

Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade ambiental em confluências fluviais no centro-sul do Paraná

Benthonic macroinvertebrates as indicators of environmental quality in river confluences in the central-south of Paraná

Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad ambiental en confluencias de ríos en el centro-sur de Paraná

Nathan Ulian de Souza

Mestre e Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro.
Membro do Grupo de Pesquisa em Hidrogeomorfologia da Unicentro.
nathan.u.souza@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-7093-4509>

Leandro Redin Vestena

Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
Docente no Departamento de Geografia e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro. Líder do Grupo de Pesquisa em Hidrogeomorfologia da Unicentro.
lvestena@unicentro.br / <http://orcid.org/0000-0002-6210-3094>

Ana Lucia Suriani-Affonso

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Docente no Departamento de Ciências Biológicas e no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro.
analuciabio@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0001-8220-7045>

Recebido: 18/12/2023; Aceito: 11/05/2024; Publicado: 28/06/2026.

Resumo

Os macroinvertebrados bentônicos são considerados bioindicadores da qualidade ambiental, uma vez que, sua presença, diversidade e abundância nos ecossistemas aquáticos refletem a interação entre as condições do ambiente, a qualidade da água e dos sedimentos, além do grau de impacto das atividades humanas e dos afluentes no sistema fluvial. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade ambiental em três confluências fluviais em diferentes domínios de uso e ocupação da terra, no município de Guarapuava, Paraná (Brasil), a partir das comunidades bentônicas, utilizando-se o índice BMWP e o Protocolo Rápido de Avaliação (PAR). Escolheu-se três confluências fluviais representativas de diferentes usos da terra: industrial, agrícola e vegetação arbórea natural. Coletou-se, por catação, os macroinvertebrados aquáticos em três trechos das confluências, a jusante e montante da junção fluvial no rio principal e no tributário. No total, foram coletados 205 indivíduos, distribuídos em 15 táxons pertencentes a duas classes e um filo. Dentre os táxons coletados, onze pertencem à classe Insecta, três à *Mollusca* e um ao filo *Platyhelminthes*. Conclui-se que, a utilização de macroinvertebrados bentônicos, como indicadores de qualidade ambiental, refletiu a influência das ações antrópicas de uso e ocupação do solo e da dinâmica hidrológica sobre a estrutura da comunidade.

Palavras-chave: Bioindicadores; Biological Monitoring Working Party Score System; Protocolo de Avaliação Rápida de Rios; Ecologia de Ecossistemas Aquáticos; Hidrobiogeografia.

Abstract

Benthic macroinvertebrates are considered bioindicators of environmental quality, since their presence, diversity and abundance in aquatic ecosystems reflect the interaction between environmental conditions, water and sediment quality, in addition to the degree of impact of human activities and tributaries in the river system. The objective of this work was to evaluate the environmental quality in three river confluences in different domains of land use and occupation, in the municipality of Guarapuava, Paraná (Brazil), based on benthic communities, using the BMWP index and the Rapid Protocol of Assessment (PAR). Three river confluences representing different land uses were chosen: industrial, agricultural and natural tree vegetation. Aquatic macroinvertebrates were collected by scavenging in three sections of the confluences, downstream and upstream of the river junction in the main river and the tributary. In total, 205 individuals were collected, distributed across 15 taxa belonging to two classes and one phylum. Among the taxa collected, eleven belong to the class Insecta, three to Mollusca and one to the phylum Platyhelminthes. It is concluded that the use of benthic macroinvertebrates, as indicators of environmental quality, reflected the influence of anthropogenic actions of land use and occupation and hydrological dynamics on the structure of the community.

Keywords: Bioindicadores; Biological Monitoring Working Party Score System; Rapid River Assessment Protocol; Ecology of Aquatic Ecosystems; Hydrobiogeography.

Resumen

Los macroinvertebrados bentónicos son considerados bioindicadores de la calidad ambiental, ya que su presencia, diversidad y abundancia en los ecosistemas acuáticos reflejan la interacción entre las condiciones ambientales, la calidad del agua y los sedimentos, además del grado de impacto de las actividades humanas y afluentes en el sistema fluvial. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad ambiental en tres confluencias de ríos en diferentes dominios de uso y ocupación del suelo, en el municipio de Guarapuava, Paraná (Brasil), a partir de comunidades bentónicas, utilizando el índice BMWP y el Protocolo Rápido de Evaluación. (PAR). Se eligieron tres confluencias de ríos que representan diferentes usos del suelo: industrial, agrícola y vegetación arbórea natural. Los macroinvertebrados acuáticos se recolectaron mediante recolección en tres secciones de las confluencias, aguas abajo y aguas arriba del cruce del río principal y el afluente. En total, se recolectaron 205 individuos, distribuidos en 15 taxones pertenecientes a dos clases y un filo. Entre los taxones recolectados, once pertenecen a la clase Insecta, tres a Mollusca y uno al filo Platyhelminthes. Se concluye que el uso de macroinvertebrados bentónicos, como indicadores de calidad ambiental, reflejó la influencia de las acciones antropogénicas de uso y ocupación del suelo y de la dinámica hidrológica en la estructura de la comunidad.

Palabras clave: Bioindicadores; Biological Monitoring Working Party Score System; Protocolo de Evaluación Rápida de Ríos; Ecología de Ecosistemas Acuáticos; Hidrobiogeografía.

Introdução

Os reservatórios naturais de água, como córregos e rios são impactados por atividades humanas nas suas áreas de contribuição, sejam de natureza urbana ou rural, que introduzem resíduos sólidos e efluentes industriais, domésticos e agrícolas, que contribui para a degradação desses ecossistemas (Botelho; Froes; Santos, 2012; Barreto *et al.*, 2014). Os rios refletem o uso e ocupação do solo nas suas bacias de drenagem, tornando-se coletores naturais das paisagens. Infelizmente, o assoreamento e a homogeneização do leito

dos rios e córregos estão entre os principais impactos negativos no ambiente. Essas atividades contribuem para a diminuição da diversidade de habitats e microhabitats, além de causar a eutrofização artificial (Goulart; Callisto, 2003).

As junções de rios, conhecidas como confluências fluviais, são pontos específicos na paisagem que estão sujeitos a mudanças na forma e interações hidráulicas dentro do canal. Quando os fluxos de diferentes rios se encontram, ocorrem irregularidades nos padrões de circulação da água e deposição de sedimentos em comparação com outras partes do curso fluvial (Kominecki, 2020). Essas confluências são ambientes sensíveis e de grande importância para o controle e redirecionamento do fluxo de água, qualidade da água e deposição de sedimentos. Além disso, elas são representativas das características da área de drenagem a montante que impactam e condicionam a qualidade da água no sistema fluvial da bacia hidrográfica. A união de águas nas confluências fluviais com diferentes padrões de qualidade, provenientes de áreas de drenagem diversas, tornam tais ambientes indicativos da qualidade ambiental imperante na bacia de drenagem e das áreas que requerem atenção, na remediação de problemas causadores da deterioração da água.

Com as intervenções antrópicas, cresce a necessidade de avaliar as degradações ambientais, uma delas é a utilização do monitoramento da qualidade da água por meio de análises de pH, condutividade, temperatura, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), fosfato, nitrato e nitrito, dentre outras variáveis que permitem inferir sobre as condições atuais do ambiente. Porém, é necessário um longo período de amostragem para identificar as causas e os efeitos de uma possível contaminação, além de ser uma metodologia de alto custo (Lima; Mamede; Lima Neto, 2018).

Em contrapartida, o uso sistemático de organismos vivos para a obtenção de respostas tem sido objeto de estudos, com o objetivo de desenvolver técnicas aplicáveis em áreas degradadas (Buss; Baptista; Nessimian, 2003). No ambiente aquático, uma variedade de organismos, como plantas, algas, crustáceos, moluscos, peixes, mamíferos, aves e insetos são utilizados no monitoramento biológico (Lins *et al.*, 2010).

O biomonitoramento é o termo utilizado para descrever o uso sistemático de respostas de organismos biológicos (bioindicadores) para caracterizar as mudanças em um ambiente resultantes de intervenções (Armitage, 1996). Já os bioindicadores são organismos, grupos de organismos ou comunidades biológicas que podem ser usados para avaliar a intensidade dos impactos ambientais em um ecossistema aquático, com base em sua presença, ausência, quantidade e distribuição. A utilização desses organismos permite uma avaliação mais precisa dos efeitos ecológicos gerados por diversas fontes de impacto

do que medidas rápidas de cunho físico e químico. O uso de bioindicadores é uma estratégia mais eficiente para avaliar a qualidade das águas, do ambiente (Callisto; Gonçalves, 2002).

Os macroinvertebrados são amplamente conhecidos como indicadores biológicos de qualidade de ambientes aquáticos, pois possuem uma grande diversidade taxonômica e abundância, além de serem altamente tolerantes a ambientes com diferentes graus de impacto. Como são altamente expostos às alterações ambientais, sua coleta é fácil e sua identificação é simples e apresentam um baixo custo. Além disso, sua longa vida permite medir o grau de sensibilidade ao estresse ao longo do tempo (Resh, 1995; Pinto *et al.*, 2010). Esses organismos apresentam elevada diversidade de espécies, com comportamento sedentário à manutenção de parte ou todo o ciclo de vida no mesmo local e à sensibilidade às diferentes formas e níveis de perturbação (Ribeiro; Uieda, 2005).

O *Biological Monitoring Working Party Score System* (BMWP) é um dos índices qualitativos da qualidade ambiental muito utilizado em ecossistemas aquáticos (Silva, 2011; Macneil, 2013; Damanik-Ambarita, 2018). O método qualitativo BMWP surge em 1976, na Grã-Bretanha, como um método que classifica as famílias de macroinvertebrados aquáticos em grupos, atribuindo uma pontuação referente à sua tolerância às alterações do meio (Queiroz *et al.*, 2018).

O índice BMWP foi adaptado para os rios do Estado do Paraná, por Loyola (2000), com base em informações coletadas durante um projeto de monitoramento da qualidade da água de afluentes da margem esquerda do reservatório da Itaipu, realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). O índice utiliza as famílias de organismos aquáticos, agrupadas por equivalência ecológica ou por semelhança, quanto ao nível de tolerância à poluição.

O índice BMWP é um índice que leva em consideração a presença ou ausência de famílias de macroinvertebrados bentônicos. Esse índice utiliza uma escala de um a dez para avaliar o grau de tolerância ou sensibilidade das famílias de macroinvertebrados aos poluentes orgânicos. Os organismos mais tolerantes recebem o valor de um, enquanto os mais sensíveis recebem o valor de dez (Hepp; Restello, 2007).

A qualidade do habitat é um fator crucial para o sucesso e estabelecimento das comunidades biológicas em ambientes lênticos ou lóticos (Marques; Ferreira; Barbosa, 1999). As variações na distribuição, ocorrência, abundância e diversidade de espécies podem estar relacionadas à frequência de perturbações ou distúrbios no ambiente (Hepp; Restello, 2007; Copatti; Schirmer; Machado, 2010). Os macroinvertebrados bentônicos, por sua vez, são altamente sensíveis às mudanças em seu ambiente e podem responder

rapidamente a uma ampla gama de perturbações, incluindo as decorrentes do uso do solo na área de contribuição da bacia (Yoshimura, 2006).

Outro método usado para avaliar a qualidade ambiental de trechos fluviais é o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR). O PAR é uma ferramenta que permite a análise qualitativa dos rios e dos ecossistemas em que estão inseridos. Esse protocolo consiste em *checklists* que avaliam parâmetros específicos, permitindo uma pontuação para o estado de conservação dos rios. Em algumas situações, os protocolos podem ser adaptados devido às variações na vegetação, clima, solo, relevo ou outros aspectos do ecossistema fluvial estudado. Além de avaliar os rios, esses protocolos podem fornecer informações sobre a qualidade da água, biodiversidade e outros aspectos ecológicos importantes (Bizzo; Menezes; Andrade, 2014).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental a partir das comunidades bentônicas em três confluências fluviais inseridas em diferentes domínios de uso e ocupação da terra, no município de Guarapuava, no estado do Paraná (Brasil), utilizando o índice BMWP e um Protocolo Rápido de Avaliação (PAR). Assim como investigar a aplicabilidade BMWP e PAR no diagnóstico (bioindicação) e monitoramento (biomonitoramento) da qualidade ambiental em confluências fluviais, áreas sensíveis a ações antrópicas e representativas do sistema ambiental.

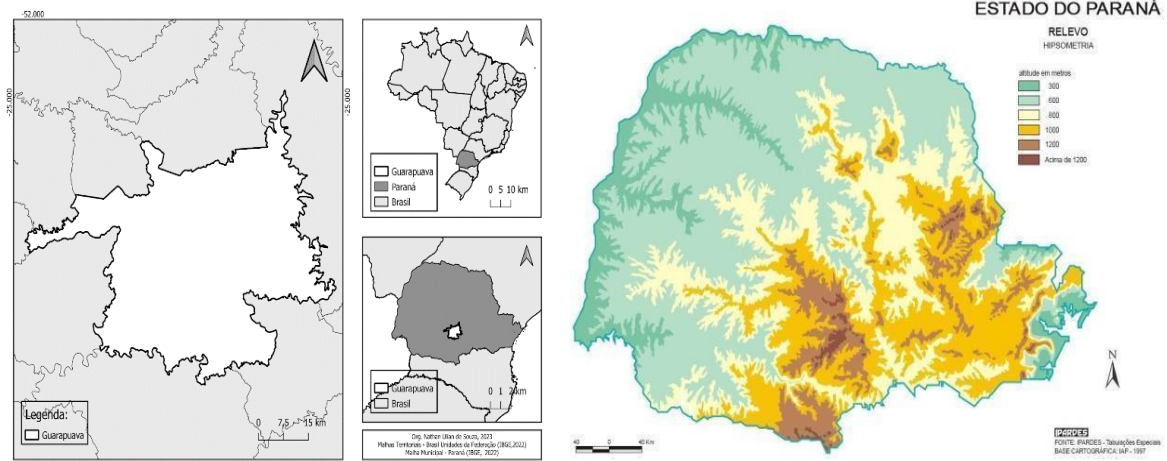
Material e métodos

Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de Guarapuava, na região centro-sul do estado do Paraná (Figura 1a), em altitudes superiores a 1.000 metros (Figura 1b), na zona de paisagem do Terceiro Planalto Paranaense, caracterizada pelo domínio morfoclimático dos planaltos sul-brasileiros com araucárias (Ab'Saber, 1970).

Na área de estudo o clima é do tipo Cfb-Clima Temperado, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. As médias de temperatura registradas são de 18°C no mês mais frio e 22°C no mês mais quente, apresentando verões frescos e ausência de estação seca definida (Figura 2) (Caviglione *et al.*, 2000; IAPAR, 2019). A precipitação média anual em Guarapuava, conforme Thomaz e Vestena (2003) é de 1.960,93 mm.

Figura 1 - Localização da área de estudo, Guarapuava no centro-sul do estado do Paraná e no Brasil.



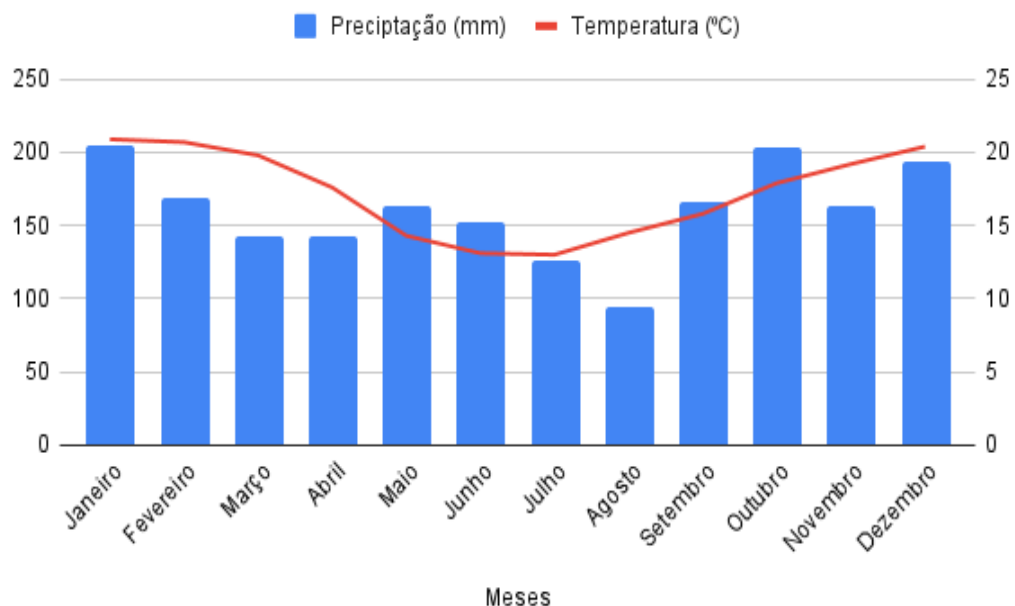
(a) Localização da área de estudo

(b) Altitude no estado do Paraná

Fonte: (a) Autores (2023). (b) IPARDES (2005)

No município de Guarapuava, os principais usos da terra são destinados à produção agrícola, criação de animais e produção madeireira (Vestena; Bertotti; Gardim, 2004). A vegetação original da região é composta por campos e matas de Araucária (Floresta Ombrófila Mista), que são controlados por planaltos subtropicais, destacado por Ab'Saber (2003).

Figura 2 - Climograma de Guarapuava, Paraná.

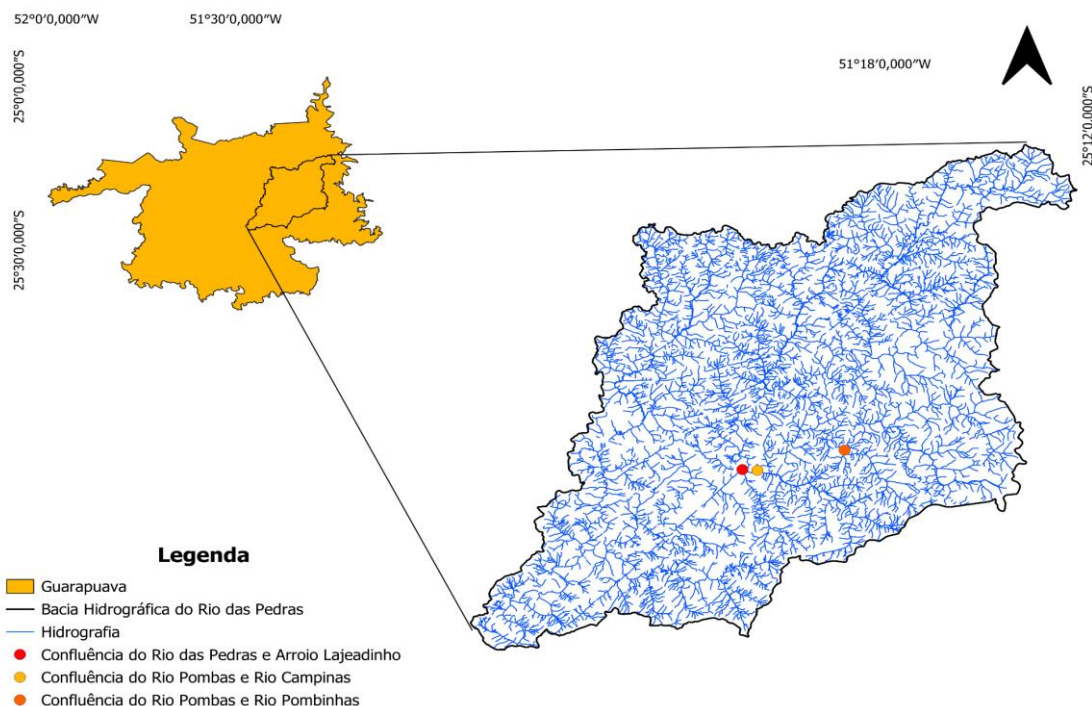


Fonte: IAPAR (2023). Org.: Autores (2023).

Procedimentos metodológicos

Utilizando-se o *Google Earth* e dados do MapBiomias (2021), escolheram-se três confluências fluviais em diferentes tipos de uso e ocupação do solo, sendo em trecho fluvial sob influência de uso natural, industrial e agrícola (Figura 3 e Tabela 1).

Figura 3 - Localização das confluências fluviais estudadas com áreas de contribuição representativas de diferentes tipos de uso, natural, industrial e agrícola do município de Guarapuava-PR.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1 - Confluência, tipo de uso e cobertura do solo, localização e altitude das confluências em Guarapuava-PR.

Confluências	Uso e Cobertura do Solo	Localização	Altitude
Rio das Pedras e do Arroio Lajeadinho	Industrial* e rodoviário	25°21'21.61"S 51°21'32.78"O	1.029 m
Rio das Pombas e Rio Campinas	Agrícola* e pastagem	25°21'22.94"S 51°21'10.28"O	1.036 m
Rio das Pombas e do Rio Pombinhas	Natural* e floresta plantada	25°20'49.78"S 51°19'0.12"O	1.098 m

* Predominância ou sob influência direta.

Fonte: Autores (2023).

Em cada local, foram realizadas três amostragens, totalizando nove amostras por confluência. As coletas foram efetuadas nos meses de julho, agosto e setembro de 2021. Foram realizadas coletas de macroinvertebrados por meio de catação com ajuda de uma pinça e de recipientes de vidro, em uma área delimitada de um metro quadrado (1 m²). As áreas escolhidas das coletas foram selecionadas a partir da presença da área de remanso,

áreas próximas à junção da confluência, não mais distante de que 200 metros do encontro das águas do rio principal e tributário.

As amostras foram coletadas em três locais da confluência: um a montante e um a jusante da junção fluvial no rio principal, e um a montante da junção no rio tributário. As amostras coletadas foram transportadas para o Laboratório de Hidrologia - LabHidro, localizado no Departamento de Geografia da Unicentro, campus Cedeteg, onde foram fixadas em álcool 70%, logo após o término da coleta. No laboratório, os macroinvertebrados foram separados dos sedimentos e da matéria orgânica, e organizados por grupos em placas de petri. Em seguida, foram classificados até a família com o auxílio de uma lupa eletrônica digital, identificando-se os invertebrados, utilizando chaves e guias de identificação dos autores Mugnai, Nessimian e Baptista (2010) e Moser, Kataoka e Suriani-Affonso (2018).

O índice biológico BMWP adaptado para rios no estado do Paraná por Loyola (2000) foi utilizado para classificar o nível de qualidade da água, nos ambientes. Esse índice atribui a cada família de organismos aquáticos um *score* específico, variando de 1 a 10, dependendo do nível de tolerância dos organismos à poluição orgânica (Tabela 2). Para distribuição dos escores do BMWP para os macroinvertebrados bentônicos utilizou-se Junqueira *et al.* (2018), que atualizou os valores acerca dos macroinvertebrados bentônicos.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação do índice biológico (BMWP) comparou-se com os dados de Protocolos Rápidos de Avaliação (PAR). Estes protocolos foram propostos pela *Environmental Protection Agency* (EPA) em 1987 e por Hannaford, Barbour e Resh (1997), sendo adaptado no Brasil por Callisto *et al.* (2002). A utilização do PAR teve por objetivo avaliar as características de trechos fluviais quanto ao nível de impacto humano e as condições dos habitats. Os parâmetros são focados em características físicas, todas perceptíveis na paisagem, como: uso e ocupação das margens, presença de erosão, alterações antrópicas, cobertura vegetal, odor da água e do sedimento, oleosidade da água e do fundo, transparência da água, tipo de fundo, extensão e frequência de rápidos, tipos de substrato, deposição de lama, depósitos sedimentares, alteração no canal, característica do fluxo, estabilidade das margens, presença e extensão da mata ciliar, estabilidade das margens e presença de plantas aquáticas.

Tabela 2 - Classificação da qualidade da água segundo o BMWP

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	>150	Águas muito limpas (águas prístinas)	Púrpura
II	BOA	101-149	Águas não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	Azul
III	ACEITÁVEL	61-100	São evidentes efeitos moderados de poluição	Verde
IV	DUVIDOSA	36-60	Águas poluídas (sistema alterado)	Amarelo
V	CRÍTICA	16-35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	Laranja
VI	MUITO CRÍTICA	<15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	Vermelho

Fonte: IAP (2023).

O protocolo possui descrições sobre as características qualitativas que podem ser encontradas no campo. Após o preenchimento do PAR, os pontos são somados e o valor final é o resultado da qualidade do ambiente (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação dos ambientes a partir do PAR.

QUALIDADE DO AMBIENTE	VALOR	COR*
IMPACTADO	< 40	Vermelho
ALTERADO	41 A 60	Amarelo
NATURAL	> 61	Azul

Fonte: Callisto *et al.* (2002). Adaptado: Autores (2023).

Tanto o BMWP quanto o PAR avaliam qualitativamente os ambientes. Assim, comparou-se os resultados de ambos os métodos de avaliação de ambientes a partir do adjetivo utilizado para caracterizar o ambiente. Na comparação dos métodos, adotou-se um sistema de cores para a classe do PAR, utilizando-se de cores primárias, no caso, vermelho para trechos impactados, amarelo para trechos alterados e azul para trechos naturais. A inserção de cores possibilita maior compreensão sobre os resultados.

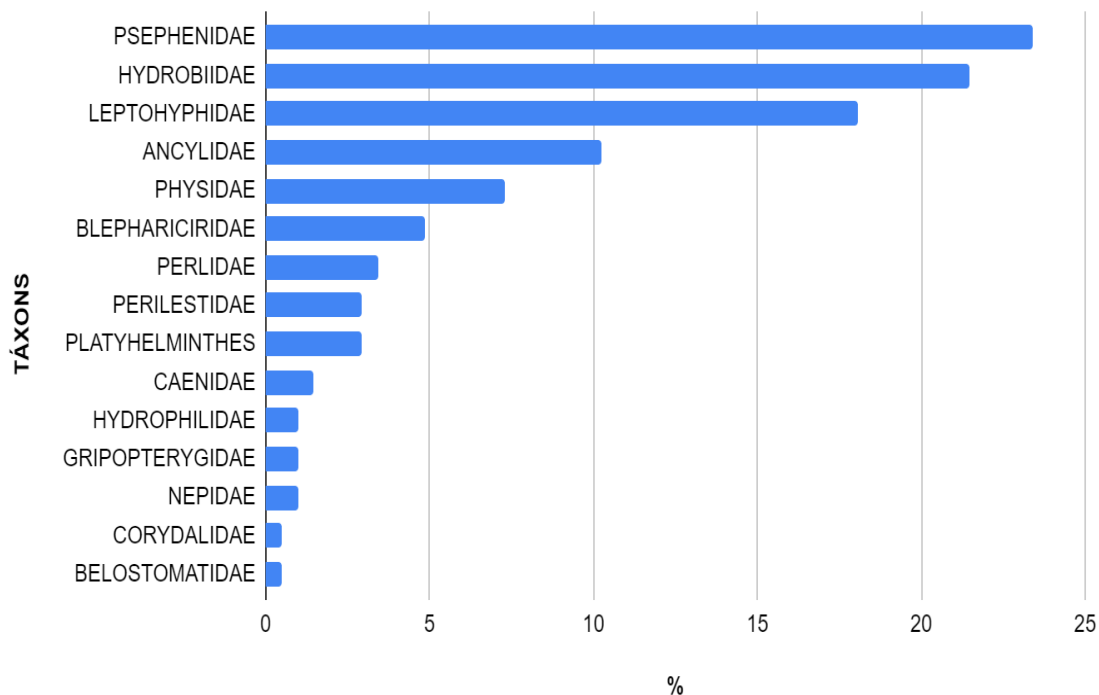
Resultados e discussão

Foram coletados 205 indivíduos no total, distribuídos em quinze táxons pertencentes a duas classes e um filo. Das famílias coletadas, onze pertencem à classe Insecta, três à *Mollusca* e uma ao filo *Platyhelminthes* (Tabela 4).

Foram encontrados os mesmos táxons nas confluências Industrial, Agrícola e Natural, sendo que do total amostrado, os Psephenidae representaram 23,41% dos

indivíduos, seguidos pelos Hydrobiidae com 21,46%, Leptohyphidae com 18,05%, Ancyliidae com 10,24%, Physidae com 7,32%, Perlidae com 3,41%, além de Platyhelminthes e Perilestidae com 2,93%, os demais táxons não foram encontrados nas três confluências estudadas (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico da porcentagem dos táxons encontrados em relação ao número total de indivíduos coletados nos cursos d'água do município de Guarapuava-PR.



Fonte: Autores (2023).

As ordens Plecoptera e Ephemeroptera não são encontradas no tributário e jusante do trecho natural e no tributário do trecho agrícola. Elas são indicativas de boa qualidade da água, não apenas sua presença, mas também em função de sua abundância. Ambas foram encontradas em seis dos nove trechos avaliados, estando ausentes nos trechos com sedimentação fina. A ordem Ephemeroptera pode ser encontrada em diferentes tipos de ambientes aquáticos, desde riachos de altitude com águas limpas e bem oxigenadas até lagoas temporárias com temperaturas relativamente elevadas e baixos níveis de oxigênio (Galdean *et al.*, 2000; Barbosa; Callisto; Galdean, 2000).

Os diferentes graus de tolerância permitem que algumas famílias de macroinvertebrados bentônicos sejam capazes de sobreviver e até mesmo de se beneficiar da poluição causada por efluentes domésticos, aumentando sua densidade populacional, enquanto outras espécies são restritas a ambientes aquáticos de alta qualidade, livres de influências antrópicas, e podem ser rapidamente eliminadas caso ocorra qualquer tipo de contaminação (Galdean *et al.*, 2000; Barbosa; Callisto; Galdean, 2000).

A Tabela 4 apresenta o número de indivíduos de cada táxon coletados em cada ponto (montante, tributário e jusante) com os valores do BMWP.

Tabela 4 - Distribuição dos táxons e dos grupos funcionais dos macroinvertebrados encontrados nas confluências e os valores do BMWP.

Táxons	Industrial			Natural			Agrícola			Pontuação <i>BMWP</i>
	M	T	J	M	T	J	M	T	J	
MOLLUSCA										
GASTROPODA										
<i>Ancylidae</i>	6		9		1	2		3		6
<i>Hydrobiidae</i>	5	2	2	13			10		12	3
<i>Physidae</i>	3		2	2			7		1	3
INSECTA										
EPHEMEROPTERA										
<i>Caenidae</i>	1	1		1						5
<i>Leptohyphidae</i>	3	5	6	13			5		5	7
ODONATA										
<i>Perilestidae</i>				2	1				3	8
PLECOPTERA										
<i>Gripopterygidae</i>					2					10
<i>Perlidae</i>			2	2					3	10
COLEOPTERA										
<i>Hydrophilidae</i>			2							4
<i>Psephenidae</i>	5	6	9	9			6		13	10
MEGALOPTERA										
<i>Corydalidae</i>				1						6
DIPTERA										
<i>Blephariceridae</i>					2					10
HEMIPTERA										
<i>Belostomatidae</i>				1						3
<i>Nepidae</i>					2					3
PLATYHELMINTHES										
<i>Dugesiiidae</i>				1	2		1		2	4










Fonte: Junqueira *et al.* (2018).
Org.: Autores (2023).

Uso e ocupação do solo e suas interferências

Na tabela 5 é possível perceber um baixo nível de indivíduos coletados no tributário (rio Pombinhas) e jusante (rio das Pombas) na confluência com características

naturais, e no tributário da confluência de uso e ocupação agrícola (rio Campinas). A frequência pequena de macroinvertebrados em tais trechos fluviais dar-se em razão de uma maior declividade do talvegue que favorece o fluxo, maior velocidade da água, dificulta a fixação dos mesmos nos trechos em função da força de deslocamento da água em rios de leito rochosos ou pela presença de sedimentos finos, resultado muitas vezes de deposição temporária, que também dificulta a fixação e a composição de comunidades bentônicas nos locais.

Tabela 5 - Valores do BMWP e sua respectiva classificação por cor.

	Industrial			Natural			Agrícola		
	M	T	J	M	T	J	M	T	J
BMWP	34	45	44	73	13	6	27	6	45
COR									

Fonte: Autores (2023).

O trecho a jusante da confluência do rio Pombas com Pombinhas (natural) é caracterizado por sedimentos finos, resultado de degraus com diferentes declividades, na qual as variações de inclinação resultam em entalhes característicos, em que uma maior inclinação no trecho superior do curso d'água leva a uma maior incisão no leito, revelando o substrato basáltico, cascalhos e fraturas no canal, e pela transferência de sedimentos de granulometria fina e matéria orgânica do tributário (Kominecki, 2020). Enquanto, no tributário (Rio Campinas) de uso agrícola tem-se a deposição de sedimentos finos no leito fluvial, em razão da baixa declividade do talvegue e a convergência de fluxo do rio principal em direção ao afluente.

Constatou-se que os habitats com sedimentação mais grossa apresentaram um número maior de espécies e indivíduos de macroinvertebrados em comparação com aqueles com sedimentação mais fina. Isso ocorre porque a sedimentação mais grossa proporciona condições favoráveis para a instalação e manutenção de uma maior diversidade de macroinvertebrados aquáticos, como também destacam Souza, Gonçalves e Vestena (2022).

O ponto com maior diversidade de táxons é a montante do rio principal com características de vegetação arbórea nativa, com a presença de onze táxons (Tabela 3). A alta diversidade se dá pela localização antes da junção fluvial no rio principal, ser marcada pela deposição de sedimentos grosseiros, blocos de rochas e formações rochosas expostas,

sendo esse um habitat de maior sucesso na manutenção das comunidades bentônicas (Souza; Gonçalves; Vestena, 2022).

Na confluência de trecho predominante do uso industrial a classificação da qualidade do ambiente mostrou-se em crítica e muito crítica (rio das Pedras e do Arroio Lajeado). Resultado este que pode ser explicado pela influência da indústria de papel e celulose a montante da confluência, que ao lançar efluente no curso fluvial, contamina a água, prejudicando a qualidade ambiental e consequentemente impacta a comunidade bentônica. Em contrapartida, no trecho do tributário (Arroio Lajeado) a interferência em seu canal dar-se ocasionada pela terraplanagem realizada para a construção da rodovia BR-277, que resultou na presença de sedimentos com granulometria grossa (matações), oriundos de rolamentos e pelo impacto da trafegabilidade de automotores na rodovia que afetam negativamente a qualidade das águas em suas proximidades, sendo essa poluição causada tanto pela queima de combustível dos veículos motorizados, descarte de resíduos sólidos pelos usuários e material particulado (poeira), que são em parte carreados pelo processo de lixiviação até os cursos d'água (Odukoya; Onianwa; Sanusi, 2010).

Na confluência de trecho com uso do solo, predominantemente, de vegetação nativa, confluência do rio das Pombas e do Rio Pombinhas, encontrou-se duas situações. No trecho a montante do rio principal (rio das Pombas) uma qualidade aceitável, sendo a melhor qualidade dos trechos pesquisados. Nele, também se observou sedimentação grossa, blocos de rochas e exposições rochosas, que possibilitam maior sucesso na manutenção das comunidades bentônicas (Souza; Gonçalves; Vestena, 2022). Enquanto nos trechos tributário (rio Pombinhas) e jusante (rio das Pombas), os valores encontrados foram equivalentes para uma qualidade muito crítica, podendo ser explicado pela presença de sedimentos de granulometria fina, determinados pela morfologia fluvial. Então sabe-se que em ambientes com sedimentação fina, geralmente são considerados habitats relativamente pobres e com baixa diversidade de espécies, uma vez que são mais instáveis (Hynes, 1970; Allan, 1995).

A jusante do rio principal da confluência agrícola (rio das Pombas e Rio Campinas) apresentou uma qualidade duvidosa e no tributário (rio Campinas) uma qualidade muito crítica, podendo ser explicados pelas técnicas de manejo e uso do solo, agrícola e de pastagens (uso de defensivos agrícolas químicos), e não pela granulometria dos sedimentos, apesar de no trecho haver sedimentos de granulometria grossa. Habitats de sedimentação mais grossa possuem maiores condições de manutenção de macroinvertebrados. Já no trecho a montante da junção fluvial no rio principal (rio das Pombas) há a presença de matações e cascalhos grandes que tendem a apresentar um substrato mais complexo, o que

favorece uma fauna mais diversa (Allan, 1995), entretanto, a qualidade na montante é crítica. Essa condição pode ser explicada pela associação do tipo de uso da terra e pela alta turbulência no fluxo fluvial e presença de degraus no leito fluvial, que dificultam a instalação da macrofauna.

Avaliação dos Habitats (PAR e BMWP)

Os resultados obtidos por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores do PAR nos trechos de cursos d'água estudados no município de Guarapuava - PR.

	TRECHOS		
	M	T	J
INDUSTRIAL	67	57	76
NATURAL	94	61	76
AGRÍCOLA	84	51	74

Fonte: Autores (2023).

Em dois trechos constatou-se uma qualidade alterada, valores entre 40 e 60 pontos, nos trechos dos tributários em uso agrícola e industrial. Os demais pontos possuem valores que são classificados como trechos de qualidade natural (Tabela 7).

Tabela 7 – Avaliação da classificação obtida com o BMWP e PAR adotando-se cores.

	Industrial			Natural			Agrícola		
	M	T	J	M	T	J	M	T	J
BMWP	Orange	Yellow	Yellow	Green	Red	Red	Orange	Red	Yellow
PAR	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue

Fonte: Autores (2023).

O maior valor encontrado foi no trecho fluvial a montante do rio principal com uso natural (rio Pombas), com 94 pontos, além do trecho do tributário com 61 (rio Pombinhas) e a jusante da junção fluvial com 76 pontos (rio Pombas). O trecho natural

possui uma ótima pontuação em comparação com os demais trechos (industrial e agrícola), apresentando condições físicas adequadas para uma boa diversidade de habitats.

Em ambas as confluências estudadas, a entrada de águas do tributário no rio principal, impactaram negativamente no valor da qualidade ambiental obtida utilizando-se o PAR.

Utilizando o BMWP e o PAR, constatou-se os diagnósticos dos trechos fluviais nas confluências (Tabela 7). Os índices utilizados neste trabalho avaliam diferentes características dos habitats. O índice BMWP avalia a tolerância e a sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos em relação com a qualidade do ecossistema, enquanto o PAR avalia a presença e capacidade do impacto antrópico nas condições do habitat (Hepp; Restello, 2007; Bizzo; Menezes; Andrade, 2014). Os impactos antrópicos alteram as condições físicas e químicas dos habitats gerando impactos diretamente aos macroinvertebrados bentônicos.

Os macroinvertebrados são organismos que possuem pouca mobilidade, o que os torna suscetíveis aos impactos causados pela atividade humana em nível local. As alterações estruturais do habitat e a liberação de efluentes, que resultam na diminuição da qualidade da água, são fatores de grande relevância que afetam diretamente a fauna de macroinvertebrados aquáticos (Barbour *et al.*, 1996; Baptista *et al.*, 2007).

Neste contexto, a utilização de ambos os métodos BMWP e PAR ampliam a eficácia no diagnóstico ambiental de ecossistema aquáticos em confluências fluviais, áreas sensíveis, que tendem a refletir primeiramente impactos negativos na qualidade ambiental.

Considerações finais

Os diferentes tipos de uso, ocupação e manejo do solo afetam diretamente na qualidade dos ecossistemas aquáticos, por meio de alterações físicas (fluxo d'água, deposição de sedimentos) e ou nas condições químicas (contaminação por efluentes) que afetam as condições de instalação e manutenção da vida bentônica.

Os macroinvertebrados são bioindicadores altamente eficazes da qualidade de ambientes aquáticos, especialmente da água e dos sedimentos. Eles devem ser utilizados no biomonitoramento ambiental, pois refletem as condições reais dos habitats e não apenas uma condição momentânea obtida por meio de amostras pontuais.

O monitoramento biológico a partir dos macroinvertebrados bentônicos ajuda a aprimorar o entendimento dos sistemas aquáticos, das condições hidrológicas específicas e da avaliação da qualidade ambiental. Esse processo tem como objetivo desenvolver ações

para a conservação da biodiversidade local, bem como para o manejo e uso racional dos recursos hídricos.

A capacidade de fixação, manutenção e desenvolvimento de macroinvertebrados bentônicos é condicionada pela dinâmica hidrogeomorfológica em confluências fluviais, que está associada aos tipos de uso e manejo do solo.

As áreas de confluências são locais específicos e sensíveis, e as comunidades bentônicas são impactadas e influenciadas não apenas pelas atividades humanas, mas também pela declividade do talvegue, pela forma do terreno na qual está inserida, e pela dinâmica hidrológica atuante, em razão da morfologia fluvial e do ângulo de junção.

O PAR é aplicável para caracterização física de ecossistemas aquáticos, levando em consideração os aspectos perceptíveis por meio dos sentidos. Entretanto, o resultado do PAR é explicável apenas pela paisagem sem levar em consideração a qualidade química do ambiente, que interfere na qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos.

Em geral, o índice biótico utilizado forneceu resultados satisfatórios. O índice BMWP representou as condições ambientais, uma vez que mostrou maior estabilidade e refletiu a influência das ações antrópicas do uso e ocupação do solo e da dinâmica hidrológica sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos.

Por fim, recomenda-se a utilização em conjunto do BMWP e do PAR, por serem métodos que se complementam e possibilitam uma maior efetividade e validade no diagnóstico e monitoramento ambiental de ecossistema aquáticos, principalmente em confluências fluviais, áreas sensíveis a ações humanas na bacia hidrográfica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária pelo apoio financeiro à pesquisa e à CAPES pela bolsa de estudo ao primeiro autor.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, n. 20, p. 1 -26, 1970.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160 p.

ALLAN, J. D. **Stream ecology**. Structure and function of running waters. London: Chapman & Hall, 1995. 388 p.

ARMTAGE, P. D. Prediction of biological responses. *In*: PETTS, G. E.; CALLOW, D. **River biota: diversity and dynamics**. London: Blackwell Science, p. 231-252, 1996.

Disponível em: <<https://doi-org.ez132.periodicos.capes.gov.br/10.1002/9781444313871.ch13>>. Acesso em: 14 maio 2024.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. LA multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 575, p. 83-94, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10750-006-0286-x>>. Acesso em: 3 nov. 2023.

BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M.; GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicators of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**. 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/146349801753569270>>. Acesso em: 14 maio 2024.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; GRIFFITH, E.; FRYDENBORG, R.; MCCARRON, E.; WHITE, J. S.; BASTIAN, M. L. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 15, n. 2, p. 185-211, 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1467948>>. Acesso em: 6 out. 2023.

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1278>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

BIZZO, M. R.O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, 2014. Disponível em: <<http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/20>>. Acesso em: 14 maio 2024.

BOTELHO, R. G.; FROES, C. M; SANTOS, J. B. Toxicity of herbicides on *Escherichia coli* growth. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 141-146, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000100016>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 465-473, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v19n2/15412.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 182, p. 68-71. 2002. Disponível em: <https://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Goncalves.2002.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; GALDINO, J.; BORROZINO, E; PUGSLEY, L. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

COPATTI, C. E.; SCHIRMER, F. G.; MACHADO, J. V. V. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil. **Perspectiva**, Erechim. v. 34, n. 125, p.79-91, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/ambiencia.2014.02.06>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

DAMANIK-AMBARITA, M. N.; BOETS, P.; NGUYEN THI, H. T.; FORIO, M. A. E.; EVERAERT, G.; LOCK, K.; MUSONGE, P. L. S.; SUHAREVA, N.; BENNETSEN, E.; GOBEYN, S.; HO, T. L.; DOMINGUEZ-GRANDA, L.; GOETHALS, P. L. M. Impact assessment of local land use on ecological water quality of the Guayas river basin (Ecuador). **Ecological Informatics**, v. 48, p. 226-237, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.08.009>>. Acesso em: 5 out. 2023.

EPA - Environmental Protection Agency. **Surface water monitoring: A framework for change**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation, 1987. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/9100LCIH.txt?ZyActi>>. Acesso em: 14 maio 2024.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, L. A. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **J. Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, n. 4, p. 545-552, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14634980008650691>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003. Disponível em: <https://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1468176>>. Acesso em: 19 out. 2023.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. **Edifapes**, Erechim, p. 75-86, 2007. Disponível em: <https://www.uricer.edu.br/site/cursos/arq_trabalhos_usuario/764.pdf#page=75>. Acesso em: 14 maio 2024.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. 3. ed. Canada: Toronto Press, 1970. 555 p.

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Atlas Climático do estado do Paraná**. 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2023.

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. **Dados Meteorológicos Históricos e Atuais**. 2023. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>>. Acesso em: 18 maio 2023.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos - índice BMWP**. 2023. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2021-03/bioindicadores_qualidade_aguas_2001_2002.pdf>. Acesso em: 3 out. 2023.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Hipsometria – Paraná**. 2005. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Hipsometria%20-%20Paran%C3%A1.pdf>. Acessado em: 15 dez. 2023.

JUNQUEIRA, M. V.; ALVES, K. C.; PAPROCKI, H.; CAMPOS, M.; S.; CARVALHO, M. D.; MOTA, H. R.; ROLLA, M. E. Índices bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais—síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do Alto Rio Doce. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)**, n. 49, p. 15-33, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180322>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

KOMINECKI, A. **Morfologia e ângulos de junção de confluências fluviais de leito misto rochoso-aluvial**. 189 f. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Guarapuava, 2020. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8748153>. Acesso em: 14 de maio 2024.

LIMA, B. P.; MAMEDE, G. L.; LIMA NETO, I. E. Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 125-135, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522018167115>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

LINS, J. A. P. N.; KIRSCHNIK, P. G.; QUEIROZ, V. S. Q.; CIRIO, S. M. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 469-484, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v8i4.11018>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

LOYOLA, R. G. N. Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade. V Simpósio de ecossistemas brasileiros: Conservação. **Anais eletrônicos...** v. 1. Conservação e Duna. ACIESP, n. 109, p. 46-52, 2000. Disponível em: Acesso em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2021-03/bioindicadores_qualidade_aguas_2001_2002.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 203-210, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000200004>>. Acesso em: 5 out. 2023.

MACNEIL, C.; BOETS, P.; LOCK, K.; GOETHALS, P. L. M. Potential effects of the invasive 'killer shrimp' (*Dikergammarus villosus*) on macroinvertebrate assemblages and biomonitoring índices. **Freshwater Biology**, v. 58, n. 1, p. 171-182, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/fwb.12048>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MAPBIOMAS - **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lclu/coverage/brasil_coverage_2022.tif>. Acesso em: 10 de mai. de 2023.

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

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.

ODUKOYA, O. O.; ONIANWA, P. C.; SANUSI, O. I. Effect of Highways and Local Activities on the Quality of Underground Water in Ogun State, Nigeria. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 168, p. 1-4. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10661-009-1086-3>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2010.v13i2.144>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

QUEIROZ, M. E. F.; SCHÄFFER, A. L.; VILLELA, A. C. A. S.; MARTINS, D. E. M.; SILVA, P. H. T. da. Use of benthic macroinvertebrates as bioindicators in an urban stream in Conceição do Araguaia-PA. **Sustainability in Debate**, v. 9, n. 3, p. 96-110. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n3.2018.18378>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

RESH, V. H. Fresh water benthic macroinvertebrates and rapid assessment procedure for water quality monitoring in developing and newly industrialized countries. In: DAVE, W. S.; SIMON, T. P. **Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision-making**. Boca Ratom: CRC Press, 1995. p. 167-177.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300013>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A. Biotic indexes for the evaluation of environmental quality in stretches of the correntoso river, pantanal do negro, Mato Grosso do Sul state, Brazil. [Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil] **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 33, n. 3, p. 289-299, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actascibiols.v33i3.1478>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2177-5230.2022.e84112>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

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

VESTENA, L. R.; BERTOTTI, L. G.; GARDIM. Uso da terra da bacia hidrográfica do Rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M.; CAMARGO FILHO, M.; HEERDT, B. **Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras: Relato de Experiências**. Guarapuava: Editora B&D Ltda, 2004. p. 100-108.

YOSHIMURA, C.; TOCKNER, K.; OMURA, T.; MOOG, O. Species diversity and functional assessment of macroinvertebrate communities in Austrian rivers. **Limnology**, v. 7, p. 63-74, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10201-006-0170-4>>. Acesso em: 2 nov. 2023.

Como citar:

ABNT

SOUZA, N. U. de; VESTENA, L. R.; SURIANI-AFFONSO, A. L. Macroinvertebrados bentônicos como no Centro-Sul indicadores de qualidade ambiental em confluências fluviais do Paraná. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 12, n. 01, e22857, 2026. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22857>>. Acesso em: 28 jun. 2026.

APA

Souza, N. U. de, Vestena, L. R., & Suriani-Affonso, A. L. S. Macroinvertebrados bentônicos como no Centro-Sul indicadores de qualidade ambiental em confluências fluviais do Paraná. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 12, n. 01, e22857, 2026. Recuperado em 28 junho, 2026, de <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22857>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.
Copyright © 2026, Universidade Federal do Maranhão.

