



Foto: Kathia Cristhina Sonoda

Capítulo 12

Perpectivas futuras sobre a aplicação do biomonitoramento em face aos usos do solo

Kathia Cristhina Sonoda, Pitágoras C. Bispo, Leandro Schlemmer Brasil, Leandro Juen, Luiz Ubiratan Hepp, Renato Tavares Martins, Joseline Molozzi, Marciel Rodrigues e Lilian Terezinha Winckler

Introdução

Após a leitura dos capítulos anteriores, o leitor deve estar ciente da atual situação das regiões hidrográficas nos biomas e nos estados brasileiros. Por isso, são apresentadas algumas reflexões sobre os possíveis direcionamentos e perspectivas futuras ao desenvolvimento de programas de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos e em bacias hidrográficas, considerando os efeitos das mudanças nos usos do solo.

Perspectivas futuras e políticas públicas

Questões abordadas no capítulo referente às políticas públicas, e que estão ligadas ao presente capítulo são, novamente, objeto de reflexão. Assim, a pergunta inicialmente levantada é: “Como se pode auxiliar estas instâncias (órgãos gestores como a Agência Nacional de Águas - ANA, Secretarias de Meio Ambiente e órgãos correlatos, entre outros) nas gestões eficientes dos estados, municípios e/ou das bacias hidrográficas?” Foi respondida, em parte, no primeiro capítulo ao apontar o estado atual do conhecimento científico e descortinar áreas prioritárias para novos estudos, (Tabela 12.1). A resposta para esta questão serve como reflexão para a comunidade científica e órgãos de fomento, visando nortear pesquisas futuras.

Ressalta-se a importância em definir a forma de realizar os estudos futuros, retomando a necessidade de (1) definição de áreas prioritárias para a realização de estudos investigativos, visando diminuir as lacunas de conhecimento (Tabela 12.1); (2) definição de áreas de interesse para estudos ecossistêmicos contínuos, visando monitorar estas áreas para entender o

funcionamento em longo prazo para fins de restauração ambiental em casos de grande impacto, como observado em Brumadinho, MG e em Petrópolis, RJ. Na segunda estratégia, sugere-se estudos com o maior número de réplicas possível considerando a variabilidade existente (vegetação, climática, geomorfológica, e outros) dentro de cada bioma ou na região hidrográfica amostrada.

Outro ponto para reflexão é sobre a forma de condução dos estudos, que inclui a sobreposição à forma de realização, que podem ser confundidas entre si. Assim, sugere-se uma leitura atenta à descrição a seguir. Na condução dos estudos pode-se adotar a realização de uma série de estudos de longo prazo a exemplo do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) (com duração de pelo menos 10-15 anos, permitindo não somente uma avaliação pontual) ou diversos estudos de curto prazo (2 a 4 anos). É importante observar a distribuição espacial das unidades amostrais, respeitando a variabilidade existente na região em estudo, as condições das áreas de entorno, o que possibilita a avaliação de resultados mais seguros quanto às fontes pontuais e difusas de poluição. Além disso, o esforço amostral deverá contemplar, dentro do possível, as condições ambientais locais dos trechos investigados, como a variabilidade dos locais. No entanto, não pode ser descartada a adequação das condições financeiras e disponibilidade de tempo que o pesquisador ou técnico que estiver realizando a avaliação terá disponível para executar o estudo com qualidade e, sobretudo, confiabilidade. Estudos de longo prazo permitem incorporar as variações hidroclimáticas anuais na avaliação e interpretação dos resultados, como verificado por Milesi et al. (2024). Os autores verificaram oscilações climáticas que somente estudos temporais (coletas de dados por, pelo

menos, 3 anos) poderiam registrar, em contraponto a estudo de apenas um ano de observação, que é a maioria. Por outro lado, há a necessidade de otimizar os recursos financeiros e humanos e centrar esforços em locais ainda sem qualquer registro científico, principalmente quando se considera que estes estudos podem auxiliar na gestão da região hidrográfica em que está localizada. Em alguns casos, a mescla dessas duas alternativas pode ser uma forma mais assertiva, já que permite maior abrangência de locais estudados ao mesmo tempo. Assim, algumas bacias prioritárias seriam profundamente analisadas em função de condições hidroclimáticas.

Entretanto, surge uma nova pergunta: “Como os gestores atuam para administrar eficientemente sem embasamento de suporte técnico-científico?” Apesar de existirem centenas de publicações científicas disponíveis, esta informação necessita ser compilada, interpretada e disponibilizada de forma célere por profissionais da área para que os gestores e o público interessado possam utilizar adequadamente. Na Tabela 12.1, o segundo item (2.a), tem interface estreita com o capítulo de Políticas Públicas, assim como outros pontos, e estão percorridos de forma mais minuciosa ao longo do texto.

Tabela 12.1. Situações apontadas pelos pesquisadores para incorporação do biomonitoramento no Brasil.

Problema	Recomendações	Meta	Foco de estudo/ Objetivo ¹⁾	Emprego dos resultados
1 – Lacunas de conhecimento	Estabelecer novas áreas prioritárias para realização de estudos	<p>a. Manter áreas que já possuem longo histórico (temporal) de estudos</p> <p>b. Apontar novas áreas de interesse para a realização de estudos</p>	<p>Entendimento do funcionamento em longo prazo das regiões hidrográficas</p> <p>Região hidrográfica e bacia hidrográfica (já que é a unidade de estudo definida por Lei)</p> <p>Bioma</p> <p>Estado brasileiro</p>	<p>Embasamento dos comitês de bacias hidrográficas</p> <p>Embasamento dos comitês de bacias hidrográficas</p> <p>Embasamento dos Ministérios da Agricultura (MAPA), do Meio Ambiente (MMA), do Desenvolvimento Regional (MDR) e outros.</p> <p>Embasar órgãos gestores estaduais e municipais</p> <p>Embasar órgãos gestores federais, estaduais e municipais</p> <p>Criar condições para o funcionamento adequado de órgãos de análise e fiscalização</p>
2 – Dificuldades em repassar as informações geradas aos órgãos gestores	<p>Necessidade de compilação, interpretação e disponibilização dos resultados de artigos científicos para o público leigo</p>	<p>a. Desenvolvimento de um banco de dados #</p> <p>b. Divulgação científica de forma simplificada voltada para os gestores</p>	<p>Expansão de áreas de estudo</p> <p>Expandir áreas de estudo; aumentar a contratação de profissionais qualificados em áreas distantes de centros urbanos</p> <p>Divulgar de forma simples e acessível as informações geradas pelos estudos</p> <p>Divulgar de forma simples e acessível as informações geradas pelos estudos</p>	<p>Embasar órgãos gestores federais, estaduais e municipais, comitês de bacias hidrográficas</p> <p>Embasar órgãos gestores federais, estaduais e municipais</p>

Continua...

Tabela 12.1. Continuação.

Problema	Recomendações	Meta	Foco de estudo/Objetivo ⁰¹	Emprego dos resultados
3 – Padronização dos estudos	Inclusão de disciplina voltada para a atuação política em cursos de graduação em Ciências Biológicas	c. Maior participação dos pesquisadores em órgãos gestores (comitês de bacias, comitês de meio ambiente, de recursos hídricos, entre outros)	Divulgar de forma simples e acessível as informações geradas pelos estudos	Embasar órgãos gestores federais, estaduais e municipais
		a. Monitoramento	Realização de estudos em um mesmo local com duração de, pelo menos, 10-15 anos	Melhorar o embasamento científico para a gestão pública
		b. Estudos pontuais e/ou de curto prazo	Diversos estudos de curto prazo (2 a 4 anos)	Melhorar o embasamento científico para a gestão pública
		c. Desenvolvimento de protocolos	Protocolos locais simples para o uso por agências de fiscalização	Padronizar análises realizadas pelos órgãos alvo

⁰¹ Esta coluna apresenta informações variadas, porém optou-se por este modelo para evitar espaços em branco que invariavelmente ocorreriam se fosse desmembrada em duas colunas; assim, agrupou-se informações diferentes sem prejudicar o entendimento.

Atualmente, órgãos de análise e fiscalização da qualidade da água atuam como intermediários entre a academia e órgãos gestores. Como exemplos cita-se a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, SP), Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (Fepam, RS), Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA, SC), Instituto Ambiental do Paraná (IAP, PR), entre outros. No entanto, estes órgãos contam com contingente humano pequeno que, muitas vezes, encontra-se sobrecarregado para cobrir todas as atribuições e, conseqüentemente, algumas áreas de atuação tornam-se deficitárias. Assim, percebe-se a necessidade de mais contratações de pessoal qualificado e incremento no investimento para melhorias na logística de trabalho.

Como solução a essas necessidades algumas ações são fundamentais, como:

1. A criação de um banco de dados para que os profissionais da área possam disponibilizar os dados de suas pesquisas e que os gestores possam consultar informações sobre ocorrência espacial de espécies ameaçadas de extinção; informações sobre a fauna de regiões hidrográficas, bacias ou microbacias, conforme o interesse. Atualmente, os dados dos estudos de monitoramentos já são inseridos, periodicamente, no banco de dados do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO/ICMBIO) pelo coordenador dos estudos. Essa informação é agrupada e usada na avaliação de espécies ameaçadas de extinção no País; porém, o acesso a essa informação ainda é muito restrito. Há também o repositório de dados de pesquisas da Embrapa (REDAPE), que, como complemento de informações, poderia fazer interface

com o sistema do Instituto Chico Mendes. Entretanto, o acesso a esse banco de dados é restrito aos empregados da Empresa.

2. A contratação de profissionais em entomologia/ecologia aquática, com ênfase para duas condições necessárias:

2.1. A formação de profissionais para atuarem em política, com conhecimento dos termos utilizados, para facilitar a inserção do biomonitoramento na gestão ambiental e disseminação dos conhecimentos aqui apresentados, com superação dos entraves apontados neste capítulo;

2.2. A ampliação do contingente humano de pesquisadores que se dedicam ao estudo dos insetos aquáticos em seus mais diversos aspectos, tais como sistemática, biologia, interações ecológicas é uma necessidade que foi apontada de forma unânime pelos autores dos capítulos deste livro. É premente a necessidade de contratação de pesquisadores para regiões do interior de muitos estados brasileiros, pois não há registro de especialistas em entomologia aquática nestes locais, e amplas lacunas de pesquisas foram apontadas no Capítulo 1 (Figuras 1.2 a 1.5) e reafirmadas em outros capítulos, como o capítulo 3, que versou sobre a situação no estado do Maranhão. Entende-se que este é um fato delicado, pois há uma tendência em diminuir as contratações de funcionários públicos, e a iniciativa privada não investe em pesquisas desta natureza. Assim, os autores apresentam alternativas para solucionar esta questão.

3. Elaboração de protocolos básicos para o monitoramento e diagnóstico das condições ambientais locais e regionais (quando possível), direcionado para uso dos gestores. Muitas vezes os protocolos acadêmicos são muito complexos para serem implementados em regiões-chave, cujas regiões não contam com a presença de pesquisadores.

Um exemplo pode ser visto em parceria entre as Universidades Federais do Mato Grosso (UFMT) e do Pará (UFPA e UFOPA) com o ICMBio nas Unidades de Conservação da Amazônia (Brasil et al., 2020). Estas recomendações visam registrar que a inclusão de bioindicadores é uma estratégia viável e bastante efetiva para a avaliação da integridade dos ambientes aquáticos e para o monitoramento dos recursos hídricos. É, também, uma estratégia que pode ser utilizada na análise da saúde dos ecossistemas aquáticos, servindo como base para a conservação e gestão desses ambientes.

4. A alocação de recursos financeiros dos editais para estas regiões, abertos à submissão de pesquisadores não residentes nessas regiões (atualmente, vários editais restringem a submissão para pesquisadores locais, que necessariamente devem atuar como coordenadores da proposta de pesquisa). Esta iniciativa é interessante no caso de haver pesquisadores sobre a temática que residam na região em questão; porém, como exposto, não é esse o caso quando o tema se trata da entomofauna aquática, justamente devido à falta de especialistas em determinados locais. Entretanto, acredita-se que ao longo dos anos, com contratações de especialistas pelas universidades locais, esta situação será contornada. Atualmente, para contornar esta situação, que é reconhecida pelas agências de fomento, os editais possuem orientações de que o “orçamento do edital tem uma porcentagem do valor total dos recursos destinados às pesquisas na região-alvo”, como incentivo de fomento nestas áreas carentes de especialistas.

Outras abordagens para serem exploradas nos estudos

Uma abordagem ainda pouco estudada e que pode influenciar as respostas dos insetos aquáticos aos impactos humanos compreende estudos sobre a linhagem evolutiva. Uma vez que a relação filogenética não é aleatória, por exemplo, espécies estreitamente relacionadas tendem a mostrar alta similaridade de características e comportamentos, conseqüentemente, respondem de forma semelhante a ameaças. Nesse contexto, os estudos sugerem que espécies com alto risco de extinção que compartilham as mesmas afinidades filogenéticas e características ecológicas podem ser mais propensas à extinção. Por outro lado, espécies não aparentadas podem responder de forma diferente às ameaças humanas (Brum et al., 2014; Loyola et al., 2014). Esses padrões podem ajudar a definir linhagens que estão sendo mais ameaçadas que outras e auxiliar com mais robustez nas políticas de conservação das espécies. Porém, para insetos aquáticos as filogenias existentes são para poucas famílias e, quando muito, em nível de gênero (Rehn, 2003). É necessário aumentar os estudos filogenéticos para poder ampliar seu uso em futuras pesquisas. No momento, a ausência de grandes árvores filogenéticas limita os avanços nos estudos de ecologia e conservação de insetos aquáticos.

Outra abordagem que pode auxiliar no avanço dos estudos de bioindicadores é a ecotoxicologia. Na maioria das vezes, o efeito das alterações ambientais sobre os organismos começa em escalas de menores níveis de organização biológica (dano celular), de mais difícil detecção, alterando estrutural (assimetria flutuante, má formação morfológica) e funcionalmente (perda de funções ecossistêmicas, danos à teia trófica). Avaliações em menores níveis de organizações

biológicas, como molecular e morfológico, tornam possível detectar efeitos adversos à saúde dos organismos mais precocemente. Estes efeitos podem ser refletidos nas respostas biológicas, caso os níveis de exposição sejam superiores à capacidade de defesa antioxidante ou adaptação das espécies (McCarthy; Shugart, 1990; Newman; Unger, 2002). Essas abordagens começam a se mostrar eficientes em estudos de biomonitoramento (Mendes et al., 2020). Assim, o efeito das alterações no habitat pode gerar danos macromoleculares nas espécies que, por sua vez, podem refletir em mudanças dos parâmetros que se usa, tais como abundância e presença/ausência das espécies no ambiente (Mendes et al., 2020). Porém, avaliações de risco ecológico para comunidades aquáticas, sob uma perspectiva ecotoxicológica na Amazônia ainda são escassas (Mendes et al., 2020; Adams et al., 2021). Acredita-se que a aplicação dessa abordagem pode detectar bons indicadores ambientais e, através do biomonitoramento, evitar possíveis processos de extinção de espécies. Assim, diante do cenário atual, futuramente com mais investimentos em pesquisas ecotoxicológicas será possível obter maior compreensão dos efeitos antropogênicos sobre os danos causados às espécies de insetos aquáticos.

Ressalta-se, aqui, o fato que estudos ecotoxicológicos comumente são realizados em laboratórios (escalas micro e meso). Entretanto, um grande desafio é converter as informações geradas para o mais próximo daquilo que é encontrado na natureza, já que as respostas costumam ser diferentes. Isto se deve, possivelmente, pela decorrência de isolar os organismos-alvo e estudar o efeito de uma substância em um ambiente controlado, ou seja, sem a conjunção de situações (físicas, químicas, bioquímicas e biológicas) que capacitariam o organismo a reagir de outra forma que não aquela apresentada no laboratório.

Com relação às implicações da poluição, outro fator importante é referente ao avanço da contaminação da água e da biota aquática por contaminantes emergentes, como partículas plásticas. A contaminação ambiental por plásticos avança gradativamente por todas as partes do planeta, estando atualmente onipresente e registrada em todos os continentes, mesmo nos locais mais distantes e despovoados do planeta. Apesar disso, poucos trabalhos técnicos analisaram os impactos da contaminação por plásticos nos ambientes aquáticos de água doce do Brasil. Mesmo assim, já se sabe que existem contaminações significativas nas comunidades aquáticas brasileiras, até mesmo em riachos localizados dentro da floresta amazônica (Ribeiro-Brasil et al., 2020). Por isso, estabelecer protocolos de trabalho para monitorar o avanço da contaminação dos ambientes aquáticos marinhos e dulcícolas por partículas plásticas (Álvarez-Hernández et al., 2019; Martins et al., 2019; Al-Zawaidah et al., 2021) é algo a ser incorporado nas ações de gestão dos recursos hídricos. Recentemente, foram lançados editais de chamada de propostas de projetos com foco na problemática das partículas plásticas. Isto é necessário por ser reconhecido em estudos recentes (Alexiadou et al., 2019; Carrasco et al., 2019; Saley et al., 2019) a presença de plásticos (diversos tamanhos) nos tecidos animais, indicando que o material foi incorporado pelo organismo e é transmitido dentro da cadeia alimentar (Roman et al., 2022).

Tem-se avançado nesses estudos e as perspectivas futuras são muito positivas, porém, indubitavelmente, um dos principais desafios é aumentar o conhecimento de biologia e ecologia básica das espécies. Informações como o tipo de habitat, especificidade, capacidade de dispersão, tempo de desenvolvimento, quantidade de ciclos de vida e de reprodução são essenciais para aumentar o entendimento

sobre a sensibilidade ou resiliência das espécies. Com esses dados será possível desenvolver estratégias mais eficientes de monitoramento, de mitigação dos impactos ambientais e conservação das espécies, avaliando como as características funcionais podem filtrar as espécies no ambiente, ou até mesmo tornar mais susceptíveis às alterações ambientais. A inserção de possíveis efeitos da história evolutiva, da morfologia, do comportamento e da coloração poderá ser primordial para entender melhor o padrão de distribuição das espécies e de sua sensibilidade.

Associado, ou paralelamente a todos esses tópicos, será necessário simplificar os protocolos de monitoramento (Oliveira-Júnior; Juen, 2019; Brasil et al., 2020) para tentar aumentar a participação de pessoas no monitoramento pela ciência cidadã (Bried et al., 2020). Acredita-se que o engajamento das populações locais no monitoramento da qualidade ambiental e da biodiversidade é o único caminho sólido para um futuro mais sustentável. Com isso, as decisões sobre o meio ambiente são predominantemente conduzidas por essas populações compostas por indígenas, trabalhadores rurais, agricultores de subsistência e ribeirinhos.

Considerações finais

Este capítulo apontou as necessidades que docentes e pesquisadores devam perceber em suas rotinas de trabalho a fim de dar continuidade e promover a aplicação do biomonitoramento para a avaliação ambiental e qualidade da água. A inclusão de disciplina sobre política e gestão nos currículos dos cursos de graduação em Ciências Biológicas e formações correlatas, contratação de mais profissionais, formação de banco de dados, expansão de estudos para

áreas/regiões hidrográficas sem conhecimento prévio são necessidades apontadas de forma unânime e são fundamentais para a soberania nacional sobre a diversidade biológica. Conferem embasamento para diversos fins, citando-se as políticas de restauração em situações ambientais emergenciais, como o desastre ocorrido em Brumadinho (MG).

Referências

ADAMS, E.; LEEB, C.; BRÜHL, C. A. Pesticide exposure affects reproductive capacity of common toads (*Bufo bufo*) in a viticultural landscape. **Ecotoxicology**, v. 30, p. 213-223, 2021.

ALEXIADOU, P.; FOSKOLOS, I.; FRANTZIS, A. Ingestion of macroplastics by odontocetes of the Greek Seas, Eastern Mediterranean: often deadly! **Marine Pollution Bulletin**, v. 146, p. 67-75, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.055>.

ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, C.; CAIRÓS, C.; LÓPEZ-DARIAS, J.; MAZZETTI, E.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-SÁLAMO, J.; HERNÁNDEZ-BORGES, J. Microplastic debris in beaches of Tenerife (Canary Islands, Spain). **Marine Pollution Bulletin**, v. 146, p. 26-32, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.064>.

AL-ZAWAIDAH, H.; RAVAZZOLO, D.; FRIEDRICH, H. Macroplastics in rivers: present knowledge, issues and challenges. **Environmental Sciences: Processes and Impacts**, v. 23, n. 4, p. 535-552, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0EM00517G>.

BRASIL, L. S.; DANTAS, D. D. F.; POLAZ, C. N. M.; RASEIRA, M. B.; JUEN, L. Monitoreo participativo de igarapés en Unidades de Conservación de Amazonia brasileña utilizando Odonata. **Hetaerina**, v. 2, n. 1, p. 8-13, 2020.

BRIED, J.; RIES, L.; SMITH, B.; PATTEN, M.; ABBOTT, J.; BALL-DAMEROW, J.; CANNINGS, R.; CORDERO-RIVERA, A.; CORDOBA-AGUILAR, A.; DE MARCO, P.; DIJKSTRA, K. D.; DOLNY, A.; VAN GRUNSVEN, R.; HALSTEAD, D.; HARABIS, F.; HASSALL, C.; JEANMOUGIN, M.; JONES, C.; JUEN, L.; KALKMAN, V.; KIETZKA, G.; MAZZACANO, C. S.; ORR, A.; PERRON, M. A.; ROCHA-ORTEGA, M.; SAHLEN, G.; SAMWAYS, M.; SIEPIELSKI, A.; SIMAIKA, J.; SUHLING, F.; UNDERHILL, L.; WHITE, E. Towards Global Volunteer Monitoring of Odonate Abundance. **Bioscience**, v. 70, n. 10, p. 914-923, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa092>.

BRUM F. T.; DEBASTIANI V. J.; LOYOLA R.; DUARTE, L. D. S. Clade-specific impacts of human land use on primates. **Natureza & Conservação**, v. 12, n. 2, p. 144-149, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2014.09.009>.

CARRASCO, A.; PULGAR, J.; QUINTANILLA-AHUMADA, D.; PEREZ-VENEGAS, D.; QUIJÓN, P.A.; DUARTE, C. The influence of microplastics pollution on the feeding behavior of a prominent sand beach amphipod, *Orchestoidea tuberculata* (Nicolet, 1849). **Marine Pollution Bulletin**, v. 145, p.23-27, 2019. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.05.018

LOYOLA, R. D.; LEMES, P.; BRUM, F. T.; PROVETE, D. B.; DUARTE, L. D. S. Clade-specific consequences of climate change to amphibians in Atlantic Forest protected areas. **Ecography**, v. 37, p. 65-72, 2014. DOI: <https://doi.org/0.1111/j.1600-0587.2013.00396.x>.

MARTINS, I.; BESSA, F.; GONÇALVES, A. M. M.; GAGO, J.; LIBRALATO, S. MODELPlastics workshop: modelling ocean plastic litter in a changing climate: gaps and future directions. **Marine Pollution Bulletin**, v. 146, p. 22-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.063>.

MCCARTHY, J. F.; SHUGART, L. R. Biological markers of environmental contamination. In: MCCARTHY, J. F.; SHUGART, L. R. (ed.). **Biomarkers of environmental contamination**. Boca Raton: Lewis, 1990. 467 p.

MENDES, T. P.; AMADO, L. L.; JUEN, L. Glutathione S-transferase activity in *Mnesarete aenea* (Odonata), *Campylocia anceps* (Ephemeroptera), and *Cylindrostethus palmaris* (Hemiptera) from forest and oil palm plantation areas in the Eastern Amazon. **Ecological Indicators**, v. 18, article 106770, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106770>.

MILESI, S. V.; DELIBERALLI, W.; LAZARI, P. L.; HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. Chironomidae functional traits in Atlantic Forest streams: spatial and temporal patterns. **Hydrobiologia**, v. 851, p. 457-470, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05332-1>.

NEWMAN, M. C.; UNGER, M. A. **Fundamentals of ecotoxicology: the science of pollution**. Boca Raton: CRC, 2002. 708 p.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. M. B.; JUEN, L. The Zygoptera/Anisoptera ratio (Insecta: Odonata): a new tool for habitat alterations assessment in amazonian streams. **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 552-560, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00672-x>.

REHN, A. C. Phylogenetic analysis of higher-level relationships of Odonata. **Systematic Entomology**, v. 28, n. 2, p. 181-240, 2003.

RIBEIRO-BRASIL, D. R. G.; TORRES, N. R.; PICANÇO, A. B.; SOUSA, D. S.; RIBEIRO, V. S.; BRASIL, L. S.; MONTAG, L. F. Contamination of stream fish by plastic waste in the Brazilian Amazon. **Environmental Pollution**, v. 266, article 115241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115241>.

ROMAN, L.; HARDESTY, B. D.; SCHUYLER, Q. A systematic review and risk matrix of plastic litter impacts on aquatic wildlife: A case study of the Mekong and Ganges River Basins. **Science of The Total Environment**, v. 843, n. 15, article 156858, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156858>.

SALEY, A. M.; SMART, A. C.; BEZERRA, M. F.; BURNHAM, T. L. U.; CAPECE, L. R.; LIMA, L. F. O.; CARSH, A. C.; WILLIAMS, S. L.; MORGAN, S. G. Microplastic accumulation and biomagnification in a coastal marine reserve situated in a sparsely populated area. **Marine Pollution Bulletin**, v. 146, p. 54-59, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.065>.