

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM CONFLUÊNCIA FLUVIAL URBANA EM GUARAPUAVA (PR), BRASIL

Nathan Ulian de Souza¹
Alessandro Kominecki²
Nathalia Antunes Godert³
Bruna Franciscon de Oliveira³
Ana Lucia Suriani-Affonso⁴
Leandro Redin Vestena⁵

INTRODUÇÃO

Os rios atuam como coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e a ocupação do solo na bacia de drenagem. Os corpos d'água são afetados por atividades humanas em suas áreas de contribuição, tanto rurais e, principalmente, urbanas, que introduzem resíduos e efluentes industriais, domésticos e agrícolas, contribuindo para a degradação desses ecossistemas (Botelho; Froes; Santos, 2012; Barreto *et al.*, 2014). Assim, é essencial avaliar esses efeitos para garantir a preservação e a conservação da qualidade ambiental.

Uma das formas de compreender a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos é por meio de parâmetros biológicos, capazes de avaliar o efeito e o impacto das ações humanas nos ambientes. As análises biológicas avaliam os efeitos da poluição sobre as comunidades que habitam os ambientes aquáticos, oferecendo diversas maneiras de conhecer as condições da qualidade dos recursos hídricos e ambientais (Amorim; Castillo, 2010).

Os macroinvertebrados bentônicos são invertebrados aquáticos visíveis a olho nu que se alimentam de matéria orgânica da coluna d'água ou da vegetação marginal. Eles fazem parte da dieta de peixes, anfíbios e aves aquáticas e passam pelo menos uma

¹ Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) - PR, nathan.u.souza@gmail.com;

² Doutor em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) - PR, alessandrokominecki@gmail.com;

³ Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) - PR, nathaliagodert@gmail.com e bruna.franciscon.oliveira@gmail.com;

⁴ Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Docente no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR, analuciabio@gmail.com;

⁵ Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Docente no Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR, lvestena@unicentro.br.

fase de seu ciclo de vida em ambientes bentônicos. Os macroinvertebrados bentônicos expostos a alterações ambientais refletem diferentes graus de impactos ambientais. Principais representantes incluem Anelídeos, Moluscos, Crustáceos e Insetos (Mugnai, Nessimian, Baptista, 2010; Pinto *et al.*, 2010).

A eficiência dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental deve-se a seis fatores principais: são sensíveis a diferentes impactos e reagem gradualmente; não realizam grandes migrações, representando bem as condições locais; são abundantes; são fáceis de coletar e identificar em altos níveis taxonômicos; possuem uma comunidade diversificada com muitos táxons e níveis tróficos; e têm ciclos de vida curtos, respondendo rapidamente às alterações ambientais (Lopes *et al.*, 2011).

O Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP) é amplamente utilizado como um dos índices qualitativos da qualidade ambiental em ecossistemas aquáticos. O BMWP considera a presença ou ausência de famílias de macroinvertebrados bentônicos, utilizando uma escala de um a dez para avaliar o grau de tolerância ou sensibilidade dessas famílias aos poluentes orgânicos. Organismos mais tolerantes recebem o valor de um, enquanto os mais sensíveis recebem o valor de dez (Hepp; Restello, 2007).

No município de Guarapuava/PR, os impactos ambientais, como a contaminação das águas, o desmatamento e os processos erosivos, estão se tornando cada vez mais preocupantes, especialmente em relação aos recursos hídricos. Isso é agravado pela constante necessidade de água para consumo doméstico e atividades produtivas (Adorno; Santos; Jesus, 2013).

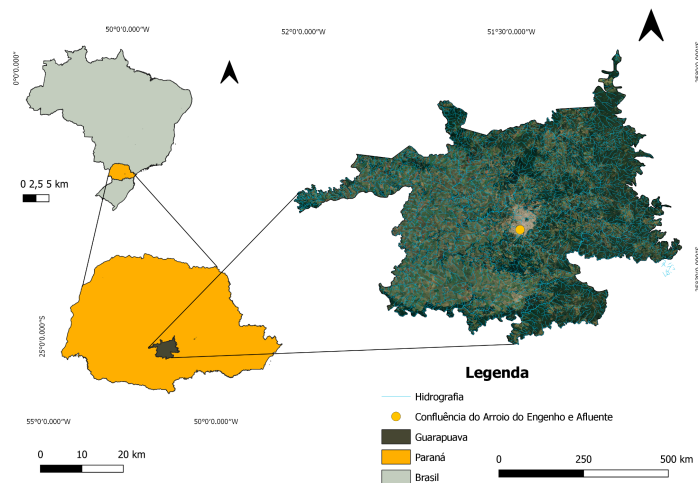
O presente estudo identificou a diversidade das comunidades bentônicas em uma confluência fluvial urbana, com o objetivo de analisar a qualidade da água e do ambiente a montante, jusante e tributário em trechos fluviais.

METODOLOGIA

A confluência estudada localiza-se no município de Guarapuava, na mesorregião centro-sul do estado do Paraná, no Terceiro Planalto Paranaense. Com uma área de 3.168,087 km², Guarapuava possui uma população de 182.093 habitantes e uma densidade demográfica de 57,48 hab/km² (IBGE, 2022).

A junção fluvial do Arroio do Engenho e afluente da margem esquerda (CEA) está inserida na latitude $25^{\circ}24'17.04''\text{S}$ e longitude $1^{\circ}28'44.42''\text{O}$, na cidade de Guarapuava, a cerca de 1.043 metros de altitude (Figura 1).

Figura 1 - Localização da confluência do Arroio do Engenho com afluente estudada na cidade de Guarapuava, Paraná, Brasil.



Fonte: Autores (2024).

O clima é classificado como Cfb, ou Clima Temperado, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger. As temperaturas médias variam entre 18°C no mês mais frio e 22°C no mês mais quente, indicando verões frescos e a ausência de uma estação seca definida (Iapar, 2019). De acordo com Thomaz e Vestena (2003), a precipitação média anual em Guarapuava é de 1.960,93 mm.

A cobertura do solo em um raio de 300m da junção da confluência fluvial apresenta o predomínio de área urbana (infraestrutura), solo exposto e área sujeita a inundação. A confluência urbana na região central da cidade, apresenta moradias irregulares nas margens do rio principal e afluente, com lançamento de efluentes domésticos não tratados.

Em campo mensurou-se os valores de largura média do canal, profundidade média e declividade nos três trechos da confluência. Além disso, durante a coleta dos macroinvertebrados, coletou-se a vazão da área amostrada e a temperatura da água.

Para a realização da amostragem de macroinvertebrados aquáticos, utilizou-se de um amostrador do tipo surber com malha de $250\ \mu\text{m}$ e área de $0,09\ \text{m}^2$, sendo coletado a 150 metros da junção fluvial, nos trechos a montante, jusante e tributário, em

áreas de remanso. Posicionou-se o amostrador contra a correnteza e revirou-se o sedimento do leito a favor do curso d'água, por três minutos. Após a coleta, os sedimentos foram armazenados em sacos plásticos e conservados com formol 10% para posteriormente realizar a triagem e identificação dos táxons.

A identificação dos invertebrados bentônicos foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico utilizando as chaves de identificação de Mugnai, Nessimian e Baptista (2010) e de Moser, Kataoka e Suriani-Affonso (2018), até o menor nível taxonômico possível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mensurados em campo da largura, profundidade, vazão, granulometria e temperatura dos três trechos avaliados (montante, tributário e jusante) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis mensuradas em campo dos três trechos da confluência avaliada na cidade de Guarapuava (PR), Brasil.

Variáveis Mensuradas	Montante	Tributário	Jusante
Largura (m)	6,16	5,19	4,07
Profundidade (m)	0,17	0,22	0,25
Declividade (m/m)	0,0028	0,0018	0,0036
Vazão (m ³ /s)	1,70	2,23	1,71
Temperatura (°C)	24,60	24,17	22,73

Fonte: Autores (2024).

Dentre os três trechos fluviais, o que apresentou maior largura média foi a montante no rio principal (6,16 metros), seguidos pelo do tributário (5,19 metros) e o de jusante (4,07 metros). A maior profundidade média encontrada foi no trecho a jusante da junção fluvial, 25 centímetros, no trecho do tributário foi de 22 cm e por último a montante com 17 cm de profundidade. A vazão média em seções transversais em ambos os trechos variam de 1,70 até 2,23 m³/s.

A confluência do Arroio do Engenho e seu afluente apresenta uma grande quantidade de lama (sedimentação fina) junto com detritos antrópicos, como lixo doméstico, resíduos de construção civil, pneus e eletrodomésticos. Isso ocorre devido à

baixa declividade do talvegue nos trechos (Tabela 1), que resulta no acúmulo desses detritos provenientes das galerias pluviais e dos efluentes (Figura 2).

Figura 2 - a.) Junção do Arroio do Engenho com Afluente. b.) Registro fotográfico de efluente doméstico sendo lançado na jusante da confluência urbana da cidade de Guarapuava (PR), Brasil.



Fonte: Autores (2024).

Ao todo foram coletados 2.218 indivíduos, no trecho a montante da junção fluvial foram 1.503 indivíduos (67,76%), no tributário 544 indivíduos (24,53%) e a jusante 171 indivíduos (7,71%) (Tabela 2). Os táxons mais representativos foram: Chironomidae (68,30%), Oligocheta (16,05%), Hirudinea (8,25%) e Hydropsychidae (6,49%).

Tabela 2 - Composição taxonômica de macroinvertebrados bentônicos presentes na confluência fluvial do Arroio do Engenho e afluente, localizado em Guarapuava, Paraná, em março de 2024.

TÁXONS	M	T	J	%	TOTAL	BMWP
Classe Oligocheta	35	248	73	16,05	356	1
Classe Hirudinea	58	88	37	8,25	183	4
Família Chironomidae	1.284	171	60	68,30	1515	2
Família Psychodidae	0	1	0	0,05	1	3
Família Simuliidae	14	1	0	0,68	15	5
Filo Nematoda	0	0	1	0,05	1	*
Família Tabanidae	0	1	0	0,05	1	4
Família Hydropsychidae	110	34	0	6,49	144	5
Família Empididae	1	0	0	0,05	1	5
Família Elmidae	1	0	0	0,05	1	5
Número total de indivíduos	1.503	544	171		2.218	
BMWP Total	25	24	7			

M: Montante; T: Tributário; J: Jusante.

* Não há valores atribuídos ao filo Nematoda.

Fonte: Autores (2024).

A fauna dos riachos urbanos é caracterizada por ter baixa diversidade de grupos taxonômico e marcada pela abundância de grupos resistentes e tolerantes, como Chironomidae, Hirudinea e Oligochaeta. Segundo Meyer, Paul e Taulbee (2005) e König *et al.* (2008), esses resultados indicam que as principais características dos cursos d'água urbanos, como a alta concentração de nutrientes e contaminantes, além das alterações na morfologia e estabilidade do canal, explicam a baixa diversidade taxonômica biológica e a predominância de táxons mais tolerantes.

De modo geral, os representantes da classe Oligochaeta e da família Chironomidae foram os mais numerosos em ambos os trechos avaliados. Chironomidae é reconhecida como uma das famílias mais abundantes, prevalecendo em diversos ecossistemas (Batzer; Boix, 2016). A alta densidade desses organismos pode indicar uma considerável quantidade de matéria orgânica presente no ambiente, sugerindo uma possível degradação ambiental, conforme discutido por Marques *et al.* (1999). Quanto aos Oligochaeta, eles representam uma das classes de macroinvertebrados bentônicos mais significativas, frequentemente encontrados em ambientes com altos níveis de poluição orgânica (Govedich *et al.*, 2010).

Dois trechos apresentaram o maior número de táxons encontrados, sendo 7 grupos, a montante da junção fluvial no rio principal e a montante do rio tributário. O trecho a jusante da junção fluvial apresentou 4 táxons encontrados, apresentando a menor diversidade taxonômica entre os trechos avaliados. Os dois trechos (montante e tributário) apresentam características sedimentológicas mais grossas do que no trecho a jusante. De acordo com Souza, Gonçalves e Vestena (2022) habitats com sedimentação mais grossa apresentam um número maior de táxons e indivíduos de macroinvertebrados em comparação com habitats de sedimentação mais fina, sendo explicada ao fato de que a sedimentação mais grossa oferece condições mais favoráveis para a instalação e manutenção de uma maior diversidade de macroinvertebrados aquáticos.

Os valores finais do índice biológico *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) resultaram em dois trechos, da confluência estudada, com valores de 25 e 24

(montante e tributário da junção fluvial, respectivamente), são classificados como águas com qualidade crítica, sendo águas muito poluídas (sistema muito alterado). O trecho jusante do rio principal apresentou a pontuação 7 no total, sendo classificada como muito crítica, com águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento biológico baseado em macroinvertebrados bentônicos aprimora a compreensão dos sistemas aquáticos, das condições hidrológicas específicas e da avaliação da qualidade ambiental. Esse processo visa desenvolver ações para a conservação da biodiversidade local, bem como para o manejo e uso sustentável dos recursos hídricos.

Em geral, o índice biótico utilizado forneceu resultados satisfatórios. O índice BMWP representou bem as condições ambientais, demonstrando maior estabilidade e refletindo a influência das ações antrópicas decorrentes do uso e ocupação do solo, bem como da dinâmica hidrológica, sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos. Recomenda-se a utilização do BMWP, pois possibilita um diagnóstico ambiental do ecossistemas aquáticos, especialmente em confluências fluviais, áreas sensíveis às ações humanas na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Bioindicadores, Ecossistemas Fluviais, Biological Monitoring Working Party Score System, Hidrobiogeografia, Rios Urbanos.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, E. V.; SANTOS, E. S.; JESUS, T. B. SIG e agressão linear para avaliação ambiental das nascentes do rio Subaé em Feira de Santana - BA. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 33, n. 2, p. 63-80, 2013.
- AMORIM, A. C. F.; CASTILLO, A. R. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2010.
- BARRETO, L. V.; FRAGA, M. S.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S.; CARVALHO, S.R.; BONOMO, P.; SILVA, D. P. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. **Ambiente & Água**. v. 9, p. 118-129, 2014.
- BATZER, D. & BOIX, D. An Introduction to Freshwater Wetlands and Their Invertebrates. Invertebrates in Freshwater Wetlands: An International Perspective on their Ecology. Cham, **Springer International Publishing**, p. 1-23. 2016.

BOTELHO, R. G.; FROES, C. M.; SANTOS, J. B. Toxicity of herbicides on *Escherichia coli* growth. **Brazilin Journal of Biology**, v. 72, n. 1, 2012.

GOVEDICH, F.; BAIN, B.; MOSER, W.; GELDER, S.; DAVIES, R. e BRINKHURST, R. Annelida (Clitellata). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. Amsterdam, Elsevier, p. 385-436. 2010.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. **Edifapes**, Erechim, p. 75-86, 2007.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Atlas Climático do estado do Paraná**. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**, 2022.

KÖNIG, R.; SUZIN, C.R.H.; RESTELLO, R.M; HEPP, L.U. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Aquat. Sci.** v. 3, n. 1, p. 84-93, 2008.

LOPES, A.; PAULA, J.; MARDEGAN, S. F.; HAMADA, N.; PIEDADE, M. T. F. Influência do habitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhorniacrassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 4, p. 493-502, 2011.

MARQUES, M. M. G. S. M.; BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in south-east Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 553-561, 1999.

MEYER J.L; PAUL M.J; TAULBEE W,K. Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. **J. N. Am. Benthol. Soc.** v. 24, p. 602–612, 2005.

MOSER, A. S.; KATAOKA, A. M.; SURIANI-AFFONSO, A. L. **Guia prático para estudo dos macroinvertebrados aquáticos da região de Guarapuava - PR**. 1. ed. Guarapuava: Independente, v. 1. 78p. 2018.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Tecnical books Editora, 2010.

PINTO, A. S.; MOURA, D. A.; LIMA, F. P. A.; CORBI, J. J. Levantamento dos macroinvertebrados aquáticos do córrego lagoa Serena, Instituto de Biotecnologia. **Revista Uniara**, v. 13, n. 2, p. 114- 123, 2010.

SOUZA, N. U.; GONÇALVES, I. C. M.; VESTENA, L. R. A influência do uso da terra na diversidade de macroinvertebrados bentônicos de confluências fluviais em Guarapuava, Paraná. **Geosul**, v. 37. n. 83, p.166-188, 2022.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003, 106p.