* indicou áreas alteradas ($p=0,006$) e *Progomphus* áreas preservadas ($p=0,023$). Os resultados reforçam o uso de Odonata na avaliação da qualidade ambiental e a importância da conservação desses ecossistemas.

Palavras-chave: Amazônia; Conservação; Insetos Aquáticos; Libélulas

INTRODUÇÃO

Os igarapés são pequenos ecossistemas de água doce que formam os grandes rios amazônicos (Junk et al. 2007) e são margeados por vegetação ripária que é essencial para a integridade desses sistemas, uma vez que atua na regulação da temperatura da água, na prevenção da erosão das margens e no fornecimento de recursos alimentares e habitat para os organismos aquáticos (Allan, 2004).

Apesar da importância da conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, esses ambientes estão sob intensa pressão antrópica, principalmente em decorrência da urbanização, da agricultura e da extração de recursos naturais. Essas atividades resultam na fragmentação, degradação e perda de habitat (Couceiro et al. 2021). Por serem ecossistemas sensíveis a alterações ambientais e com elevada biodiversidade, tais impactos comprometem a qualidade ambiental e afetam diretamente a sobrevivência e a reprodução das espécies aquáticas (Oliveira-Junior; Juen, 2019).

Considerando os impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos, as Unidades de Conservação (UCs) foram criadas como estratégia para conter ações antrópicas e proteger a biodiversidade terrestre e aquática (Oliveira et al. 2017; Imazon, 2022). Embora inicialmente voltadas à proteção terrestre, as

UCs também beneficiam ecossistemas aquáticos, especialmente ao conservar as zonas ripárias, áreas de intensa interação entre os ambientes aquático e terrestre (Dias-Silva et al. 2021; Leal et al. 2020). Este cenário é importante para os grupos bioindicadores como as Odonata, que apresentam sensibilidade às alterações na qualidade da água e na estrutura da vegetação ripária (Brasil et al. 2020).

A ordem Odonata, que apresenta sua fase larval na água e sua fase adulta terrestre. Os adultos são insetos voadores, o que lhes confere alta mobilidade e permite ocupar diferentes tipos de habitats (Corbet, 1999).

As larvas de Odonata apresentam diferenças morfológicas e ecológicas bem marcantes entre as duas subordens. As larvas de Anisoptera, por exemplo, possuem corpo mais robusto e estruturas em forma de pirâmide na extremidade do abdômen (Resende et al. 2021). Essas larvas apresentam maior tolerância a ambientes degradados e ocorrem em diversos habitats lânticos e lóticos (Ribeiro et al. 2021; Melo et al. 2023), sendo capazes de rastejar e escavar, com preferência por substratos como rochas e cascalhos (Pires et al. 2020).

Por outro lado, as larvas de Zygoptera possuem corpo mais esguio e brânquias caudais que auxiliam na sua respiração e natação (Resende et al. 2021). Essas

larvas apresentam menor tolerância a ambientes degradados e preferência por substratos como serrapilheira e macrófitas, além de possuírem capacidade de escalar e se fixar nesses substratos (Ribeiro et al. 2021; Melo et al. 2023).

Os odonatos são comumente utilizados como bioindicadores de saúde ambiental devido a sua alta diversidade e sensibilidade às mudanças ambientais (Oliveira-Junior; Juen, 2019; Ribeiro et al. 2021), além de desempenharem papel fundamental como predadores nas teias tróficas dos ecossistemas aquáticos (Pires et al. 2020). Deste modo, o objetivo desse trabalho é analisar a existência de gêneros de larvas de Odonata indicadoras de áreas preservadas e alteradas em uma Unidade de Conservação e no seu entorno.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida no bioma amazônico, na Floresta Nacional de Carajás (FNC), uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável localizada no sudeste do estado do Pará (Figura 1), Brasil. A FNC abrange partes dos municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte, totalizando aproximadamente 351.632,00 hectares. Essa UC está situada na bacia do rio Tocantins e é caracterizada por formações de floresta ombrófila densa, aberta e campos rupestres ferruginosos (ISA, 2025).

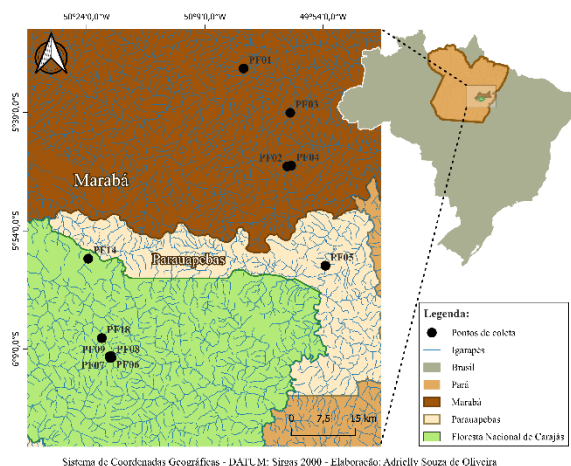


Figura 1. Localização dos pontos de coleta realizados dentro e no entorno da Floresta Nacional de Carajás.

Foram amostrados 11 igarapés sendo, seis igarapés dentro da FLONA e cinco fora, durante duas campanhas na estação seca a primeira em outubro de 2022 e a segunda em setembro de 2023, devido a maior estabilidade das variáveis ambientais dos igarapés e facilidade de acesso aos pontos. Em cada igarapé, foram demarcados transectos de 100 m, divididos em 20 segmentos de 5 m para a coleta de larvas de Odonata, posteriormente as larvas coletadas com rapichê, segundo metodologia de Dias-Silva et al. (2010), fixadas em álcool 70% e foram

identificadas em laboratório com a chave taxonômica de Hamada (2018).

Para determinar as áreas preservadas e alteradas foi utilizado o índice de integridade do habitat (IIH) que mensura as características físicas dos igarapés (Nessimian et al. 2008). Esse índice descreve 12 questões que estão relacionadas às condições ambientais dos igarapés, refletindo as mudanças antrópicas visíveis na sua estrutura. Cada item deste índice é composto por quatro a seis alternativas ordenadas em relação às características observadas no ambiente e ao final, este índice gera informações sobre o nível de conservação do ambiente, apresentando uma escala de 0 (menor integridade) que corresponde a ambientes altamente alterados e 1 (maior integridade) ambientes mais íntegros.

Para analisar a existência de possíveis gêneros indicadores entre as áreas preservadas e alteradas da FLONA de Carajás, foi utilizada a análise de espécie indicadora (IndVal) (Dufrêne; Legendre, 1997), que combina a frequência e a abundância dos gêneros em cada grupo para identificar aqueles que são mais característicos de determinado ambiente. Quanto maior o valor de IndVal, mais fiel e exclusivo é o gênero em relação àquela área, permitindo identificar quais gêneros são associados a condições ambientais específicas (Da Silva et al. 2022). A análise foi realizada no software R (versão 4.4.3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

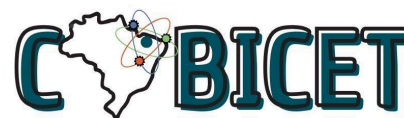
Foram coletados 236 indivíduos de larvas de Odonata, identificadas 5 famílias e 28 gêneros. A família mais abundante foi Libellulidae (n=96), seguida por Gomphidae (n=73) e Coenagrionidae (n=35). Os gêneros mais abundantes foram *Progomphus* (Selys, 1854) (n=49), seguido por *Elga* (Ris, 1911) (n=28) e *Argia* (Rambur, 1842) (n=20).

Dos 28 gêneros, apenas dois foram identificados como indicadores de áreas preservadas e alteradas (Tabela 1). Sendo o gênero *Gomphoides* associado a ambiente alterado com especificidade e fidelidade a essas áreas. Já o gênero *Progomphus* foi associado a ambientes preservados.

Tabela 1. Resultado do IndVal mostrando os gêneros indicadores das áreas preservadas e alteradas na FLONA e no seu entorno.

Gênero	Categoria	A	B	IndVal	p
<i>Gomphoides</i>	Alterado	1	1	1	p=0,006
<i>Progomphus</i>	Preservado	1	0,87	0,93	p=0,023

O gênero *Gomphoides* foi associado a ambientes alterados, apresentando alta especificidade e fidelidade, indicando forte relação com áreas



impactadas. Esse resultado pode ser explicado pelas características ecológicas das larvas de Anisoptera, que apresentam maior tolerância a variações ambientais, incluindo menores níveis de oxigênio e maior exposição à luz, além de preferência por substratos inorgânicos, como rochas e cascalhos (Melo et al. 2023). Essas características favorecem sua ocorrência em ambientes impactados, onde alterações na vegetação ripária e na qualidade da água são comuns (Pires et al. 2020).

Por outro lado, o gênero *Progomphus* foi identificado como indicador de ambientes preservados, apresentando alta especificidade e elevada fidelidade. Esse padrão sugere uma associação com ambientes que apresentam maior integridade ecológica, possivelmente devido à melhor qualidade da água e maior estabilidade ambiental (Ribeiro et al. 2025). A estrutura das comunidades de Odonata é fortemente influenciada por variáveis abióticas, como oxigênio dissolvido, temperatura e integridade do habitat, que atuam como filtros ambientais determinando a ocorrência das espécies (Melo et al. 2023)

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que as larvas de Odonata respondem às variações na integridade do habitat, permitindo a identificação de gêneros associados a diferentes condições ambientais. O gênero *Gomphoides* foi característico de ambientes alterados, enquanto *Progomphus* esteve associado a áreas preservadas, evidenciando o potencial desses gêneros como bioindicadores da qualidade ambiental. Esses achados reforçam a importância da conservação da vegetação ripária e da manutenção da integridade dos igarapés, especialmente em áreas protegidas como a Floresta Nacional de Carajás, para a preservação da biodiversidade aquática e o funcionamento dos ecossistemas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPQ, PIBIC/UFPA, TCE ICMBIO/Vale 012022, AquaXingu. Adrielly Souza de Oliveira gostaria de agradecer pela bolsa de mestrado, CAPES, Processo: nº 88887.154488/2025-00. Gabriel Santos da Silva agradece pela bolsa de mestrado, CAPES, (Processo nº 88887.283982/2026-00), Bianca Naiane Pereira gostaria de agradecer à pró-reitoria de extensão UFPA/PROEX, pela bolsa concedida através do programa eixo transversal. Eduarda Silva de Lima agradece pela bolsa de doutorado, CAPES, (Processo nº 88887.841990/2023-00). Karina Dias Silva agradece pela bolsa produtividade (311550/2023-1).

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. David. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 35, n. 1, p. 257-284, 2004.

Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.12020.2.110122>.

BRASIL, Leandro Schlemmer et al. Spatial, biogeographic and environmental predictors of diversity in Amazonian Zygoptera. **Insect Conservation and Diversity** 11(2), 174–184, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1111/icad.12262>.

COUCEIRO, Sheyla; DIAS-SILVA, Karina; HAMADA, Neusa. Influence of climate seasonality on the effectiveness of the use of aquatic macroinvertebrates in urban impact evaluation in central Amazonia. *Limnology*, v. 22, n. 2, p. 237-244, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10201-020-00648-6>

CORBET, Philip. Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. **Comstock Publ. Assoc.** Ithaca, NY. p. 828. 1999.

DA SILVA, Fernando Rodrigues; GONÇALVES-SOUZA, Thiago; PATERNO, Gustavo Brant et al. Análises ecológicas no R. Nupeea : Recife, PE, Canal 6 : São Paulo. 640 p. ISBN 978-85-7917-564-0. 2022.

DIAS-SILVA, Karina et al. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. **Zoologia** (Curitiba), v. 27, n. 6, p. 918-930, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000600013>

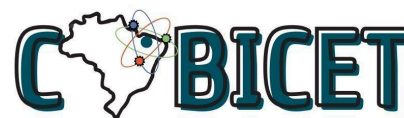
DIAS-SILVA, Karina et al. Protected areas are not effective for the conservation of freshwater insects in Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 21247, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00700-0>

DUFRÊNE, Marc, LEGENDRE, Pierre; Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol Monogr.* 1977. 67(3):345–366. doi.org/10.1890/00129615

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Unidades de Conservação no Brasil. São Paulo: ISA, 2026. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/ptbr/arp/1328>. Acesso em: 06 de janeiro de 2025.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). Áreas Protegidas. Belém. Imazon, 2022. Disponível em: https://imazon.org.br/programs?tab=areas_protegidas&locale=pt_BR. Acesso em: 20 de abril de 2025.

HAMADA, Neusa; THORP, James H.; ROGERS, Christopher D; Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition), **Academic Press**, p.



795-811, 2018. ISBN: 9780128042236. Doi: doi.org/10.1016/B978-0-12-804223-6.18001-1

JUNK, Wolfgang; SOARES, Maria; BAYLEY, Peter. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 153-173, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1080/14634980701351023>.

LEAL, Cecilia. et al. Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. **Science**, v. 370, n. 6512, p. 117-121, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aba7580>

MELO, Gabrielly et al. Water Quality Influences Cerrado Odonata Larval Assemblages. **Research Square**, 2023. Doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3692715/v1>

NESSIMIAN, Jorge et al. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, v. 614, n. 1, 19 jul. 2008. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x>.

OLIVEIRA-JUNIOR, José Max Barbosa; JÜEN, Leandro. The Zygoptera/Anisoptera Ratio (Insecta: Odonata): a New Tool for Habitat Alterations Assessment in Amazonian Streams. *Neotropical entomology*, v. 48, n. 4, p. 552-560, 2019. Doi: 10.1007/s13744-019-00672-x.

OLIVEIRA-JUNIOR, José Max Barbosa et al. Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologica*, v. 66, p. 31-39, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.04.007>

PIRES, Mateus Marques; SIEGLOCH, Ana Emília; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina; Petrucio, M. M. 2020. Environmental drivers and composition of assemblages of immature odonates (Insecta) in a subtropical island in southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 32, e2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X8017>.

RESENDE, Bethânia Oliveira et al. Impact of environmental changes on the behavioral diversity of the Odonata (Insecta) in the Amazon. **Sci Rep** 11, 9742, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88999-7>

RIBEIRO, Cintia; JÜEN, Leandro; RODRIGUES, Marciel. The Zygoptera/Anisoptera ratio as a tool to assess anthropogenic changes in Atlantic Forest streams. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, n. 5, p. 1315–1329, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02143-5>