



REDE INTEGRADA DE ECOBARREIRAS DO PROJETO GREEN PET: TECNOLOGIA SOCIAL E COOPERAÇÃO INTERINSTITUCIONAL PARA A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO VALE DO PARAÍBA

SANTOS, T. H. C. P.¹; MURAD, L. O.¹; SAMPAIO, D. J. B. S.²

¹Grupo PET-Engenharia Mecânica, UNESP, Guaratinguetá; ²Tutor(a) do Grupo PET- -Engenharia Mecânica, UNESP, Guaratinguetá

E-mail: tiago.celestino@unesp.br, petfeg@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho apresenta a expansão do projeto Green PET, desenvolvido pelo Grupo PET Engenharia Mecânica da FEG/UNESP, cujo foco é a mitigação da poluição hídrica por meio da implementação de ecobarreiras no município de Guaratinguetá (SP). Após o êxito obtido com a primeira estrutura instalada no Ribeirão dos Motas, uma rede integrada de ecobarreiras foi concebida em 2025, incluindo uma nova unidade em outro ponto no Ribeirão dos Motas e outra na estação de captação da SABESP, incorporando tecnologias de tratamento biológico e um sistema antiturbidez para melhoria da qualidade da água. O estudo analisa a integração técnica, social e ambiental dessas estruturas, destacando o papel do Programa de Educação Tutorial (PET) na articulação entre ensino, pesquisa e extensão, bem como a relevância das parcerias público-privadas para a sustentabilidade hídrica. Os resultados evidenciam ganhos expressivos em retenção de resíduos, conscientização ambiental e fortalecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4, 6, 11, 12 e 17). Conclui-se que o modelo apresentado pelo Green PET constitui uma tecnologia social replicável, de baixo custo e alto impacto socioambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Ecobarreira; Educação Ambiental; Tecnologia Social.

INTEGRATED NETWORK OF ECO-BARRIERS FROM THE GREENPET PROJECT: SOCIAL TECHNOLOGY AND INTERINSTITUTIONAL COOPERATION FOR WATER SUSTAINABILITY IN THE PARAÍBA VALLEY

ABSTRACT: This paper presents the expansion of the Green PET project, developed by the PET Mechanical Engineering Group at FEG/UNESP, which focuses on mitigating water pollution through the implementation of eco-barriers in the municipality of Guaratinguetá (SP). Following the success of the first structure installed at Ribeirão dos Motas, an integrated network of eco-barriers was designed in 2025, including a new unit at Ribeirão dos Motas and another at SABESP's water intake station, incorporating biological treatment technologies and an anti-turbidity system to improve water quality. The study analyzes the technical, social, and environmental integration of these structures, highlighting the role of the Tutorial Education Program (PET) in bridging teaching, research, and outreach, as well as the importance of public-private partnerships for water sustainability. The results show significant gains in waste retention, environmental awareness, and strengthening of the Sustainable Development Goals (SDGs 4, 6, 11, 12, and 17). It concludes that the Green PET presented model represents replicable social technology, with low cost and high socio-environmental impact.

Área do conhecimento: Engenharia Mecânica (3.05.00.00-1); ODS: 4, 6, 11, 12 e 17.

Keywords: Sustainability; Eco-barrier; Environmental Education; Social Technology.

Introdução

A degradação dos corpos hídricos representa um dos principais desafios ambientais atuais, agravada pelo crescimento urbano desordenado, o descarte inadequado de resíduos sólidos e a fragilidade das políticas públicas. Segundo o Relatório dos ODS da ONU (2024), mais de 40 mil corpos d'água no mundo apresentam qualidade imprópria para consumo, evidenciando os impactos cumulativos das atividades humanas sobre a disponibilidade de água potável. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a Lei Complementar nº 140/2011 orientam a gestão integrada e compartilhada das águas entre os entes federativos (BRASIL, 1997; BRASIL, 2005).

Na bacia do Rio Paraíba do Sul, responsável pelo abastecimento de milhões de pessoas, observam-se níveis preocupantes de poluição causados pela disposição irregular de resíduos. Em Guaratinguetá (SP), o Ribeirão dos Motas apresenta enquadramento de qualidade hídrica classe 4, impróprio para consumo e restrito a usos como navegação e paisagismo (Prefeitura de Guaratinguetá, 2023), o que reforça a urgência de soluções tecnológicas e educativas voltadas à recuperação ambiental e à conscientização comunitária.

Nesse contexto, as ecobarreiras destacam-se como alternativa sustentável, acessível e eficiente para a contenção de resíduos flutuantes. Compostas por materiais de baixo custo e fácil manutenção, impedem que plásticos e detritos atinjam rios de maior porte. Experiências como o The Ocean Cleanup (Egger et al., 2025) comprovam a eficácia de sistemas simples de retenção, com impacto ambiental significativo e baixo custo operacional.

No âmbito universitário, a aplicação dessa tecnologia ganha relevância ao integrar ensino, pesquisa e extensão, pilares do Programa de Educação Tutorial (PET) (Lei nº 11.180/2005). O Grupo PET Engenharia Mecânica da FEG/UNESP, por meio do projeto Green PET, alia conhecimento técnico e engajamento social à prática de engenharia sustentável. Em 2024, o grupo implantou a primeira ecobarreira, obtendo resultados expressivos na retenção de resíduos e mobilização comunitária, o que motivou, em 2025, a expansão do sistema para formar uma rede integrada de ecobarreiras.

Assim, o presente estudo analisa o impacto técnico, social e ambiental dessa expansão, demonstrando como a articulação entre universidade, poder público e iniciativa privada contribui para o cumprimento dos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

água potável e saneamento (ODS 6), cidades sustentáveis (ODS 11), consumo responsável (ODS 12), educação de qualidade (ODS 4) e parcerias institucionais (ODS 17).

Método

O projeto foi desenvolvido integrando ensino, pesquisa e extensão, unindo práticas experimentais, planejamento participativo e parcerias institucionais, com foco na sustentabilidade e no engajamento comunitário. Estruturou-se em quatro eixos: concepção, implementação, aprimoramento tecnológico e expansão planejada.

Inicialmente, realizou-se um diagnóstico ambiental dos cursos d'água urbanos de Guaratinguetá (SP), especialmente do Ribeirão dos Motas, em parceria com a Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá e a Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, mapeando a quantidade, tipo e sazonalidade dos resíduos flutuantes.

Com base nesses dados, o Grupo PET – Engenharia Mecânica da FEG/UNESP projetou, em 2024, a primeira ecobarreira do município, feita com bombonas reaproveitadas, redes de poliéster e madeira, priorizando baixo custo, simplicidade e sustentabilidade. A montagem ocorreu nas oficinas da FEG, com participação de tutor, bolsistas e voluntários.

Desde a instalação em outubro de 2024, o sistema é monitorado semanalmente em parceria com a Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá. Os resíduos coletados são pesados, classificados por tipo e enviados à Cooperativa Amigos do Lixo, garantindo destinação adequada e incentivo à economia circular.

Diante dos bons resultados, foi elaborado o projeto da segunda ecobarreira – “Ecobarreira Passarela”, a ser instalada em outro ponto do Ribeirão dos Motas. Seu design tipo passarela permite acesso seguro para coleta e manutenção. O projeto foi classificado em 1º lugar no Edital de Fomento 2025 – Sustentabilidade e Inovação (CREA-SP), assegurando o financiamento para 17 semanas de construção supervisionada por docentes e engenheiros.

Paralelamente, foi desenvolvido o projeto da terceira ecobarreira, aprovada pela Prefeitura Municipal de Guaratinguetá e pela Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá, a ser instalada no sistema de captação de água municipal. Essa unidade foi aprovada também como projeto de iniciação científica em laboratório, visando à futura implementação em campo. Ela incorporará as tecnologias das empresas Salus e O2Eco, que utilizam microbactérias benéficas para o tratamento de fósforo e nitratos, promovendo biorremediação natural da água e reduzindo a necessidade de processos químicos convencionais, com consequente diminuição de custos operacionais.

Em todas as fases, o projeto mantém ações educativas e extensionistas, como palestras,

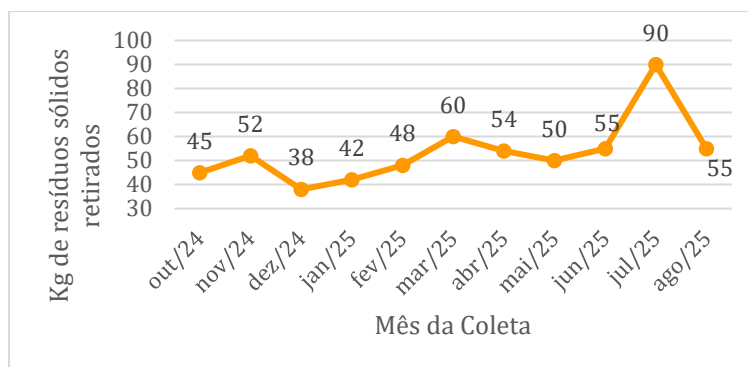
oficinas em escolas públicas, promovendo educação ambiental, cidadania e integração entre ciência e comunidade.

Resultados e Discussão

A implementação e o monitoramento da Ecobarreira Rio Paraíba do Sul permitiram mensurar impactos ambientais, sociais e institucionais significativos, consolidando o potencial da iniciativa como modelo de tecnologia social aplicada à engenharia e à sustentabilidade.

Durante o primeiro ciclo de operação — compreendido entre outubro de 2024 e setembro de 2025 — foram realizadas 30 coletas semanais, totalizando 587 kg de resíduos sólidos flutuantes retidos, com média de aproximadamente 23 kg por coleta (Figura 1).

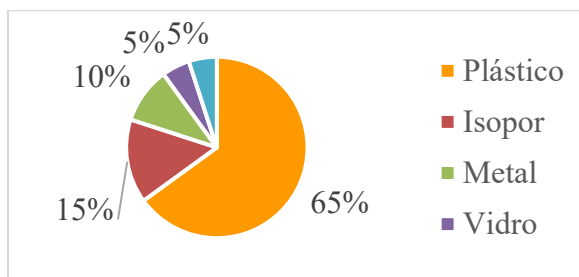
Figura 1 – Evolução no Peso de Colta por Mês



Fonte: autoria própria

A análise tipológica dos materiais revelou predominância de garrafas PET, isopor e embalagens plásticas finas, evidenciando o padrão de descarte urbano e o impacto direto do consumo doméstico no curso d'água (Figura 2).

Figura 2 – Tipologia Total das Coletas



Fonte: autoria própria

O volume de resíduos interceptados impediu que grande parte desse material alcançasse o Rio Paraíba do Sul, contribuindo para a redução da carga poluidora flutuante e melhoria visual

e ecológica do ambiente. Já o aprimoramento do sistema, com a instalação de um dispositivo antiturbidez, aumentou a eficiência da barreira, contribuindo para redução da turbidez da água e ampliando sua capacidade de reter partículas finas, o que representa avanço técnico relevante frente às versões anteriores do dispositivo (Figura 3).

Figura 3 –Dispositivo de Antiturbidez em Funcionamento



Fonte: autoria própria

Ademais, o impacto da ecobarreira extrapolou o aspecto físico de retenção de resíduos, alcançando a dimensão educativa e social. Foram promovidas ações de extensão em cinco escolas públicas de Guaratinguetá, envolvendo aproximadamente 150 estudantes do ensino fundamental em atividades de conscientização ambiental, oficinas e visitas técnicas. Essas ações reforçaram o ODS 4 – Educação de Qualidade, estimulando o aprendizado ativo sobre preservação dos recursos hídricos e descarte correto de resíduos (Figura 4).

Figura 4 – Palestra de Conscientização Ambiental em Escola de Ensino Fundamental



Fonte: autoria própria

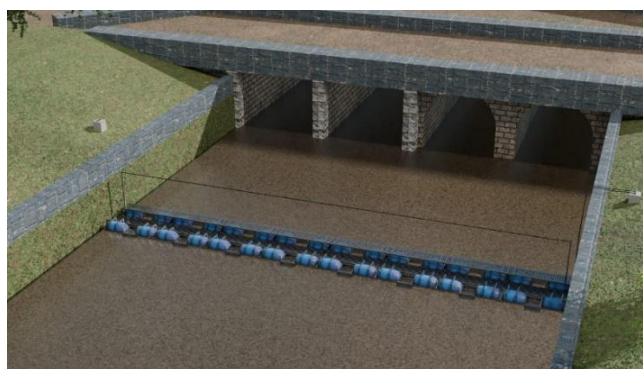
Além disso, a parceria contínua com a Cooperativa Amigos do Lixo garantiu a destinação adequada dos materiais coletados, fortalecendo práticas de economia circular e contribuindo para os ODS 11 (Cidades Sustentáveis) e ODS 12 (Consumo e Produção

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

Responsáveis). Ainda no viés de parceiros, o projeto consolidou uma rede de cooperação interinstitucional envolvendo o Grupo PET Engenharia Mecânica – FEG/UNESP, a SAEG, a Prefeitura de Guaratinguetá e a Associação Guaratinguetaense de Engenheiros e Arquitetos (AGEA), o que resultou em avanços significativos na governança ambiental local, em consonância com o ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação). A experiência despertou o interesse de novos parceiros, incluindo empresas do setor privado e instituições de fomento científico, ampliando o alcance das ações e a visibilidade do projeto em eventos regionais e estaduais de sustentabilidade. Com base na eficiência demonstrada pela primeira unidade, o Green PET expandiu seu escopo em 2025.

A segunda ecobarreira, denominada Ecobarreira Passarela, foi classificada em 1º lugar no Edital de Fomento do CREA-SP 2025, assegurando recursos para sua fabricação e instalação em outro ponto crítico do Ribeirão dos Motas (Figura 5). O projeto prevê aumento de 100% na capacidade média de retenção, estimando-se a coleta de 160 kg de resíduos por mês, o equivalente a 2 toneladas anuais, além da realização de dez ações educativas anuais com escolas e comunidade local.

Figura 5 – Projeto 3D da Ecobarreira Passarela



Fonte: autoria própria

Já a terceira ecobarreira, aprovada pela Prefeitura e pela SAEG, integrará o sistema de captação municipal, incorporando tecnologias biológicas de tratamento (Salus e O2Eco) que atuarão na remoção de fósforo e nitratos por meio de microbactérias benéficas. Essa etapa representa a transição do projeto da fase de contenção física para a remediação ativa da qualidade da água, ampliando o escopo de contribuição ambiental e científica da iniciativa.



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

Esses resultados consolidam o projeto como um exemplo prático de engenharia socialmente comprometida, capaz de transformar conhecimento técnico em benefício ambiental tangível e duradouro.

Conclusões

A experiência do Grupo PET – FEG/UNESP demonstra que soluções tecnológicas simples, aliadas à cooperação interinstitucional, geram impactos ambientais e sociais expressivos. A Ecobarreira do Ribeirão dos Motas mostrou-se eficaz na contenção de resíduos flutuantes e na redução da poluição hídrica, promovendo conscientização ambiental e práticas de economia circular.

O aprimoramento com o sistema antiturbidez evidenciou a capacidade do grupo em evoluir tecnicamente a partir do monitoramento contínuo, transformando uma iniciativa experimental em um modelo replicável e sustentável. A segunda unidade, vencedora do Edital CREA-SP 2025, e a terceira, com tecnologias de biorremediação, ampliam o alcance e a sofisticação da iniciativa.

O projeto consolida-se como um ecossistema de inovação ambiental baseado no tripé ensino-pesquisa-extensão, unindo universidade, poder público e iniciativa privada. Ao contribuir para os ODS 4, 6, 11, 12 e 17, reafirma que ações locais fundamentadas em ciência e cooperação podem gerar transformações duradouras.

Conclui-se, portanto, que a iniciativa se consolida não apenas como um projeto de extensão universitária, mas como um modelo de tecnologia social replicável, capaz de inspirar políticas públicas e iniciativas privadas voltadas à preservação dos recursos hídricos e à promoção da sustentabilidade urbana.

Agradecimentos

O Grupo PET Engenharia Mecânica da FEG/UNESP agradece à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio institucional ao Programa de Educação Tutorial (PET). Estende-se o agradecimento à Prefeitura Municipal de Guaratinguetá e à SAEG pela cooperação técnica e operacional, bem como ao CREA-SP pelo fomento concedido por meio do edital de 2025, que viabilizou a expansão do projeto Green PET. O grupo também reconhece a parceria da AGEA, da Cooperativa Amigos do Lixo e das empresas Salus e O2Eco, cujo apoio tem sido essencial para o avanço das ações ambientais e de educação sustentável na região.

Referências

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 22 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 11.180, de 23 de setembro de 2005. Institui o Programa de Educação Tutorial (PET). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 set. 2005. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br>. Acesso em: 22 set. 2025.

EGGER, M.; HENDRIKS, L.; BRUCH, C.; SLAT, B. Evaluating the environmental impact of cleaning the North Pacific Garbage Patch. Scientific Reports, v. 15, n. 9502, p. 1–13, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-00619-w>. Acesso em: 22 set. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARATINGUETÁ. PLANSAN – Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 2023. Disponível em: <https://www.saeg.net.br/wp-content/uploads/2023/09/PLANSAN-Plano-Municipal-Integrado-de-Sanemaento-Basico-do-Municipio-de-Guaratingueta.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.

UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2024. New York: United Nations, 2024. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>. Acesso em: 22 set. 2025.

O2ECO. Tecnologia de biorremediação aquática com microbactérias benéficas. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.o2eco.com.br>. Acesso em: 26 set. 2025.