

CIÊNCIA-CIDADÃ NO ENSINO MÉDIO: PROMOVEDO A LIMNOLOGIA ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM PARTICIPATIVA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

**GISELLE DA SILVA SANFELICE^{1,2}, SARA REGINA SAMPAIO DE PONTES³,
THAYANE VITORIA WILMSEN EBERHARDT⁴; ELIANE MAY DE LIMA⁵, GILZA
MARIA DE SOUZA-FRANCO^{2,6*}**

1 Introdução

A gestão dos recursos hídricos constitui tema emergente para a conservação da vida e da qualidade ambiental. A degradação dos corpos d'água, resultante de pressões antrópicas como urbanização e uso intensivo de fertilizantes, demanda estratégias de monitoramento contínuo e de engajamento social. Nesse contexto, iniciativas de ciência-cidadã configuram instrumentos eficazes tanto para a produção de dados ambientais como para a sensibilização comunitária (COHN, 2008; COUTO et al., 2021). Neste contexto, o projeto de monitoramento participativo de águas na porção oeste da Bacia do Baixo Iguaçu teve como foco a capacitação de voluntários, a implementação de protocolos simplificados de avaliação da qualidade da água e a promoção de práticas educativas em escolas, ampliando a integração entre ciência e sociedade.

2 Objetivo

Avaliar a qualidade da água de afluentes da margem sudoeste da Bacia Hidrográfica do Baixo Iguaçu, bem como utilizar uma abordagem participativa com uso de protocolos simplificados, com alunos do Ensino Médio.

3 Metodologia

O monitoramento participativo ocorreu nos municípios de Capanema, Planalto, Bela Vista da Caroba e Pérola D'Oeste, região sudoeste do Paraná, onde a principal atividade

1 Estudante do Ensino Médio e bolsista EM-CNPq Instituto Federal do Paraná, *campus* Capanema, contato: gisellesanfelice.capanema@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Toxicologia Comparada

3 Mestre, Docente do Instituto Federal do Paraná, *campus* Paranaguá, contato: sara.sampaio@ifpr.edu.br

4 Discente do Mestrado em Saúde, Bem-Estar e Produção Animal Sustentável na Fronteira Sul - Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Realeza, contato: thayanevitoriawilmsen@hotmail.com

5 Doutora, Docente do Instituto Federal do Paraná, *campus* Capanema, contato: eliane.may@ifpr.edu.br

6 Doutora, Docente da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Realeza, contato: giza.franco@uffs.edu.br **Orientadora.**

econômica é a agropecuária com produção de milho, soja e criação de animais (ROSSONI, 2019). O protocolo de monitoramento incluiu a sensibilização e capacitação de voluntários (estudantes do IFPR) e o diagnóstico de rios da região. O protocolo de campo incluiu o monitoramento com base em variáveis físicas, químicas e biológicas. Os estudantes escolheram rios ou riachos próximos as suas residências ou ao IFPR, sendo que as amostragens ocorreram em sete pontos amostrais, distribuídos nos municípios de Capanema, Perla Do'Oeste, Planalto e Bela Vista da Caroba.

Para diagnóstico do habitat foi utilizado o Índice de Qualidade de Habitats – IHQ, um protocolo de avaliação rápida e classifica os habitats em categorias de alta, baixa ou moderada perturbação, sendo que: pontuação ≥ 68 pontos - mínima perturbação; pontuação entre 40 e 67 pontos - perturbação moderada; e, pontuação < 40 pontos - perturbação máxima (adaptado de FRANÇA; CALLISTO, 2019). As variáveis físicas e químicas foram mensuradas por testes colorimétricos simples de aquicultura, incluindo a medição de Amônia, Nitrito, Nitrato, Oxigênio dissolvido, Ferro dissolvido, Potencial Hidrogeniônico (pH) e Fósforo. Em campo foram mensuradas a temperatura e transparência da água. Para o biomonitoramento adotou-se um índice baseado na presença/ausência e abundância de macroinvertebrados aquáticos. O índice adotado foi baseado na ocorrência e densidade relativa de dez grupos taxonômicos de macroinvertebrados aquáticos (FRANÇA; CALLISTO, 2019).

4 Resultados e Discussão

As atividades de capacitação dos monitores consistiram em oficina/reunião realizada em outubro de 2023 no IFPR *Campus* Capanema, bem como numa jornada de capacitação realizada em dezembro de 2023 no Parque Nacional do Iguaçu nas quais os voluntários foram treinados e sensibilizados não somente em relação aos protocolos, mas principalmente sobre a atuação cidadã. Ainda, com o intuito de promover a sensibilização da comunidade sobre a conservação da água, o projeto promoveu oficinas em outras escolas para construir conhecimento sobre o monitoramento da água, promover a reflexão crítica sobre a utilização de recursos naturais e sobre a questão da pegada hídrica e conservação da água. Nestas oficinas as crianças/adolescentes participaram de uma exposição dialogada e puderam realizar práticas de monitoramento participativo.

No que se refere ao IQH os pontos #IFPR (Capanema) e #Bela Vista da Caroba foram classificados como de mínima perturbação, enquanto os demais foram considerados de moderada perturbação com apenas o ponto #CRAC (Capanema) tendo sido considerado como de alta perturbação na coleta do quarto semestre. Em geral, os pontos selecionados

exibem mata ciliar minimamente conservada, ausência de escoamento visível de esgoto e alta transparência. No entanto, destaca-se a presença de resíduos sólidos e assoreamento nos pontos de perturbação mais acentuada.

Em relação ao monitoramento das variáveis físicas a temperatura da água nos pontos monitorados variou entre 17 °C e 23,5 °C, constituindo um parâmetro reflexivo das condições ambientais no momento da coleta, com potencial impacto em variáveis correlatas, como pH e oxigênio dissolvido. A maioria dos pontos amostrados exibiu água transparente (UNT=0). No entanto, os pontos de #Três Angicos (Capanema) e o #Caminhódromo (Planalto) apresentaram transparência com a presença de algumas partículas, no entanto, classificadas com UNT inferior a 50. A turbidez da água é influenciada pela quantidade de partículas presentes, diretamente ligada ao espalhamento da luz (ROCHA, 2019). Em relação ao potencial hidrogeniônico (pH), apenas o ponto de #Bela Vista da Caroba apresentou valores considerados não recomendados (pH=5). Nos demais pontos, os valores de pH situam-se entre 6 e 9. Todos os pontos demonstraram concentrações de oxigênio dissolvido (OD) superiores a 6,0 mg.L⁻¹, valor estabelecido como mínimo aceitável pela Resolução 357/2005 do CONAMA para águas da classe II (BRASIL, 2005). O OD na água é influenciado pela produção e pela temperatura, sendo que outras variáveis, como modificações no leito, baixa luminosidade e entrada excessiva de matéria orgânica proveniente de efluentes, como esgotos domésticos e/ou industriais, podem afetar sua concentração (JANZEN; SCHULZ; LAMON, 2008).

No que concerne aos compostos nitrogenados, apenas o ponto de #Três Angicos (Capanema) apresentou concentrações acima dos valores recomendados para a amônia e nitrito, enquanto o ponto do Caminhódromo (Planalto) excedeu o limite estabelecido para o nitrato. Esses resultados sugerem a presença de fonte contaminante nas proximidades do local de coleta, como esgoto doméstico. A amônia, o nitrito e o nitrato representam formas inorgânicas do nitrogênio (MIRANDA ZOPPAS; BERNARDES; MENEGUZZI, 2016), cujas principais fontes incluem a fixação biológica e abiótica, as chuvas, bem como a entrada orgânica e inorgânica por meio da lixiviação terrestre. O excesso desses nutrientes geralmente está associado a esgotos não tratados (ALABURDA; NISHIHARA, 1998), ao uso de fertilizantes em áreas agrícolas e à descarga de resíduos de indústrias químicas (CABRAL, et al., 2020). Na região em questão, as fontes mais prováveis de nitrogênio nos corpos d'água parecem ser esgotos em áreas urbanas e o uso de fertilizantes em áreas agrícolas. Para o ferro dissolvido o limite máximo permitido pela Resolução Conama n.º 357/2005 (BRASIL, 2005)

é de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$. Nesse contexto, observa-se que cerca de 65% pontos apresentaram concentrações de ferro dissolvido classificadas como inferiores ou iguais a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$. No entanto, o ponto da #Bela Vista da Caroba exibiu concentrações de ferro superiores a $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. A origem do ferro pode estar associada à contaminação, pois recebem diretamente a carga lixiviação de contaminantes presentes no solo (SILVEIRA, et al., 2020). Cerca de 58% pontos apresentam concentrações de fósforo superiores às indicadas na Resolução Conama n.º 357/2005 (BRASIL, 2005). Esses pontos foram o #Três Angicos, #Cristo Rei, #IFPR e #Sanga São Pedro, todos localizados em Capanema. O fósforo é um elemento natural nos ecossistemas aquáticos e está diretamente relacionado ao crescimento das plantas. Sua entrada nos ambientes aquáticos pode ocorrer através de diversas fontes (KLEIN; AGNE, 2013), incluindo esgoto sem tratamento, fertilizantes e descargas de indústrias químicas. Os pontos com concentrações elevadas desse composto estão localizada em áreas rurais, sugerindo que o uso de fertilizantes seja um potencial responsável pelas elevadas concentrações de fósforo.

No que tange o monitoramento de macroinvertebrados bentônicos, foram amostrados 2.454 indivíduos nos setes pontos de monitoramento no período de quatro trimestres, distribuídos nos filos Mollusca, Annelida e Arthropoda (Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Heteroptera, Coleoptera e Diptera). Dentre eles, os artrópodes foram os mais representativos, por constituírem um dos grupos mais diversos de organismos e estarem presentes em quase todos tipos de habitats (SANTOS; SILVA; ANTUNES, 2018). O maior grau de perturbação foi registrado no quarto trimestre para todos os pontos monitorados, sendo que os pontos Pérola D'Oeste, Três Angicos, Club Crac, Cristo Rei e Bela Vista da Caroba apresentaram índices que os classificaram como de alta perturbação. Os pontos dos riachos do Três Angicos, Pérola D'Oeste e Clube Crac foram classificados como de maior urgência por apresentarem índices de alta perturbação em três dos quatro trimestres. O ponto do Clube Crac não pode ser avaliado por este índice, tendo em vista que a coleta de macroinvertebrados foi de apenas um táxon em cada trimestre, fato que pode estar relacionado com o substrato do tipo laje.

5 Conclusão

O monitoramento participativo consolidou-se como prática de ciência-cidadã capaz de produzir dados relevantes sobre a qualidade da água e de promover a sensibilização ambiental. Apesar de limitações metodológicas e dificuldades inerentes à participação voluntária, os resultados apontam pontos críticos, como #Três Angicos e #CRAC, que demandam atenção prioritária de gestores e comunidades. A continuidade das atividades é

fundamental para consolidar políticas locais de gestão e fortalecer a educação ambiental no território.

Referências Bibliográficas

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L.. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, p. 160-165, 1998.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/2005, de 17 de março de 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

CABRAL, F. L. et al. Avaliação da fertilização mineral e organomineral na cultura da soja. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 9, pág. e614995402-e614995402, 2020.

COHN, J. P. Citizen science: Can volunteers do real research? **BioScience**, v. 58, n. 3, p. 192-197, 2008.

COUTO, J. F., et al. Avaliação e monitoramento participativo na gestão da qualidade da água: Avaliação das principais etapas do processo. **Além Dos Muros Da Universidade**, v. 6, n.1, p.01-11, 2021.

FRANÇA, J.S., CALLISTO, M. **Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas**. Juliana S. França, Belo Horizonte (MG), 2019.

JANZEN, J.; SCHULZ, H. E.; LAMON, A. W. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Engenharia sanitaria e ambiental**, v. 13, p. 278-283, 2008.

KLEIN, C. E.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente a poluente!. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713–1721, 2013.

MENEZES, J. C.; MACHADO, C. A.; NASCIMENTO, R. O. Uma análise científica da água. V **Colóquio Internacional**, 2011. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10471/17/91.pdf>.

MIRANDA ZOPPAS, F.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Eng Sanit Ambient**, v.21 n.1 p. 29-42, 2016.

ROSSONI, R. A. **O Sudoeste do Paraná sob a Ótica dos Indicadores de Análise Regional**. Revista Paranaense De Desenvolvimento, Curitiba, v.40, n.137, p.63-82, jul./dez. 2019.

SANTOS, M.; SILVA, R. A. da; ANTUNES, S. C. Artrópodes. **Revista de Ciência Elementar**, v. 6, n. 2, 2018.

SILVEIRA, R. N. C. M., et al. Caracterização hidroquímica de aquífero aluvial para uso agrícola . **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 144–154, 2020.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Recursos Hídricos, Saúde Ambiental.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2023-0499

Financiamento

