

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ALEGRIA (MEDIANEIRA, PR) POR MEIO DA ANÁLISE DA PAISAGEM E DE BIOINDICADORES

Data de submissão: 16/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Carlos Vitor Ribeiro Pereira

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8318398547858645>

Diana Elena Sosa Gimenez

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1882447693377690>

Cristhiane Rohde

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9394152590946639>

Márcia Antonia Bartolomeu Agustini

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Medianeira – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2647557534582483>

RESUMO: Os ecossistemas aquáticos, fundamentais para a manutenção e sobrevivência da vida no planeta, são fortemente impactados devido às diferentes fontes de degradação antrópica. Diante disso, monitorar a qualidade de corpos

hídricos é essencial para o conhecimento da saúde ambiental de um ecossistema. Com isso, o objetivo do presente estudo foi realizar uma Avaliação Ecológica Rápida da paisagem e monitorar, por meio de macroinvertebrados bentônicos, a qualidade da água do Rio Alegria, localizado no município de Medianeira, no estado do Paraná. Foram selecionados cinco pontos, onde foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida (RAP), com intenção de classificar a situação da paisagem como: Ambiente natural, alterado ou impactado. Em relação ao biomonitoramento, foram realizadas quatro coletas (entre o período de julho de 2019 a fevereiro de 2020) nos cinco pontos do trajeto selecionado. Os macroinvertebrados foram coletados com uma rede coletora do tipo Surber e acondicionados em frascos contendo álcool 70%. Após a identificação até o nível de família, foram calculados os Índices Shannon e BMWP. De acordo com a análise da paisagem, os pontos 1, 3 e 4 foram classificados como Ambiente alterado, o ponto 2 como Ambiente impactado e o ponto 5 como Ambiente natural. Em relação ao biomonitoramento, todos os pontos apresentaram baixa riqueza de táxons e diversidade (Shannon) inferior a 0,5.

Os organismos tolerantes ou resistentes foram predominantes e de acordo com o Índice BMWP, todos os pontos foram classificados como crítico ou muito críticos. Os resultados deste trabalho indicam que o trecho estudado do Rio Alegria encontra-se alterado, com comprometimento na qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Macroinvertebrados; Ecossistemas aquáticos; Saúde ambiental

MONITORING THE WATER QUALITY OF THE ALEGRIA RIVER (MEDIANEIRA, PR) THROUGH LANDSCAPE ANALYSIS AND BIOINDICATORS

ABSTRACT: Aquatic ecosystems, fundamental for the maintenance and survival of life on the planet, are heavily impacted due to different sources of anthropogenic degradation. Therefore, monitoring the quality of water bodies is essential for understanding the environmental health of an ecosystem. Therefore, the objective of the present study was to carry out a Rapid Ecological Assessment of the landscape and monitor, using benthic macroinvertebrates, the water quality of the Rio Alegria, located in the municipality of Medianeira, in the state of Paraná. Five points were selected, where the Rapid Assessment Protocol (RAP) was applied, with the intention of classifying the landscape situation as: natural, altered or impacted environment. In relation to biomonitoring, four collections were carried out (between the period from July 2019 to February 2020) at the five points of the selected route. The macroinvertebrates were collected with a Surber-type collection net and placed in bottles containing 70% alcohol. After identification down to the family level, the Shannon and BMWP Indices were calculated. According to the landscape analysis, points 1, 3 and 4 were classified as Altered Environment, point 2 as Impacted Environment and point 5 as Natural Environment. Regarding biomonitoring, all points showed low taxon richness and diversity (Shannon) below 0.5. Tolerant or resistant organisms were predominant and according to the BMWP Index, all points were classified as critical or very critical. The results of this work indicate that the studied stretch of the Rio Alegria is altered, compromising water quality and the health of the aquatic ecosystem as a whole.

KEYWORDS: Macroinvertebrates; Aquatic ecosystems; Environmental health

INTRODUÇÃO

O grande aumento das atividades humanas no último século ocasionou uma série de degradações ambientais pelo planeta, impactando diferentes ecossistemas. O ecossistema aquático, primordial para a sobrevivência da vida humana na Terra é um dos mais afetados pelos impactos causados por atividades industriais, urbanas e agrícolas (DE QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008). Diante desse cenário, o monitoramento da qualidade da água deve ser uma prática constante para garantir a saúde do meio ambiente, e consequentemente a saúde do homem.

Os parâmetros de qualidade ecológica de rios são essenciais para permitir um diagnóstico em relação a conservação de ecossistemas aquáticos e para auxiliar no monitoramento das atividades antrópicas que impactam os corpos hídricos (FERNANDES et al., 2022).

A partir disso, a análise da paisagem por meio da avaliação ecológica rápida da paisagem surge como um método para avaliar não somente o ecossistema aquático, mas também, vários aspectos relacionados com a paisagem em torno de um corpo hídrico. Fernandes et al. (2022) afirmam que avaliar a diversidade de habitats ao longo de um rio pode gerar dados e informações relevantes quanto à integridade física do meio aquático, e com isso, reconhecer as atividades antrópicas ao longo do percurso, auxiliando como ferramenta de monitoramento ambiental.

Nesse sentido, destaca-se o biomonitoramento, ou seja, o uso de organismos vivos para indicar o estado de conservação e/ou degradação dos recursos hídricos. Esse método fornece dados não somente em relação à qualidade da água, mas também sobre a saúde do ecossistema, complementando as análises físicas e químicas (EMBRAPA, 2008).

Dentre os organismos bioindicadores da qualidade da água, destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, eles podem ser categorizados como organismos sensíveis e resistentes as mudanças ambientais, e com isso, é possível identificar através da presença de determinadas espécies o grau de impacto antrópico causado em um rio (CAMARGO et al., 2022).

Schmera et al., (2015), afirmam que a comunidade dos macroinvertebrados bentônicos são extremamente importantes para a manutenção dos sistemas aquáticos, pelo fato de atuarem diretamente na fragmentação e decomposição do material orgânico, bem como no biorrevolvimento do sedimento, contribuindo para a ciclagem de nutrientes.

O Rio Alegria localizado no município de Medianeira, no oeste do estado do Paraná, possui um papel fundamental para a população que depende dele, pois além de ter a finalidade de captação de água para o abastecimento do município, é usado como corpo receptor de efluentes industriais e da drenagem urbana. Esse último uso do rio, pode estar alterando a qualidade da água e a comunidade biótica, afetando a saúde do ecossistema.

Com isso, o objetivo do presente estudo, foi realizar uma Avaliação Ecológica Rápida da paisagem e monitorar a qualidade da água por meio de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no município de Medianeira, situado no oeste do estado do Paraná, Brasil (latitude 25° 17' 40" S e longitude 54° 05' 30" W-GR), no Rio Alegria, o qual é pertencente à microbacia de mesmo nome. O rio tem suas nascentes localizadas na área rural do município, e o percurso de seu leito passa por áreas rural, urbana e industrial, incluindo regiões da periferia do município, totalizando 28 km de extensão desde sua nascente até a sua jusante. Esse rio é o atual corpo receptor de efluentes industriais e da drenagem urbana, além de servir como fonte de abastecimento para o município.

Conforme dispõe os critérios para a classificação de corpos hídricos, na Resolução CONAMA nº 357/05, o Rio Alegria atualmente é classificado como rio de classe 3, contudo, quando o presente trabalho foi realizado, ele se enquadrava como classe 2, podendo ser destinado ao abastecimento humano após tratamento convencional, recreação de contato primário, atividades de irrigação, aquicultura e pesca.

Para o estudo foram selecionados cinco pontos ao longo do rio, levando-se em consideração critérios como: distância, acessibilidade e ação antrópica (Tabela 1).

Pontos	Local	Características
1	Área rural	Próximo ao local de captação de água do município
2	Área urbana	Centro da cidade
3	Área urbana	Antes da estação de tratamento de esgoto do município
4	Área urbana/industrial	Após o lançamento de efluentes de indústria alimentícia
5	Área urbana/industrial	Após 1,5 km do ponto 4

Tabela 1 – Local e característica dos pontos selecionados para o estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em cada ponto foi feita a análise da paisagem, por meio da Avaliação Ecológica Rápida e a análise da qualidade da água, por meio do monitoramento dos bioindicadores macroinvertebrados bentônicos.

Avaliação Ecológica Rápida

Para a Avaliação Ecológica Rápida (AER) foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida (RAP) proposto por Callisto et al. (2002). Em cada ponto foram avaliados 22 parâmetros (CALLISTO et al., 2002), sendo que os dez primeiros tinham como objetivo avaliar o nível do impacto ambiental gerado por ações antrópicas. Cada parâmetro foi avaliado com uma nota que variou entre zero e quatro. Os outros doze parâmetros avaliaram o nível de conservação das condições naturais, com uma nota que variou entre zero e cinco. A pontuação final variou entre zero e 100 (Tabela 2).

Pontuação final	Classificação do ambiente
Entre 0 e 40 pontos	Ambiente impactado
Entre 41 e 60 pontos	Ambiente alterado
Acima de 61 pontos	Ambiente natural

Tabela 2 – Pontuação final do RAP e classificação do ambiente.

Fonte: Callisto et al., (2002)

Biomonitoramento da qualidade da água

Para a análise da qualidade da água, foi feito o monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos, no período entre julho de 2019 e fevereiro de 2020, totalizando quatro coletas nos cinco pontos do Rio Alegria.

Em cada ponto de coleta foram feitas seis amostragens (três amostragens em ambiente com água corrente e três amostragens em ambiente com água parada), utilizando o amostrador tipo Surber (30 cm x 30 cm), com malha de 0,25 mm, metodologia adaptada de Boeira; Queiroz; Silveira (2004). Em cada amostragem, o amostrador permaneceu no local por dois minutos.

Em seguida, os macroinvertebrados coletados foram acondicionados em frascos plásticos, contendo álcool 70%, triados e identificados até o nível trófico de família, utilizando um microscópio estereoscópico, com capacidade de aumento de 0,65 a 5 vezes. Foi utilizada como referência de identificação, o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos de Baptista; Mugnai; Nessimian (2010).

A análise dos dados de macroinvertebrados foi realizada por meio dos cálculos do Índice de Diversidade de Shannon (1)

$$H' = - \sum_{n=1}^n \frac{n}{N} \ln \frac{n}{N} \quad (1)$$

Onde **H'** representa a diversidade, **n** a abundância de cada espécie, e **N**, o número total de todos os indivíduos. A notação **ln** representa o logaritmo neperiano do número.

Além disso, foi calculado o Índice Biológico de acordo com o Índice BMWP' (Biological Monitoring Work Party Score System), adaptado para o estado do Paraná (LOYOLA, 2000).

O índice BMWP' possui uma pontuação que varia de 1 a 10 de acordo com o grau de sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos, conferindo valores maiores para os organismos com maior sensibilidade à poluição, e valores menores para os organismos de maior tolerância (LOYOLA, 2000) (Tabela 3).

Classe	Qualidade	Valor	Significado
I	Ótima	>150	Águas pristinas (muito limpas)
II	Boa	101 a 120	Águas não poluídas (sistema não alterado)
III	Aceitável	61 a 100	Evidentes efeitos moderados de poluição
IV	Duvidosa	36 a 60	Águas poluídas (sistemas alterados)
V	Crítica	16 a 35	Águas muito poluídas (sistemas muito alterados)
VI	Muito Crítica	< 15	Água fortemente poluída (sistemas fortemente alterados)

Tabela 3 – Classe de qualidade da água e significado dos valores BMWP' adaptado (Biological Monitoring Work Party Score System).

Fonte: Loyola (2000)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Ecológica Rápida

De maneira geral, o trecho avaliado do Rio Alegria está exposto à diferentes impactos, sendo eles: a ausência parcial ou total da mata ciliar, instabilidade das margens, descarte incorreto de resíduos sólidos, despejo inadequado de efluentes domésticos, entre outros.

Dos cinco pontos em que foi realizado o protocolo de Avaliação Ecológica Rápida (AER), somente o ponto 5 foi classificado como Ambiente natural. Os pontos 1, 3 e 4 foram classificados como Ambiente alterados, e o ponto 2 foi classificado como Ambiente impactado (Tabela 4).

Pontos	Pontuação	Classificação
1	50	Ambiente alterado
2	39	Ambiente impactado
3	48	Ambiente alterado
4	51	Ambiente alterado
5	66	Ambiente natural

Tabela 4 – Resultados do RAP aplicado nos cinco pontos do Rio Alegria, Medianeira, PR.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O ponto 1, localizado na área rural e próximo à estação de captação de água, possui um fluxo de água lento e uma faixa estreita de mata ciliar, margeada por áreas agrícolas nos dois lados do rio. Há uma grande quantidade de lama e a ausência de substratos de fundo como cascalhos, pedras e galhos. Essas características indicam um sedimento modificado, que pode afetar a qualidade do ambiente aquático (DA SILVA, 2020).

Em relação ao ponto 2, classificado como Ambiente impactado, está localizado no centro da cidade e sofre principalmente com o descarte inadequado de resíduos sólidos. Além disso, as margens nesse ponto do rio possuem grandes modificações, como a ausência de mata ciliar, fato este que favorece a ocorrência de erosão do solo e assoreamento do rio. Esse ponto também possui características como a ausência de plantas aquáticas que são fundamentais para manter um ecossistema aquático equilibrado.

O ponto 3, por estar localizado antes da estação de tratamento de esgoto do município, possui um odor desagradável, além de ocupações comerciais e residenciais próximas a margem, o que contribui para o descarte incorreto de resíduos sólidos no local. Há também modificação dos substratos de fundos e ausências de mata ciliar e plantas aquáticas.

O ponto 4 está localizado após a última lagoa de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia. Em função disso, nesse ponto, o rio apresenta uma moderada oleosidade no fundo, além de um mau odor. Possui uma ampla faixa de mata ciliar de ambos os lados da margem do rio e uma pequena modificação em relação aos substratos de fundo composto principalmente por cascalhos. Contudo, sofre com a escassez de vegetação aquática.

Dentre os cinco pontos, o ponto 5 é o que possui a paisagem com o melhor estado de conservação. Possui uma ampla faixa de mata ciliar em ambos os lados da margem do rio; uma pequena alteração nos substratos de fundo, composta por cascalhos e há presença de vegetação aquática. Entretanto, é possível encontrar uma quantidade significativa de resíduos sólidos nas margens.

Corroborando com os resultados obtidos, em que os pontos na área urbana foram os mais afetados. Cordeiro et al. (2016), usando a mesma metodologia do presente trabalho, afirmaram que os pontos mais impactados foram os localizados na zona urbana e próximo a uma estação de tratamento de esgoto, em que há uma grande concentração de recebimento de efluentes domésticos e de degradação da vegetação ripária e do solo.

De acordo com Lima et al., (2017) os pontos localizados na área urbana são os que mais sofreram alterações em suas paisagens. Além disso, eles discorrem sobre como a falta de mata ciliar em torno de um rio interfere drasticamente na manutenção da qualidade dos ambientes aquáticos.

Biomonitoramento da qualidade da água

Nas quatro coletas realizadas ao longo dos cinco pontos do Rio Alegria, foi coletado um total de 1.441 indivíduos, distribuídos em 12 táxons pertencentes aos filos Arthropoda (97,2%), Platyhelminthes (2,0%), Annelida (0,7%) e Mollusca (0,07%) (Tabelas 5 e 6).

Coletas

Características	1	2	3	4	Total
Indivíduos	474	326	409	232	1141
Táxons	08	05	07	05	12

Tabela 5 – Total de indivíduos e táxons coletados nos cinco pontos do Rio Alegria, Medianeira, PR.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Filo (Classe)	Ordem	Família	Pontos				
			P1	P2	P3	P4	P5
Arthropoda (Insecta)	Diptera	Chironomidae	15	5	12	363	890
Arthropoda (Insecta)	Diptera	Culicidae	0	0	0	86	12
Arthropoda (Insecta)	Coleoptera	*nd	0	1	0	0	0
Arthropoda (Insecta)	Lepidoptera	*nd	1	0	0	2	0
Arthropoda (Insecta)	Megaloptera	*nd	0	0	0	0	1
Arthropoda (Insecta)	Neuroptera	*nd	0	0	0	0	1
Arthropoda (Insecta)	Odonata	Gomphidae	1	1	0	0	4
Arthropoda (Insecta)	Odonata	Libellulidae	1	2	0	0	0
Arthropoda (Insecta)	Trichoptera	Hydrobiosidae	0	1	0	0	0
Mollusca (Gastropoda)	-	Lymnaeidae	0	1	0	0	0
Platyelminthes (Rhabditophora)	Tricladida	*nd	1	0	2	1	27
Annelida (Clitellata)	*nd	*nd	0	0	0	0	10
Total			20	10	14	452	945

*nd – material não identificado

Tabela 6 – Classificação e número de indivíduos coletados nos cinco pontos, no período entre julho de 2019 e fevereiro de 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A maior parte dos indivíduos coletados nos cinco pontos do Rio Alegria são classificados como resistentes (Insecta – Diptera; Annelida – Clitellata) ou tolerantes (Odonata, Coleoptera e Mollusca) às alterações que ocorrem na qualidade dos ambientes aquáticos (CALLISTO; GOULART, 2003).

O filo Platyhelminthes também indica ambientes relativamente poluídos, pois estes possuem capacidade para metabolizar substâncias complexas, o que é prioritário para avaliação de amostras ambientais (LAU, 2002). Apenas a ordem Trichoptera, o qual teve apenas um indivíduo coletado, é considerado sensível às alterações ambientais (CALLISTO; GOULART, 2003). A predominância dos grupos resistentes em todas as coletas e em todos os pontos, indica modificações que comprometem a qualidade da água do Rio Alegria.

Na ordem Diptera, que predominou na maioria dos pontos e das coletas, foram identificadas as famílias Chironomidae e Culicidae, sendo a primeira a mais frequente, representando 92% dos insetos dessa ordem, com ocorrência em todos os pontos. A maior ocorrência de representantes da família Chironomidae (organismos resistentes) em todas as coletas e em todos os pontos indica a ocorrência de ambientes perturbados, pois são organismos que se alimentam de matéria orgânica e com capacidade de sobrevivência em ambiente com ausência de oxigênio (CALLISTO; GOULART, 2003).

Nos pontos 1, 2 e 3, a predominância de organismos resistentes e tolerantes às alterações ambientais pode ser explicada pela intensa atividade antrópica nesse trecho, devido às diferentes ocupações adjacentes nas margens do corpo hídrico, desde áreas agrícolas até ocupações inadequadas de moradias, com possíveis lançamentos de esgotos clandestinos e resíduos sólidos. Somado a isso, tem-se a falta parcial ou total de mata ciliar nesse trecho do rio, com a presença de lama e a redução ou ausência de substratos de fundo, como cascalhos, pedras e galhos, características que indicam um sedimento modificado, que segundo Da Silva (2020) pode afetar a qualidade do ambiente aquático.

Já os pontos 4 e 5, apesar de terem mata ciliar presente, e no caso específico do ponto 5, apesar de ter sido classificado como ambiente natural pela avaliação da paisagem, foram os que apresentaram maior ocorrência de indivíduos resistentes e tolerantes às alterações ambientais. Este resultado indica que além da mata ciliar, existem outros fatores essenciais necessários para garantir a saúde do ambiente aquático.

Esses dois pontos estão localizados após a estação de tratamento de esgoto do município, e após um ponto de lançamento de efluentes industriais, o que provavelmente contribuiu para um maior teor de matéria orgânica, além de uma moderada oleosidade no fundo presentes nessa área. Além disso, o ponto 5 está localizado em uma região com despejo irregular de efluentes domésticos.

Um estudo realizado por Torres et al. (2019) na província de Santa Cruz na Argentina, utilizando a mesma metodologia do presente trabalho, obteve resultados similares, com a predominância de organismos tolerantes e resistentes em locais que recebem efluentes industriais e urbanos.

De acordo com Silva (2016) o despejo de efluentes da estação de tratamento de esgoto altera a qualidade da água do Rio Alegria, aumentando os teores de matéria orgânica, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e as formas de fósforo acima do permitido na Resolução CONAMA nº 357/05, favorecendo assim o desenvolvimento dos organismos tolerantes e resistentes.

Em função da predominância dos organismos tolerantes e resistentes, os valores obtidos pelo Índice Biológico BMWP' comprovam que a qualidade do Rio Alegria é inadequada, sendo que os pontos 1 e 2 foram classificados como "críticos" (águas muito poluídas e sistemas muito alterados) e os demais pontos como "muito críticos" (Tabela 7).

Outro dado que também sugere alterações na qualidade do ambiente aquático do Rio Alegria, é o pequeno número de táxons encontrados (12 táxons nos cinco pontos).

Os dados de diversidade de Shannon também apontam para um estado de degradação do rio, pois todos os pontos apresentaram valores muito baixos, inferiores a 0,5. O ponto 5, apesar de ter apresentado o maior número de táxons, teve o menor índice de Shannon (0,13), em função da grande dominância da família Chironomidae (Tabela 7).

Diferente do observado no presente trabalho, estudo realizado com macroinvertebrados, em ambientes aquáticos dentro de áreas protegidas, obtiveram valores para o Índice de Shannon próximo ou superior a dois, indicando bom estado de conservação (DAMMAN, 2016).

Características	Pontos				
	1	2	3	4	5
Indivíduos	19	11	14	452	945
Táxons	05	06	02	04	07
Shannon	0,35	0,45	0,19	0,23	0,13
BMPW	18	28	02	04	12
Classificação*	Crítica	Crítica	Muito crítica	Muito crítica	Muito crítica

*Classificação de acordo com o Índice BMWP: < 15 muito crítica; 16-35 crítica; 36 – 60 duvidosa; 61 – 100 aceitável; 101 – 149 boa; >150 ótima.

Tabela 7 – Resultado do Índice de Shannon e da Classificação BMWP' dos indivíduos coletados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os resultados obtidos com o biomonitoramento corroboram com os resultados da análise da paisagem, em que todos os pontos foram considerados alterados ou impactados, exceto o ponto 5, que foi classificado como ambiente natural.

A integridade biológica de um ambiente aquático é uma medida do nível de conservação das suas condições naturais com o mínimo de influência humana, considerando três importantes componentes: a paisagem (incluindo a preservação da vegetação), a qualidade física e química da água e as suas condições biológicas (CORDEIRO et al., 2016).

CONCLUSÃO

Ambas as análises realizadas indicam que o trecho estudado do Rio Alegria encontra-se alterado, com comprometimento na qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático como um todo.

Ao longo de todo o trecho estudado estavam presentes problemas como descarte incorreto de resíduos sólidos, despejo irregular de efluentes, erosão, ausência parcial e total de mata ciliar. Como consequência foi observada baixa diversidade biológica e dominância de organismos resistentes.

A partir dos resultados, constata-se a necessidade de um plano de recuperação e manutenção da qualidade do Rio Alegria, em função da importância ecológica, social e econômica dele. Observa-se também, a necessidade de estudos mais aprofundados para verificar o impacto das atividades poluidoras sobre toda a comunidade aquática, bem como identificar e quantificar os impactos e as substâncias que estão prejudicando a qualidade da água do Rio Alegria.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, D.; MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos**. Technical Books Editora, 2010.

BOEIRA, R. C.; DE QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. **Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Embrapa Meio Ambiente-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2004.

CALLISTO, M. et al. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia, Campinas v. 14, n. 1, p. 8, fev. 2002.

CALLISTO, M.; GOULART, M. D. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

CAMARGO, P. R. D. S. et al. **Diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Volta Grande, Bacia do Baixo Rio Grande**. Revista Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 2022.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357-17 mar. 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2005.

CORDEIRO, G. G. et al. **Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 11, n. 3, p. 702-710, 2016.

- DAMMANN, D. **Macroinvertebrados bentônicos e infiltração da água no solo em uma microbacia de primeira ordem do Parque Nacional do Iguaçu**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.
- DA SILVA, J. M. et al. **Protocolo de análise rápida: alternativa para avaliar qualidade ambiental em riachos de cabeceira em Mata Atlântica, Sul do Brasil**. Revista Perspectiva, Erechim v. 44, n. 165, p. 47-60, jun. 2020.
- DE QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Ecossistemas aquáticos e seu manejo. In: DE QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos Bentônicos: biomonitoramento de qualidade da água**. Jaguariúna: Embrapa Meio-ambiente, 2008.
- EMBRAPA. **Avaliação de impactos ambientais para gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape/PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, v. 200, 2008.
- FERNANDES, A. et al. **Avaliação ecológica rápida de qualidade de água do Rio Caraça como um ecossistema em condições de referência**. Revista Espinhaço, 2022.
- LAU, S. S. S. **Biomonitoramento da disponibilidade de vestígios de metais no estuário do Tâmisia usando um conjunto de biomonitores litorâneos**. Jornal da Associação Biológica Marinha do Reino Unido, v. 82, n. 5, pág. 793-799, 2002.
- LIMA, P. A. C. et al. **Avaliação ambiental do Ribeirão do Inferno em Grão Mogol – MG, através de um protocolo de avaliação rápida de rios**. Blucher Engineering Proceedings, v. 4, n. 2, p. 999-1006, 2017.
- LOYOLA, R. G. N. **Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação**. UFES, Vitória–ES, v. 10, p. 46-52, 2000.
- SCHMERA, D. et al. **A proposed unified terminology of species traits in stream ecology**. Freshwater Science, v. 34, n. 3, p. 823-830, 2015.
- SILVA, L. D. C. **Avaliação da qualidade da água do rio Alegria (Medianeira/PR) através da determinação do IET e simulação do processo de autodepuração**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- TORRES, S. et al. **Análisis de la calidad ambiental en un sector del Río Chico (Santa Cruz, Argentina) basado en bioindicadores bentónicos**. Informes Científicos Técnicos - UNPA, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 36-49, 2019.