

BIOMONITORAMENTO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA CONSERVAÇÃO DA BACIA DO RIO IGUAÇU

Gabrielli Tuni Adami, Andressa Aparecida Pawnoski,
Gilberto Pereira Figueiredo Braga, Glécio Oliveira Barros,
João Victor Espruencio, Vanessa Schlemper Silveira, Victor Júnior Comandulli,
Betty Cristiane Kuhn, Nédia de Castilhos Ghisi

Resumo: O conhecimento sobre as consequências dos microplásticos e demais contaminantes emergentes nos ambientes naturais ainda é pouco explorado. Com isso, este estudo tem o objetivo de realizar a análise da toxicidade da água da bacia do Rio Iguaçu através de duas espécies de peixes bioindicadores e, com base nestes resultados, iniciar um cronograma de ações de Educação Ambiental no Paraná. Para isso, foram coletados peixes em 10 pontos diferentes ao longo do rio, dentre eles, pontos urbanos, rurais e com maior extensão de mata ciliar, um deles sendo o Parque Nacional do Iguaçu. Também foi iniciado um cronograma de ações de Educação Ambiental em 5 escolas do Sudoeste do Paraná, com o uso de metodologias ativas.

Palavras-chave: Ecologia; Microplásticos; Conscientização; Biomarcadores; Parque Nacional do Iguaçu.

Abstract: Knowledge about the consequences of microplastics and other emerging contaminants in natural environments is still largely unexplored. Therefore, this study aims to analyze the toxicity of the water in the Iguaçu River basin using two species of bioindicator fish and, based on these results, initiate a schedule of environmental education actions in Paraná. To this end, fish were collected at 10 different points along the river, including urban and rural areas and areas with greater extent of riparian forest, one of which was the Iguaçu National Park. A schedule of environmental education activities was also initiated in five schools in southwestern Paraná, using active methodologies.

Keywords: Ecology; Microplastics; Awareness; Biomarkers; Iguaçu National Park.

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 8: 144-155, 2025.

Introdução

A Bacia do Rio Iguaçu é um patrimônio natural e socioeconômico que abrange 111 municípios, com 80,4% da área no estado do Paraná, 16,5% em Santa Catarina e 3% na Argentina, com uma população de aproximadamente 4.500.000 habitantes (IAT, 2020).

O Rio Iguaçu, além de diversas unidades de conservação que o abrigam, integra também o Parque Nacional do Iguaçu (Parna Iguaçu), reconhecido como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO em 1986. Apesar da sua relevância, enfrenta desafios significativos devido à pressão da urbanização, à agricultura intensiva, ao descarte inadequado de resíduos sólidos, agroquímicos e resíduos industriais (IAT, 2020), o que gera a necessidade de estudos aprofundados sobre o nível de poluição e seus efeitos na biodiversidade local, especialmente no que tange aos contaminantes emergentes, como microplásticos.

Os microplásticos são fragmentos plásticos com diâmetro inferior a 5 mm, que podem ser de origem primária: produzidos em tamanho reduzido para produtos esfoliantes etc., ou secundária: oriundos da fragmentação de plásticos maiores (Olivatto et al., 2018). Os microplásticos podem atingir rios, lagos e oceanos, sendo absorvidos por organismos aquáticos, podendo provocar reações tóxicas e se dispersar pela cadeia alimentar (Pal, et al. 2025).

No contexto de que a pressão antrópica tem desempenhado importante papel nos problemas ambientais, a educação ambiental surge como uma ferramenta valiosa para conscientização ecológica e mudança de percepções sobre os corpos d'água, colaborando para a formação de indivíduos críticos e mais comprometidos com as questões ambientais (Braz, et al. 2022).

Diante dos potenciais danos genéticos e ecológicos decorrentes da exposição a esses contaminantes, o presente estudo foi dividido em duas partes: uma parte laboratorial, afim de investigar a toxicidade da água do rio Iguaçu utilizando duas espécies de peixe coletados ao longo da bacia; e uma parte de educação ambiental, utilizando os resultados da pesquisa laboratorial para promover a divulgação do conhecimento científico de forma acessível e prática à comunidade, especialmente no entorno do Parque Nacional do Iguaçu e da Bacia do Rio Iguaçu.

Metodologia

Foi adotada uma abordagem integrada, fortalecendo o tripé ensino, pesquisa e extensão universitária.

Pesquisa científica no Parque Nacional do Iguaçu

Foram coletados 20 organismos das espécies de peixes *Ancistrus mullerae*. e *Corydoras paleatus* (Figura 1), através da pesca elétrica ao longo da bacia do Rio Iguaçu, a qual foi realizada mediante licença permanente concedida o SISBIO e Licença permanente para coleta de material zoológico perante o Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade – ICMBio,

sob o número n. 25039-1. As coletas foram realizadas em dez pontos diferentes ao longo de afluentes do Rio, dentre eles: três pontos na região de Curitiba, onde foram coletados organismos de *Corydoras*, três pontos na região de Cascavel e três pontos no município de Dois Vizinhos, onde foram coletados organismos de *Ancistrus*. Por fim, também foram coletados organismos de ambos os gêneros no Parque Nacional do Iguaçu, e os pontos escolhidos estavam situados em diferentes contextos de uso e ocupação do solo, dentre eles pontos com característica predominantemente urbana, rural e com maior taxa de mata ciliar em seu entorno.

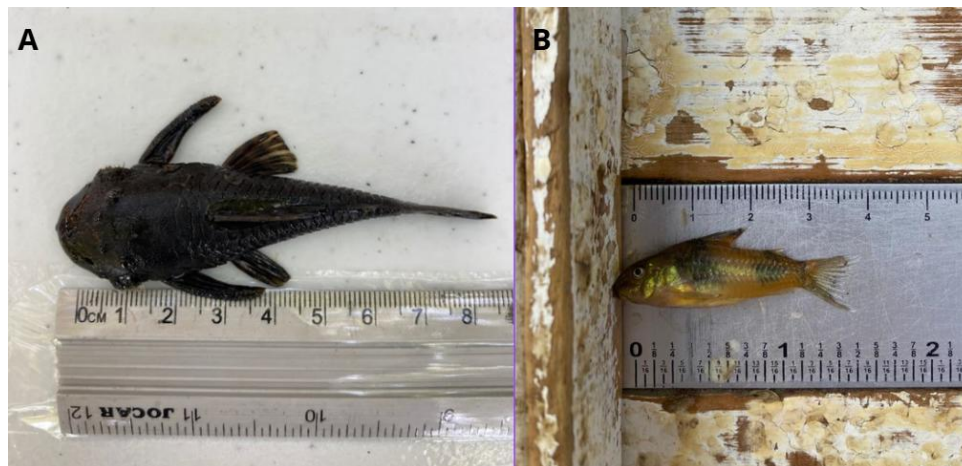


Figura 1: Peixes bioindicadores coletados. A: *Ancistrus mullerae*; B: *Corydoras paleatus*.
Fonte: Autoria própria (2024).

Após a coleta, foi retirada uma alíquota de sangue de cada animal previamente anestesiado através de uma seringa heparinizada, e o sangue foi transferido para uma lâmina de microscópio para extensão sanguínea. Após a secagem das lâminas, estas foram fixadas em etanol 96% por 30 minutos. Para análise em microscópio de luz, foi feita a coloração por cerca de 7 minutos em Giemsa 10% em diluição com tampão fosfato. Foram contadas 1000 células por lâmina e a análise foi baseada na taxa de núcleos que apresentaram formas alteradas, classificadas em: normal, micronucleado, vacuolado, binucleado, entalhado, em bolha ou lobado.

Depois da realização das análises laboratoriais, os resultados foram submetidos inicialmente às análises de pressupostos, onde pôde-se averiguar a normalidade dos dados a partir do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade por meio do teste de Levene (Quinn; Keough, 2002). Posteriormente, as análises estatísticas de comparação de médias ou medianas foram realizadas, e no caso de um teste paramétrico, utilizou-se ANOVA seguida pelo teste de Tukey. No caso de um teste não paramétrico utilizou-se Kruskal-Wallis seguido pelo teste de múltiplas comparações de medianas. Os testes estatísticos foram realizados pelo programa Software Statística (Statsoft, 2007).

Ações de Educação Ambiental no Entorno do Parque Nacional do Iguaçu

Formação continuada FOPEA: Participação do 1º curso de formação continuada em Educação Ambiental no entorno do Parque Nacional do Iguaçu” (FOPEA) em Capanema.

Atividades Teórico-Práticas em Escolas: Foram realizadas atividades em escolas do município de Dois Vizinhos, Capanema, Cruzeiro do Iguaçu e Francisco Beltrão, com a utilização de metodologia ativa e aplicação de questionário.

Colaboração com o atendimento de ODS

Busca a colaboração com o atendimento das ODS e respectivas metas: 4.7; 6.3; 13.3 e 14.1.

Resultados e Discussões

Pesquisa científica no Parque Nacional do Iguaçu

Os testes de Micronúcleo e alterações Nucleares eritrocitárias (ENAs) são amplamente utilizados como biomarcador em ensaios toxicológicos com peixes. Uma das causas das alterações nucleares eritrocitárias são os poluentes, que levam a perda de cromossomos ou de parte deles durante a divisão mitótica, ocasionando anormalidades no núcleo e indicando mutagenicidade (Fenech, 2007; Frixione et al., 2022). Para a espécie *Ancistrus mullerae*, nas análises estatísticas de Micronúcleo e ENAs, foram encontradas alterações significativas em relação a ENA do tipo em bolha, como mostra a Figura 2.

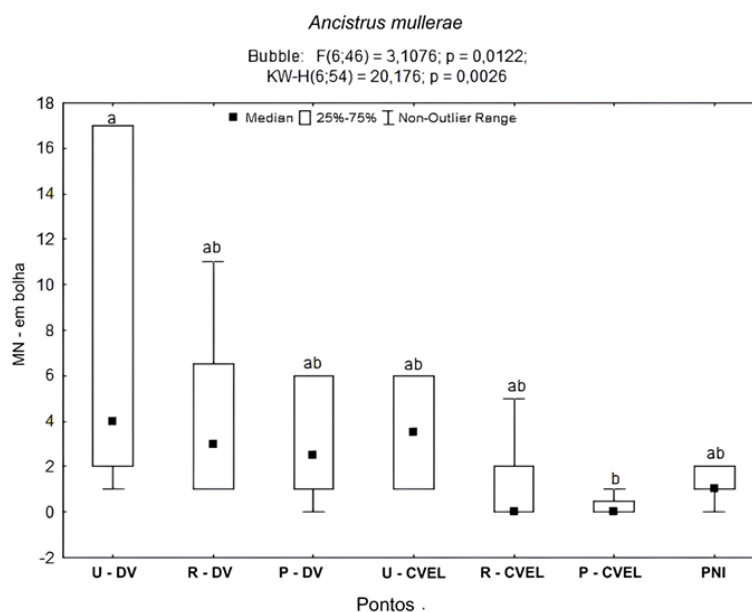


Figura 2: Análises estatísticas referente a ENA do tipo em bolha – *Ancistrus mullerae*, sendo: P= ponto preservado; U= urbano, R= rural e PNI= Parque Nacional do Iguaçu.

Fonte: Autoria própria (2024).

Observa-se que o ponto urbano de Dois Vizinhos foi o ponto que apresentou maior frequência de anormalidades, o qual se diferiu estatisticamente do ponto com maior taxa de mata ciliar da cidade de Cascavel. Este ponto com maior cobertura ciliar de Cascavel não diferiu do PNI. Nesse sentido, a cidade de Dois Vizinhos está fortemente vinculada a agricultura, o que ocasiona uma ampla demanda por pesticidas na região, onde 72,6% dos estabelecimentos agropecuários da cidade utilizam ou comercializam agrotóxicos (IBGE - CENSO AGRO 2017). Estes fatores, podem estar relacionados com a maior frequência de anormalidades encontrada.

Além do setor agropecuário ser predominante no município, Dois Vizinhos também tem destaque no setor têxtil, o qual faz o uso de grandes volumes de água durante as etapas de lavagem e tingimento de tecidos, o que resulta em efluentes têxteis (Pizato et al., 2017; Vikrant et al., 2018). Estudos conduzidos por Vasconcelos (2021) apresentam alterações morfológicas de micronúcleo representando os diferentes tipos de anormalidades na espécie de *Rhamdia quelen* expostos a diferentes concentrações de efluentes têxteis oriundos de uma fábrica de jeans da cidade de Dois Vizinhos, indicando a toxicidade deste resíduo sobre organismos aquáticos.

Referente a espécie *Corydoras paleatus*, não houve alterações estatísticas significativas quando comparados os pontos de Curitiba (Figura 3), porém foram encontradas alterações para a ENA do tipo lobado (Figura 4), as quais apresentaram diferenças entre os pontos urbano e preservado da cidade de Curitiba. Este ponto preservado apresentou maior dano quando comparado ao Parque Nacional do Iguaçu, o que indica que mesmo com uma maior cobertura de mata ciliar em seu entorno, os organismos deste local ainda sofrem com as consequências da forte antropização da região.

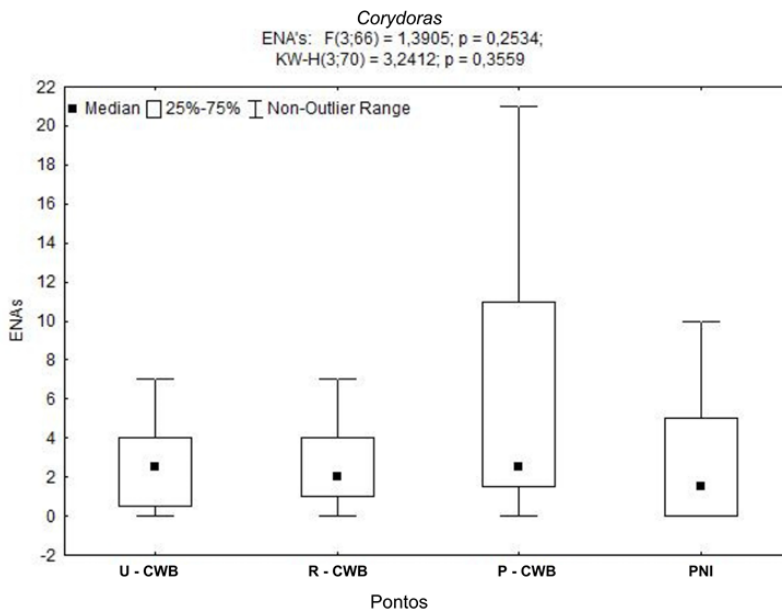


Figura 3: Análises estatísticas referente a ENAs de Curitiba – *Corydoras*, sendo: P= preservado; U= urbano; R= rural e PNI= Parque Nacional do Iguaçu.

Fonte: Autoria própria (2024).

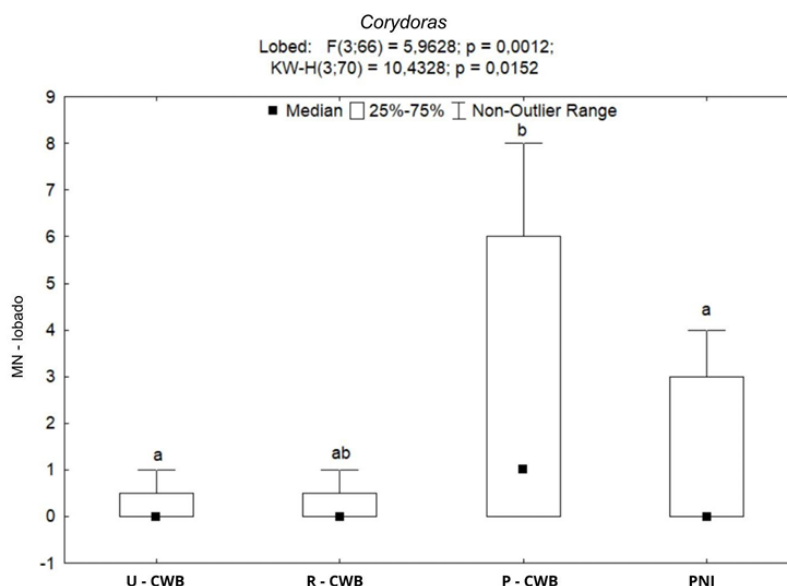


Figura 4: Análises estatísticas referente ao micronúcleo lobado – *Corydoras*, sendo: P= preservado; U= urbano; R= rural e PNI= Parque Nacional do Iguaçu.
Fonte: Autoria própria (2024).

A avaliação de danos nucleares eritrocitários é uma válida ferramenta para a determinação das mudanças de um sistema diante a exposição de ambientes estressores (Lehun et al., 2021; Rodrigues et al., 2020), por exemplo, a região de Curitiba, que possui característica predominantemente urbana, onde grande parte dos municípios possuem elevado índice de industrialização (FIEP, 2016). Estudos de Rubio-Vargas et al. (2021) e Santana et al., (2018) corroboram com os resultados apresentados no presente trabalho, onde foram encontradas maiores alterações nucleares na região de Curitiba, no Alto Iguaçu, em lugares de amostragem de água impactados por poluentes de múltiplas fontes, sendo a industrialização a mais frequente. E apesar da alta relevância ambiental e socioeconômica da bacia do rio Iguaçu, os resultados do presente estudo advertem para uma maior contaminação em regiões com maior ação antrópica.

Os rios são as principais rotas para o deslocamento de microplásticos do meio terrestre para o oceano, e durante este percurso, é importante enfatizar que alguns desses poluentes são incorporados à cadeia alimentar ou acumulados nos sedimentos, sendo crucial a realização de estudos para compreensão da dinâmica dessa poluição (Winton et al., 2020).

Com base nisso, a realização de projetos de monitoramento se torna fundamental para conservação ambiental na Bacia do Rio Iguaçu, permitindo a compreensão da contaminação ambiental e seus efeitos sobre a biodiversidade. Neste sentido, a realização de ações de educação ambiental se torna necessária para possibilitar a comunicação com a comunidade em prol da preservação ambiental.

Ações de Educação Ambiental

Formação continuada FOPEA: 1º Curso de Formação Continuada em Educação Ambiental no entorno do Parque Nacional do Iguaçu, promovido pelo Projeto FOPEA e financiado pela Itaipu Parquetec. O evento que foi realizado em Capanema, Paraná, reuniu educadores e lideranças regionais e contou com a palestra da Dra. Nédia de Castilhos Ghisi sobre microplásticos e contaminantes emergentes, com o título: Microplásticos, é só jogar fora?

A participação nesta ação ampliou o alcance educativo do projeto, fortalecendo o diálogo com a comunidade no entorno do Parque Nacional do Iguaçu e colaborando com a criação de parcerias.

Atividades Teórico-Práticas em Escolas: Foram realizadas atividades práticas de conscientização sobre os poluentes emergentes, em especial os microplásticos em escolas de Francisco Beltrão e Dois Vizinhos e integração com o projeto de extensão: “Cursinho pré-vestibular” da UTFPR-DV, também, com auxílio de graduandos cursando a matéria de Genética Geral, para fomentar a curricularização da extensão.

As ações de Educação Ambiental realizadas nas cidades de Dois Vizinhos, Capanema, Cruzeiro do Iguaçu e Francisco Beltrão, resultaram em ampliação da extensão universitária na região Sudoeste do Paraná e tiveram como principal resultado a participação ativa e engajamento de todos os alunos, tanto nas explanações teóricas, quanto nas atividades práticas (Figura 5).



Figura 5: Palestra na escola Estadual do Município de Cruzeiro do Iguaçu.

Fonte: Autoria própria (2025).

Os alunos se mostraram bastante interessados na realização das atividades práticas, em especial, da prática “Visualização de microplásticos em Lupa e microscópio” (Figura 6).

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 8: 144-155, 2025.

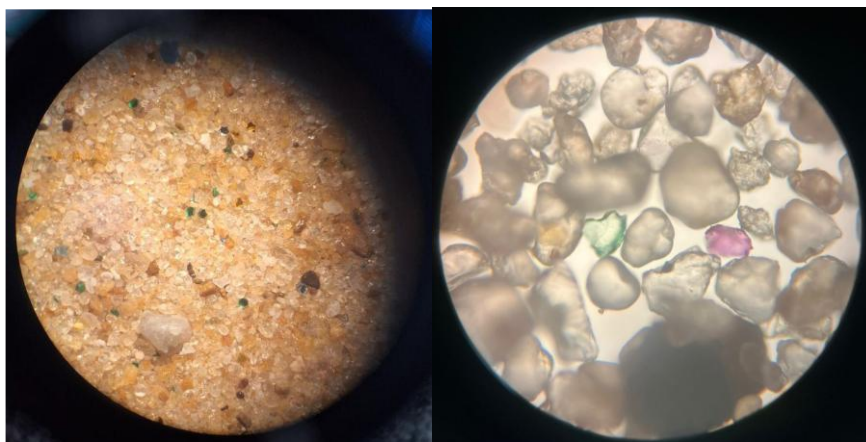


Figura 6: Visualização de Microplásticos, misturados à areia em lupa “de mão” (esquerda) e microscópio (direita).

Fonte: Autoria própria (2025).

As metodologias ativas estimulam os alunos ao protagonismo do aprendizado, possibilitando que ele se envolva no processo e construa seu conhecimento de forma mais relevante e consistente (Almeida, 2023).

A ação teórico-prática no Colégio Estadual do Município de Cruzeiro do Iguaçu se destaca por abranger cerca de 55 alunos do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio no segundo semestre de 2024. Como resultado, foi possível observar que, na primeira fase (antes da atividade), os alunos obtiveram uma média de 57% de acertos, enquanto, na segunda fase (após a atividade), a taxa de acertos subiu para 71% (Tabela 1).

Tabela 1. Eficácia da atividade teórico-prática por meio da plataforma Kahoot®, comparando um questionário inicial (introdutório) e um questionário final.

Indicador	Questionário Inicial	Questionário Final
Média de Acertos	57%	71%
Alunos que não finalizaram	7 estudantes	1 estudante

Fonte: Autoria própria (2025).

É importante destacar uma melhora de 14 pontos percentuais após a realização das atividades de Educação Ambiental, sendo a pergunta que teve a menor taxa de acerto na 1ª fase: “Qual a principal fonte de microplásticos na Indústria?” com 9% de acertos; e na 2ª fase: “Qual das opções é uma consequência da presença de microplásticos no ambiente?” com 35% de acertos.

A Educação Ambiental é essencial para a construção de um mundo mais sustentável, surgindo como um processo participativo, onde todo cidadão pode atuar ativamente tanto no diagnóstico de problemas, quanto na busca por soluções (Martins, et al. 2018).

As novas tecnologias têm colaborado com as atividades de divulgação científica e são muito significativas nas ações de Educação Ambiental. A população utiliza cada vez mais as redes sociais para se informar e, assim, é fundamental que os cientistas estejam presentes nestes espaços (Bowman et al. 2015). Além dos resultados obtidos nas ações realizadas nas escolas, o conhecimento científico foi disseminado através do perfil @ecotoxigen no Instagram, através do podcast Explicando no Youtube (<https://www.youtube.com/@ExplicandoPodcast>) e na Aula Magna da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) em União da Vitória, resultando em maior alcance das ações.

Colaboração com o atendimento de ODS

O presente trabalho está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas, especialmente no que se refere à integração do tripé ensino, pesquisa e extensão, com foco na Educação Ambiental. Embora não tenha como finalidade o atendimento direto às metas globais, o estudo contribui de forma indireta e complementar para o avanço de objetivos estratégicos relacionados à sustentabilidade ambiental e à formação cidadã.

A contribuição para o ODS 4: Educação de Qualidade, especialmente no que tange à educação para o desenvolvimento sustentável (4.7), ocorreu por meio da realização de ações de Educação Ambiental baseadas em metodologias ativas, que promoveram o protagonismo estudantil com foco na compreensão sobre os perigos dos poluentes emergentes e necessidade de conservação dos recursos hídricos.

A ODS 6: Água Potável e Saneamento, com foco na melhoria da qualidade da água (6.3), foi contemplada a partir da geração de dados científicos sobre a qualidade ambiental da Bacia do Rio Iguaçu, utilizando biomarcadores genotóxicos em organismos aquáticos, além da disseminação desses resultados junto à comunidade escolar e regional, contribuindo para a conscientização sobre a poluição hídrica e seus impactos ecotoxicológicos.

No que se refere ao ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima, o foco foi melhorar a educação e aumentar a conscientização para redução dos impactos ambientais que levam à mudança do clima (13.3), neste aspecto, o estudo colaborou ao ampliar a educação ambiental e a conscientização sobre pressões antrópicas nos ecossistemas aquáticos, destacando a necessidade de mitigação de impactos ambientais associados às atividades humanas, especialmente em regiões com intensa urbanização e atividade agroindustrial.

Por fim, o ODS 14: Vida na Água, com foco em reduzir a poluição marinha, principalmente a advinda de atividades terrestres, que foi abordado por meio da avaliação de efeitos genotóxicos em peixes bioindicadores e pela promoção de ações de Educação Ambiental voltadas à preservação dos ecossistemas aquáticos continentais, ressaltando o papel dos rios como

sistemas fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a qualidade ambiental e alertando para o fato de que os rios são os maiores transportadores de poluição para os ambientes marinhos.

Dessa forma, o trabalho evidencia o potencial da articulação entre pesquisa científica e extensão universitária como estratégia para fortalecer o compromisso institucional com a Agenda 2030, contribuindo para a formação de uma sociedade mais informada, crítica e engajada na conservação ambiental.

Conclusões

O trabalho demonstra um compromisso efetivo com a sustentabilidade na região do Parque Nacional do Iguaçu, aliando a pesquisa científica à extensão, colaborando com o atendimento das ODS 4, 6, 13 e 14. Além disso, o interesse da comunidade pelas ações do projeto destaca a relevância do tema e a qualidade das atividades realizadas.

Estes resultados evidenciam que as ações de Educação Ambiental surtem efeito, mas devem ser realizadas de maneira contínua para garantir uma aprendizagem duradoura e consistente, promovendo a redução dos impactos ambientais no entorno da Bacia do Rio Iguaçu.

Agradecimentos

À ITAIPU PaqueTec, pelo Programa de Extensão Universitária que concedeu bolsas e fomento para realização deste projeto.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

À Equipe do grupo Ecotoxigen por colaboração nas etapas de coleta de amostras.

Ao Laboratório Multiusuário de Análises Biológicas e Biologia Molecular - LabMult BioMol da UTFPR pelas análises.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Processo n. 406093/2021-0).

Referências

ALMEIDA, Raimunda Moraes Firmo. **Uso de metodologias ativas como recurso didático no ensino da Língua Portuguesa**: uma experiência no colégio. 2023. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Universidad Autónoma de Asunción, Assunção, 2023. Disponível em: <http://revistacientifica.uaa.edu.py/index.php/repositorio/article/view/1410>. Acesso em: 12 dez. 2025.

BOWMAN, Sarah R. et al. A guide for using social media in environmental science and a case study by the Students of SETAC. **Environmental Sciences Europe**, [S. l.], v. 27, p. 1–8, 2015. DOI: 10.1186/s12302-015-0062-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0062-5>. Acesso em: 12 dez. 2025.

BRAZ, Micaela Gomes; DUARTE, Ana Paula; BOTTINO, Flávia. Rios urbanos: percebendo a importância por meio da Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 278–292, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13538>. Acesso em: 12 dez. 2025.

FENECH, M. Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. **Nature Protocols**, [S. l.], v. 2, n. 5, p. 1084–1104, 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ (FIEP). **Panorama Industrial do Paraná**. Curitiba: FIEP, [20--]. Disponível em: [Inserir Link]. Acesso em: 20 jan. 2025. Disponível em: https://ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/12/Paranorama_Industrial_do_Parana-2016-FIEP.pdf. Acesso em: 12 dez. 2025.

FRIXIONE, M. G. et al. Urbanity as a source of genotoxicity in the synanthropic Kelp Gull (*Larus dominicanus*). **The Science of the Total Environment**, [S. l.], v. 850, dez. 2022.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (Paraná). **Bacia do Rio Iguaçu**. Curitiba: IAT, 2020. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/iguacu.pdf. Acesso em: 10 dez. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agro 2017**: indicadores municipais. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: [Inserir Link]. Acesso em: 16 jan. 2025. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 10 dez. 2025.

MARTINS, L. C. G.; SILVA, M. V. da; SILVA, A. M. Importância da educação ambiental para preservação dos recursos hídricos. **Revista Eletrônica do Meio Ambiente**, [S. l.], v. 8, n. 64, jun. 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3279>. Acesso em: 12 dez. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.]: ODS Brasil, [20--]. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=1>. Acesso em: 12 dez. 2025.

OLIVATTO, G. P. et al. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968–1989, 2018. DOI: 10.21577/1984-6835.20180125. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180125>. Acesso em: 10 dez. 2025.

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 8: 144-155, 2025.

PAL, D. et al. Microplastics in aquatic systems: a comprehensive review of its distribution, environmental interactions, and health risks. **Environmental Science and Pollution Research**, [S. l.], v. 32, p. 56–88, 2025. DOI: 10.1007/s11356-024-35741-1. Acesso em: 10 dez. 2025.

PIZATO, E. et al. Caracterização de efluente têxtil e avaliação da capacidade de remoção de cor utilizando o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 1027–1035, abr. 2017.

QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

RODRIGUES, F. S. et al. Sistema imune inato de peixes e o uso do alho como imunostimulante: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. e152943014, 2020.

RUBIO-VARGAS, D. Á. et al. Exposure to pollutants present in Iguaçu River Southern Brazil affect the health of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758): assessment histological, genotoxic and biochemical. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, [S. l.], v. 87, p. 103682, 2021.

SANTANA, M. S. et al. Diffuse sources of contamination in freshwater fish: detecting effects through active biomonitoring and multi-biomarker approaches. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [S. l.], v. 149, p. 173–181, 2018.

UNESCO. World Heritage Centre. **Iguaçu National Park (Brazil)**, 1986. [Paris]: UNESCO, [1986]. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/list/355/>. Acesso em: 10 dez. 2025.

VASCONCELOS, M. **Textile effluent toxicity**: a scientometric review and bioassay on bioindicators. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso/Dissertação (Ciências Biológicas/Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

VIKRANT, K. et al. Recent advancements in bioremediation of dye: current status and challenges. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 253, p. 355–367, abr. 2018.

WINTON, D. J. et al. Macroplastic pollution in freshwater environments: focusing public and policy action. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 704, p. 135242, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135242>. Acesso em: 10 dez. 2025.