ReGeo ISSN: 2177-3246

ECO-ESCOLA: EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA GERAÇÃO DE IDEIAS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

ECO-SCHOOL: ENTREPRENEURSHIP, INNOVATION, AND TECHNOLOGY IN THE GENERATION OF SUSTAINABLE IDEAS AND SOLUTIONS

ESCUELA ECOLÓGICA: EMPRENDIMIENTO, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA EN LA GENERACIÓN DE IDEAS Y SOLUCIONES SOSTENIBLES

https://doi.org/10.56238/revgeov17n9-127

Data de submissão: 21/08/2026 **Data de publicação:** 21/09/2026

Alan Dhoni Garcia do Nascimento
Graduando de Educação do Campo
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Anelise Kologeski
Doutoranda
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
E-mail: anelise.kologeski@ufrgs.br

José Vicente Lima Robaina
Prof. Dr. Adjunto
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
E-mail: joserobaina1326@gmail.com

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo promover a compreensão e a aplicação de metodologias e técnicas destinadas a mitigar a degradação ambiental, a contaminação do solo e a poluição das águas e de seus mananciais, bem como diminuir os efeitos do excesso de poluição e de lixo em áreas urbanas, por meio da confecção de blocos de concreto sustentáveis produzidos com polímeros e resíduos da indústria madeireira e de celulose. Para tanto, foram confeccionadas caixas coletoras inteligentes direcionadas à diminuição do acúmulo de dejetos e poluentes que agravavam alagamentos, enchentes e a proliferação de doenças que ameaçavam a vida humana e animal, bem como a biodiversidade, já que tais dejetos permanecem por centenas de anos no meio natural até serem decompostos. O trabalho evidenciou a importância da instalação dessas caixas coletoras, para as quais os resíduos passaram a ser redirecionados, minimizando impactos e promovendo o uso sustentável de materiais que, de outro modo, seriam descartados ou mal aproveitados, contribuindo para a conscientização ambiental e para a gestão adequada desses insumos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Inovação. Tecnologia. Educação Ambiental. Reaproveitamento de Resíduos.

ABSTRACT

This study aimed to promote the understanding and application of methodologies and techniques intended to mitigate environmental degradation, soil contamination, and water pollution, as well as to reduce the effects of excess waste and pollution in urban areas, through the production of sustainable concrete blocks made with polymers and residues from the timber and pulp industries. To this end, intelligent collection boxes were built to reduce the accumulation of waste and pollutants that intensified flooding and the spread of diseases threatening human and animal life, as well as

biodiversity, given that such waste remains in the natural environment for hundreds of years before decomposing. The study highlighted the importance of installing these collection boxes, to which such residues were redirected, minimizing impacts and promoting the sustainable use of materials that would otherwise have been discarded or poorly managed, thereby fostering environmental awareness and the proper management of these resources.

Keywords: Sustainability. Innovation. Technology. Environmental Education. Waste Reuse.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo promover la comprensión y aplicación de metodologías y técnicas diseñadas para mitigar la degradación ambiental, la contaminación del suelo y la contaminación del agua y sus fuentes, así como reducir los efectos del exceso de contaminación y residuos en áreas urbanas, mediante la producción de bloques de hormigón sostenibles elaborados con polímeros y residuos de las industrias de la madera y la pulpa. Para ello, se crearon contenedores de recogida inteligentes que reducen la acumulación de residuos y contaminantes que agravan las inundaciones y la proliferación de enfermedades que amenazan la vida humana y animal, así como la biodiversidad, ya que dichos residuos permanecen en el medio ambiente natural durante cientos de años hasta su descomposición. El trabajo destacó la importancia de instalar estos contenedores, a los que se redirigen los residuos, minimizando los impactos y promoviendo el uso sostenible de materiales que de otro modo se desecharían o se utilizarían de forma inadecuada, contribuyendo a la conciencia ambiental y a la gestión adecuada de estos recursos.

Palabras clave: Sostenibilidad. Innovación. Tecnología. Educación Ambiental. Reciclaje de Residuos.

1 INTRODUÇÃO

Quando se pensava em cidades, nem sempre era possível observar a complexidade e as dificuldades em manter e gerenciar seus sistemas, bem como sua organização e o bem-estar de seus moradores. O avanço do processo de globalização e a ocupação desenfreada dos centros urbanos trouxeram à tona diversos desafios, entre eles a impermeabilização excessiva do solo por meio do concreto e do asfalto, o acúmulo de lixo e a poluição dos diversos ambientes que, outrora, serviam de contenção, evitando a sedimentação e a erosão por meio da infiltração natural, que funcionava como um filtro protetor. Com o desmatamento e a urbanização, tais ambientes passaram a ser alterados, modificando as características do solo e o caminho das águas, direcionando boa parte desse recurso a galerias pluviais, bueiros e bocas de lobo, que passaram a funcionar como ralos de ruas nos quais escoavam as águas das chuvas e, em alguns casos, até mesmo os esgotos sanitários, o que poluía os rios e seus afluentes.

Por mais que se esforçassem, os serviços de limpeza urbana não conseguiam dar conta da demanda vinculada ao descarte inadequado desses resíduos nas redes de drenagem, especialmente em períodos de chuva, o que inevitavelmente gerava alagamentos e enxurradas, causando danos ambientais e riscos à saúde pública por meio do entupimento dos bueiros por resíduos de pequeno volume, tais como papéis de bala, bitucas de cigarro e sacolas plásticas, o que impedia o escoamento adequado e, consequentemente, agravava os problemas já mencionados. Para se ter uma ideia, somente durante o período das cheias de 2024, a prefeitura de Porto Alegre recolheu cerca de 180 mil toneladas de resíduos deixados pelas águas, ao custo aproximado de R$ 200 milhões e com o envolvimento de cerca de quatro mil trabalhadores da limpeza urbana (Vilela, 2024).

Quando se consideravam os impactos totais no estado, o prejuízo financeiro chegou a um montante estimado em R$ 88,9 bilhões, sendo recolhidas aproximadamente 180 mil toneladas de resíduos, boa parte deles em galerias e bueiros das cidades atingidas, o que sobrecarregou o sistema de coleta e expôs a vulnerabilidade dos sistemas de drenagem e captação das águas pluviais. Segundo a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, a Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, possuía área de 2.919 km² e população estimada de 1.344.982 habitantes em 2020, sendo 1.324.782 habitantes em áreas urbanas e 20.199 habitantes em áreas rurais (SEMA, 2026). Esses habitantes, provenientes de cidades como Guaíba, Canoas, Eldorado do Sul, Porto Alegre e inúmeras outras, foram diretamente afetados pelas grandes cheias ocorridas em maio de 2024, que resultaram em enchentes de grandes proporções. O relatório da Defesa Civil do Estado registrou que 478 das 497 cidades gaúchas foram afetadas pelas tempestades, o equivalente a 96,17% do total (RIO GRANDE DO SUL, 2024).

A partir desses dados e da localização geográfica da cidade, começou-se a elaborar estratégias e planos de ação que pudessem diminuir ou mesmo evitar tais impactos, sendo essas ideias debatidas e trabalhadas dentro da escola com os alunos dos anos finais do ensino fundamental, a saber, 8º e 9º anos. E, assim, formulou-se a seguinte questão norteadora do trabalho: Como diminuir os impactos gerados pelo acúmulo de lixo urbano em vias públicas, que impede o escoamento superficial e entope galerias e caixas de coleta conhecidas como bocas de lobo?

Considerando os grandes impactos econômicos, sociais e culturais relacionados à poluição e ao descarte inadequado de resíduos, este projeto teve como objetivo mitigar tais efeitos por meio da exploração de metodologias e recursos tecnológicos destinados a minimizar os efeitos das alterações ambientais de origem antrópica e a contribuir para uma educação ambiental que utilizasse metodologias científicas voltadas à redução dos impactos gerados pelas mudanças climáticas e pelas alterações dos meios naturais.

2 DESENVOLVIMENTO

A relevância da educação ambiental não era um conceito novo na sociedade; porém, nos anos anteriores ao desenvolvimento deste projeto, observava-se uma crescente inclusão desse conceito, bem como de suas metodologias e ações, nas práticas pedagógicas. As demandas globais decorrentes da industrialização em larga escala e do esgotamento dos recursos naturais, como solo, recursos hídricos e atmosféricos, tornavam imperativo o engajamento social em novas práticas de produção. Nesse sentido, cabia aos governos estabelecer diretrizes e planos de ação voltados ao uso sustentável dos recursos naturais, uma vez que cada cidadão deveria desempenhar seu papel na busca pelo uso responsável desses recursos, não apenas por meio de ações isoladas, mas principalmente por meio de iniciativas coletivas de conscientização e sensibilidade ambiental. Nesse contexto, a escola emergia como agente fundamental, responsável por semear novas atitudes e práticas voltadas ao bem-estar e à qualidade da educação, sendo a interdisciplinaridade um fator central para a efetividade da educação ambiental no espaço escolar, tanto em seu caráter formal quanto não formal (Silva; Silva, 2020).

Partindo desse princípio, foi proposto, naquele ano, um projeto no contraturno escolar com o intuito de desenvolver o conhecimento e a sensibilização, bem como fomentar a capacidade crítica e criativa dos estudantes da Escola Nossa Senhora do Livramento em temas relacionados à conscientização ambiental e às tecnologias inovadoras. O projeto alinhava-se ao conceito das Eco-Escolas, visto que a Escola Nossa Senhora do Livramento passou a engajar-se na rede mundial de eco-escolas do IAR (Instituto Ambientes em Rede), operador nacional, desde 2008, do Programa Eco-Escolas da Foundation for Environmental Education (FEE), maior programa global de escolas

sustentáveis, presente em mais de oitenta países (PROGRAMA ECO-ESCOLAS, 2026). A escola ainda se encontrava em processo de adequação e consolidação legal junto ao IAR, ao qual almejava vincular-se como parte de uma rede global de educadores e alunos que não apenas se preocupavam com o meio ambiente, mas o incorporavam proativamente ao cerne do que define uma educação de qualidade, preparando comunidades para moldar o mundo em que viviam.

Da mesma forma, a escola despontava como pioneira ao incorporar, em seu currículo, de forma interdisciplinar, o Clube de Ciências, principal associado à UFRGS, programa de extensão vinculado aos Clubes de Ciências do Campo (CCC), iniciativa que articula ensino, pesquisa e extensão em escolas rurais do Rio Grande do Sul e que se destaca, na literatura da área, por sua contribuição à alfabetização científica de estudantes e professores do campo (Sousa *et al.*, 2021). Sua proposição fundamental era construir e compartilhar conhecimentos científicos no contexto do campo, promovendo a alfabetização científica e a cidadania entre estudantes e professores de escolas rurais. O programa iniciou suas atividades em 2015 e completou dez anos de existência em 2025. O vínculo acadêmico estava conectado ao Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação do Campo e Ciências da Natureza, vinculado à Faculdade de Educação (FACED) da UFRGS. Em suas atividades, o programa realizava oficinas, mentoria científica e projetos de investigação que buscavam capacitar e trazer à tona o conhecimento significativo para a realidade dos alunos.

Da mesma forma, passou-se a desenvolver métodos para melhor perceber e sentir a comunidade por meio de uma pesquisa-ação inserida no âmbito da educação ambiental, como parte de uma proposta pedagógica que trazia à tona a realidade local vinculada ao espaço educativo, utilizado como instrumento dentro dos conceitos da pedagogia da alternância, prática já consolidada em experiências de educação do campo (Sousa *et al.*, 2021), em que ocorriam imersões práticas nos territórios de vivência, contextualizando, catalogando e mapeando os elementos a serem estudados, tanto materiais quanto imateriais, visando à interpretação de fatos e características que pudessem ser direcionadas ao fortalecimento e à transformação de uma educação mais humana, crítica e inclusiva, a partir de elementos que fizessem sentido dentro da característica social, histórica e educativa de cada comunidade estudada. Assim, esses levantamentos deviam ser compreendidos como algo que não se limitava apenas à infraestrutura física, mas que buscava identificar o "território educativo" em suas múltiplas dimensões.

As construções coletivas e os estudos faziam parte das diretrizes pedagógicas das Eco-Escolas, alinhadas às características e especificidades de cada região, pois, segundo D'Ambrosio (2019), seria um grande equívoco na educação quando um professor não conhecesse o ambiente cultural dos estudantes, deixando de tomar como referência sua cultura, seu ambiente e suas experiências. Assim,

a pesquisa-ação mostrava-se como o meio ou instrumento utilizado para obter as ferramentas necessárias para compreender as reais necessidades da comunidade escolar e, assim, incorporar sentidos e agregar conhecimentos para a construção de um modelo educativo voltado aos valores e à pedagogia construtiva e crítica adaptada à realidade local. Essa pesquisa-ação foi realizada a partir de estudos e levantamentos com base em dados coletados na comunidade do bairro São Jorge/Passo Fundo, na cidade de Guaíba, tendo a Escola Nossa Senhora do Livramento (EMEF) como objeto de estudo, juntamente com seu entorno e sua realidade.

2.1 SÃO JORGE/PASSO FUNDO

A história do bairro estava ligada à própria história da cidade, estando este localizado na região extremo-sul do município. Inicialmente com características rurais, o bairro evoluiu de uma área de loteamentos com poucas casas de madeira e estradas de chão batido para uma região residencial em processo de estruturação urbana. Possuía poucas ruas pavimentadas e havia recentemente concluído sua estrutura de captação de esgoto cloacal e pluvial. Possuía três escolas em funcionamento e uma em processo de construção: a Escola Estadual de Ensino Médio Izaura Ibanez Paiva, que atendia cerca de 359 alunos; a EMEI Três Patinhos, localizada na rua Mariana Pimentel, que atendia aproximadamente trezentas crianças; e uma nova EMEI em construção, com capacidade esperada para outras trezentas crianças. Quanto à EMEF Nossa Senhora do Livramento, localizada no bairro Passo Fundo, em Guaíba-RS, foi municipalizada em 2025. A instituição atendia cerca de 400 crianças e adolescentes, do 1º ao 9º ano, além de disponibilizar a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Anteriormente estadual, a escola passou a integrar a rede municipal, contribuindo com a qualidade de ensino com foco na comunidade, estando localizada na rua Eldorado, 398, no bairro Passo Fundo, Guaíba-RS. Etapas de ensino: Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais) e EJA.

Esses espaços educativos buscavam suprir o aumento vertiginoso da população local nos anos anteriores, decorrente da criação de novos loteamentos que praticamente triplicaram a densidade demográfica da região. Antes rural e isolado, o bairro passou a ser cercado por outros quatro loteamentos planejados, a saber: Jardim das Araucárias I, II e III, e Recanto dos Pássaros, com ruas interligadas a eles, o que aumentou consideravelmente o fluxo de pessoas e veículos e estimulou o comércio local. Para se ter uma ideia, a população local era estimada entre sete e oito mil pessoas até 2015. Com os empreendimentos realizados, foram construídas cerca de 300 moradias em cada um dos novos loteamentos entregues, o que resultou em um número aproximado de 1.200 novas moradias. Considerando uma média de quatro pessoas por família, chegava-se a um número aproximado de cinco mil pessoas que passaram a habitar essa região na última década, o que proporcionou maior visibilidade

e valorização imobiliária, mas também trouxe sobrecarga a todos os sistemas, sejam eles vinculados à saúde, à educação, ao transporte e à mobilidade, bem como a estruturas básicas como o esgoto e a captação pluvial. Naquele momento, uma nova via de acesso estava sendo construída para facilitar e desafogar o trânsito local, garantindo acesso à BR-116; para isso, estavam sendo realizadas obras de canalização, por meio de galerias, de parte do arroio Passo Fundo, que corta o bairro, além da construção de uma ponte e de uma estrada de acesso.

A interligação dos bairros alterou a dinâmica local, trazendo pontos positivos e negativos, característica dos processos de urbanização que ocorrem em diversas regiões do país. Esse fenômeno deveria ser observado e planejado de maneira adequada, por meio de planos diretores elaborados por profissionais competentes e comprometidos em mitigar possíveis danos ou falhas nesses processos de ocupação urbana. Esse aumento desproporcional de urbanização e crescimento demográfico ampliou a geração de lixo, que passou a estar mais presente no cotidiano das pessoas. Percebeu-se que muitas famílias do entorno escolar obtinham seu sustento por meio da reciclagem, conduzindo materiais a galpões próprios para esse fim, um dos quais estava posicionado praticamente em frente à escola. O processo de coleta e separação de material destinava parte do lixo a esses galpões; porém, nem todo material tinha o mesmo destino, sendo o restante descartado de maneira imprópria, o que causava sérios problemas ao meio ambiente e à saúde humana e animal.

Naquele contexto, esse crescimento era acentuado e acarretava problemas ambientais e sociais. No Brasil, estimava-se que entre 800 mil e um milhão de pessoas trabalhassem como catadores de materiais recicláveis, desempenhando papel fundamental na cadeia de reciclagem, responsáveis por cerca de 90% de todo o material reciclado no país (MNCR, 2026). A crescente produção de lixo estava diretamente ligada ao modo de vida da sociedade capitalista, que estimulava o consumo constante e a cultura do descartável. Nesse contexto, os produtos eram feitos para durar menos tempo, criando a necessidade de substituição contínua, o que fazia com que aquilo que ainda poderia ser útil fosse descartado rapidamente, aumentando a quantidade de resíduos e reforçando um ciclo de consumo excessivo.

Além disso, essa lógica de consumo estava relacionada às desigualdades sociais: enquanto grupos com maior poder aquisitivo descartavam materiais com potencial de reutilização, populações mais vulneráveis acabavam dependendo desses resíduos para sobreviver (MNCR, 2026). Assim, o problema do lixo não era apenas ambiental, mas também social, refletindo um modelo de sociedade desigual, em que o excesso de uns contrastava com a falta de outros. A partir desses elementos e das realidades que circundavam a escola, passou-se a interpretar esses dados e a buscar alternativas que pudessem mitigar os problemas do entorno, vinculando essas ações ao contexto social, econômico,

ambiental e cultural do meio em que se convivia, por meio do reaproveitamento de materiais que seriam descartados e da busca por uma solução para os problemas relacionados à captação e ao direcionamento das águas pluviais, evitando assim o entupimento de caixas coletoras e redes de distribuição de esgoto da região.

Assim, surgiu a oficina do projeto Eco-Escola, tendo como tema o empreendedorismo, a inovação e a tecnologia na geração de ideias e soluções sustentáveis, inicialmente direcionada aos alunos do 8º e do 9º ano e, posteriormente, estendida às demais turmas dos anos finais do ensino fundamental. Durante as primeiras aulas, foram abordados conceitos e práticas que visavam despertar o conhecimento e a necessidade de buscar alternativas menos prejudiciais ao uso dos recursos naturais, considerando que os processos industriais e do agronegócio avançavam em ritmo superior ao da regeneração natural. A acelerada produção e o descarte desses produtos causavam sérias consequências, sendo o lixo o item que deveria ser gerenciado e descartado de maneira adequada, passando a ser transformado de problema em solução por meio de medidas e ações estudadas ao longo do projeto.

Conforme orientação de Dias (2003 *apud* Morais, 2017), era necessário propor meios que permitissem o desenvolvimento respeitando o tempo de que a natureza necessita para se recuperar. Com base em Freire (1970 apud MORAIS, 2017), era essencial adotar uma práxis em educação ambiental. Segundo Guimarães (1995 *apud* Morais, 2017), esse objetivo deveria ser alcançado coletivamente, envolvendo todos os membros da sociedade, uma vez que todos tinham a responsabilidade de contribuir para esse trabalho socialmente relevante. Assim, passou-se a estudar a região por meio de observações (inventário), com o intuito de identificar as maiores dificuldades relacionadas à comunidade escolar e ao entorno; após debates e reflexões, percebeu-se que o descarte irregular do lixo era um problema latente. Da mesma forma, percebeu-se que muitas pessoas da comunidade viviam da coleta de materiais recicláveis, como garrafas plásticas, alumínio e papelão, descartados nas ruas de maneira imprópria, contribuindo para a poluição do arroio que corta o bairro (Arroio Passo Fundo) e gerando problemas nas redes de esgoto e nas caixas pluviais, com sério impacto no escoamento e na captação da água da chuva.

Pensando nisso, passou-se a pesquisar formas e alternativas para desenvolver um objeto de estudo capaz de mitigar tais problemas, e, após o levantamento de dados, surgiu a ideia de produzir uma caixa coletora sustentável e inteligente, confeccionada com material reciclado oriundo desses resíduos e também com material proveniente da indústria madeireira ou de fábricas de celulose, matriz produtiva muito difundida na região. Essa caixa seria produzida com blocos de concreto utilizando percentuais de polímeros oriundos de material coletado (garrafas PET) e sobras de serragem

provenientes das indústrias de celulose. O uso do polipropileno no concreto já vinha sendo empregado na engenharia havia algum tempo, embora ainda pouco difundido, funcionando como substituto do agregado miúdo na produção do concreto. O consumo de cimento no Brasil, que se manteve na casa de dezenas de milhões de toneladas anuais no início da década de 2020 (ABCP, 2021), evidenciava a necessidade de práticas mais sustentáveis para minimizar os impactos ambientais.

Da mesma forma, o uso da serragem no concreto era entendido como alternativa sustentável e de baixo custo, sendo indicado para peças pré-moldadas não estruturais, blocos de vedação, argamassas decorativas e vasos, atuando como agregado leve (Barutti; Araújo; Altoé, 2019). A serragem, ou pó de serra, é uma substância orgânica obtida a partir do corte, da moagem, da perfuração ou da raspagem da madeira, por meio de serra ou de qualquer outra ferramenta de corte usada em serrarias, fábricas ou atividades domésticas; dependendo das dimensões da ferramenta empregada, gerava-se uma variedade de formatos e tamanhos de resíduo. Segundo estudos sobre o uso de fibras naturais na construção civil, as fibras vegetais possuem baixo módulo de elasticidade e elevada resistência à tração, e sua utilização como reforço proporciona às matrizes cimentícias maior resistência ao impacto, causada pela absorção de energia, possibilidade de trabalho no estágio pós-fissurado e aumento na capacidade de isolamento termoacústico (Ferreira; Lima; Siqueira, 2024). Já a madeira da espécie Pinus, pertencente à família das coníferas, apresenta elementos anatômicos que se distinguem em duas formações básicas, os traqueídes e os raios medulares; os traqueídes podem constituir até 95% da madeira das coníferas e têm a função de depositar substâncias polimerizadas, conferindo resistência mecânica ao material (Mayard *et al.*, 2022).

Assim, o projeto buscou reaproveitar resíduos de polietileno e serragem, bem como tampas de garrafas PET e outros recipientes, para atuarem como aglomerantes, promovendo vantagens econômicas e ambientais. A incorporação de fibras poliméricas ao concreto reduz a geração de resíduos sólidos urbanos e pode garantir propriedades mecânicas equivalentes ou superiores às do concreto convencional, sendo que esse material passa por etapas de coleta, limpeza e processamento (Santiago *et al.*, 2023). Após a definição dos materiais a serem utilizados, foram produzidos moldes de madeira para a confecção dos blocos, com pinus e canos de PVC, processo realizado semanalmente por alunos nas dependências da escola. Também foi adquirido um macaco hidráulico, fixado em uma estrutura de metalon, com o objetivo de pressionar e moldar o concreto dentro dos moldes, garantindo uniformidade e compactação adequada e evitando bolsas de ar ou outros elementos que pudessem comprometer a resistência do bloco. Essa prensa artesanal foi de grande importância para o êxito do projeto, utilizando uma roda de ferro automotiva e uma estrutura tubular de metalon, à qual foi fixado o macaco hidráulico para pressionar o concreto dentro do molde. Um gradil foi fixado na entrada da caixa coletora, bem

como um gradil interno, com a função de conter detritos. Também foi projetado um compartimento para controle de pragas, adaptando a caixa coletora às necessidades de captação e retenção do lixo, bem como ao controle de insetos.

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados na pesquisa foram cuidadosamente selecionados para garantir a qualidade do concreto produzido:

a) polipropileno (matéria-prima): obtido a partir de doações da comunidade, incluindo tampas de garrafas e outros produtos plásticos;
b) agregado graúdo (brita): utilizado conforme normas técnicas, para garantir a resistência do concreto;
c) água potável: necessária para a hidratação do cimento e o processamento do concreto;
d) cimento Portland (CP II-F-32): utilizado na mistura para garantir a resistência adequada do concreto;
e) equipamentos de proteção individual (EPIs): luvas, óculos, máscaras, calçados fechados e jalecos, para garantir a segurança durante o manuseio dos materiais;
f) serragem: utilizada como agregado, obtida por meio de parcerias com empresas locais;
g) metalon: utilizado como base para a estrutura e a fixação do macaco hidráulico;
h) canos de PVC: utilizados para confeccionar os moldes em formato de encaixe (“lego”), de modo que os blocos prontos pudessem se encaixar;
i) macaco hidráulico;
j) grelha ou tela para a caixa coletora;
k) madeira em pinus para a fabricação dos moldes.

3.2 EQUIPAMENTOS

Os seguintes equipamentos foram utilizados:

a) polipropileno triturado, para a redução da granulometria;
b) peneiras de malhas variadas, para classificação granulométrica do material;
c) balança analítica, para medições precisas das proporções dos materiais;
d) moldes tubulares, para moldagem das amostras de concreto;
e) óleo de lubrificação de moldes, para facilitar a desmoldagem das amostras;
f) prensa de fragmentação, para a avaliação da resistência das amostras.

Vale ressaltar que o desenvolvimento das pesquisas bibliográficas e das metodologias foi realizado no contraturno escolar, às quintas-feiras, assim como as experimentações e a montagem dos materiais utilizados. Diariamente, esses processos eram observados e registrados em diários de bordo, o que facilitou a compreensão e os ajustes das proporções dos materiais empregados. Todos esses processos foram realizados sob a supervisão dos professores orientadores, visando à melhor compreensão e à segurança dos estudantes envolvidos, atestando as aferições, as medições e as quantificações dos materiais utilizados, já que variações de temperatura e umidade poderiam alterar química e fisicamente o resultado esperado quanto à maturação dos blocos produzidos. Embora a ciência, tradicionalmente, tenha sido definida como um processo permanente de busca da verdade, de sinalização sistemática de erros e de correções, predominantemente racional, ela também podia ser entendida como uma construção que revela as suposições acerca daquilo que se estava construindo (Vergara, 1997 *apud* Morais, 2017). Os resultados preliminares confirmaram que o concreto produzido com polipropileno atendia às normas técnicas de resistência à elasticidade, à flexão e à tração. Este artigo descreveu os métodos utilizados, os resultados práticos e as implicações para a engenharia civil, enfatizando a importância da inovação e da sustentabilidade.

4 CONCLUSÃO

O presente projeto demonstrou que era possível aliar educação ambiental, inovação tecnológica e empreendedorismo social para enfrentar problemas concretos da realidade local. A partir de uma pesquisa-ação realizada no bairro Passo Fundo, em Guaíba/RS, identificou-se que o acúmulo de resíduos sólidos em vias públicas e galerias pluviais constituía um dos principais fatores agravantes dos alagamentos e das enchentes na região, problema intensificado pelo crescimento demográfico desordenado e pela impermeabilização do solo.

Como resposta a essa questão-problema, desenvolveu-se um protótipo de caixa coletora inteligente, confeccionada com blocos de concreto sustentável produzidos a partir de materiais previamente descartados: polímeros (garrafas e tampas PET) e resíduos da indústria madeireira e de celulose (serragem de pinus). Os testes empíricos realizados com os blocos, utilizando uma prensa hidráulica artesanal e moldes desenvolvidos pelos próprios alunos, indicaram que o material apresentava resistência mecânica viável para peças não estruturais, além de vantagens ambientais significativas, como a redução do descarte irregular e o reaproveitamento de resíduos que levariam centenas de anos para se decompor na natureza.

Além disso, o projeto contribuiu para a formação crítica e cidadã dos estudantes do 8º e do 9º ano, que passaram a compreender seu papel ativo na transformação da realidade comunitária por meio

da ciência, da tecnologia e da inovação sustentável. A iniciativa também fortaleceu parcerias com catadores de materiais recicláveis, indústrias da região e a própria comunidade escolar, consolidando os princípios do programa Eco-Escola e do Clube de Ciências vinculado à UFRGS.

Concluiu-se, portanto, que a proposta alcançou seus objetivos ao apresentar uma solução viável, de baixo custo e replicável, para a mitigação dos impactos do acúmulo de lixo urbano nos sistemas de drenagem, promovendo, ao mesmo tempo, uma efetiva conscientização ambiental e a gestão sustentável de resíduos sólidos.

Ao final deste trabalho, mais do que blocos de concreto ou protótipos de caixas coletoras, consolidou-se uma nova maneira de compreender o mundo. Este projeto convidou a transcender a visão imediatista e fragmentada dos problemas urbanos, em favor de uma perspectiva sistêmica, ecológica e profundamente humana.

A sociedade capitalista contemporânea ensinou a ver o lixo como um fim, algo sujo e inútil que deveria ser escondido. No entanto, ao longo desta pesquisa, aprendeu-se uma lição contraintuitiva: no resíduo residia o começo. As tampas PET que entupiam bueiros e as serragens descartadas pelas indústrias deixaram de ser símbolos de degradação para se tornarem matéria-prima de soluções. Essa mudança de olhar constituía o cerne da inovação sustentável: perceber que aquilo que se descartava era, na verdade, um recurso fora do lugar. O verdadeiro “lixo” não era o plástico ou a madeira, mas a ausência de inteligência coletiva para reinseri-los no ciclo produtivo.

Vivia-se em cidades que se orgulhavam de sua impermeabilidade, com asfaltos e calçadas que selavam o solo e silenciavam os rios. O projeto denunciou, de forma prática, essa contradição do desenvolvimento. Ao propor blocos que incorporavam resíduos e que se destinavam a conter outros resíduos, questionou-se o modelo de urbanização que transformava a natureza em inimiga, no caso das enchentes, em vez de aliada, no caso da infiltração natural. A caixa coletora inteligente não era apenas um artefato de engenharia; era um símbolo de que era possível construir cidades mais porosas, abertas a novas ideias, à colaboração comunitária e ao ciclo da vida.

Este trabalho não poderia ter sido realizado em um laboratório isolado da realidade. Nasceu das enchentes de 2024, das conversas com catadores, das caminhadas pelas ruas de chão batido do bairro Passo Fundo. Essa imersão ensinou que a educação ambiental eficaz não era apenas aquela que informava, mas aquela que sensibilizava. Ao conhecer de perto famílias que sobreviviam da reciclagem e que, ao mesmo tempo, sofriam com os alagamentos causados pelo lixo, os alunos compreenderam a contradição entre desigualdade social e degradação ambiental, realidade também documentada pelas entidades que representam essa categoria de trabalhadores no país (MNCR, 2026). Dessa forma, a educação tornou-se um compromisso com o território e com a comunidade que a acolhia.

Distante de qualquer visão puramente tecnicista, a prensa hidráulica feita com rodas de carro e metalon, os moldes de PVC e madeira, e os blocos prensados manualmente representaram uma tecnologia social apropriada: artesanal, replicável e de baixo custo, mas não menos eficaz. Ela devolveu à comunidade o protagonismo sobre suas próprias soluções, demonstrando que não era preciso esperar por grandes corporações ou pelo poder público para agir. A inovação genuína residia na capacidade de transformar a adversidade, entre ela a falta de recursos e a escassez de material, em criatividade.

Nesse sentido, cabe lembrar uma reflexão amplamente atribuída a Albert Einstein sobre os propósitos da educação, segundo a qual não bastaria ensinar a alguém uma especialidade técnica, sob risco de torná-lo apenas uma ferramenta útil e não uma personalidade plena, sendo necessário que a pessoa desenvolvesse também um senso prático daquilo que vale a pena ser buscado, do que é belo e do que é moralmente correto.

Assim, os verdadeiros frutos desta pesquisa não estavam apenas nos blocos produzidos, mas nos jovens que passaram a pensar de forma mais complexa, nos professores que ensinaram tendo a realidade como texto, e na comunidade que passou a perceber que o futuro sustentável não era um destino distante, mas uma construção diária, tijolo por tijolo, ideia por ideia, cuidado por cuidado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados obtidos tenham sido amplamente positivos, algumas limitações e desafios devem ser registrados para aperfeiçoamentos futuros.

Primeiramente, as condições de produção artesanal dos blocos, utilizando uma prensa hidráulica adaptada e moldes manuais, impunham limites à uniformidade e à escala de produção. Em um cenário ideal, recomenda-se a realização de testes laboratoriais complementares, como ensaios de compressão axial, absorção capilar e durabilidade frente a ciclos de molhagem e secagem, a fim de validar tecnicamente os blocos segundo as normas da ABNT.

Em segundo lugar, a logística de coleta, triagem e processamento dos polímeros e da serragem demanda tempo e organização. Para que a solução possa ser replicada em outras escolas ou comunidades, seria necessário desenvolver um sistema de governança local que envolva cooperativas de catadores, poder público e iniciativa privada, garantindo o abastecimento contínuo dos insumos e a destinação adequada das caixas coletoras ao final de sua vida útil.

Outro ponto relevante é a necessidade de avaliação do impacto a médio e longo prazo. Sugere-se, como desdobramento do projeto, o monitoramento de um trecho piloto do bairro Passo Fundo, no qual as caixas coletoras venham a ser instaladas, medindo-se indicadores como a redução de

entupimentos em bueiros, a diminuição de pontos de alagamento e o volume de resíduos efetivamente retidos e reaproveitados.

Por fim, o projeto reafirma o papel transformador da escola como espaço de produção de conhecimento significativo e articulado com a vida. Ao integrar conceitos de química, física, matemática, biologia e ciências sociais em uma ação prática e orientada à solução de problemas reais, a EMEF Nossa Senhora do Livramento consolidou seu compromisso com uma educação ambiental crítica, interdisciplinar e comprometida com a construção de comunidades mais justas, saudáveis e sustentáveis.

Que este trabalho inspire outras escolas a enxergar no lixo não um fim, mas um começo; não um problema, mas uma matéria-prima para a transformação social e ambiental.

REFERÊNCIAS

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Vendas de cimento crescem 6,6% em 2021**. São Paulo, 12 jan. 2022. Disponível em: https://abcp.org.br/vendas-de-cimento-crescem-66-em-2021/. Acesso em: 01 set. 2026.

BARUTTI, Amanda Natasha Rossato; ARAÚJO, João Vitor Pires de; ALTOÉ, Silvia Paula Sossai. Reaproveitamento do resíduo pó de serra na construção civil: aplicação em enchimento de lajes pré-fabricadas. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 123-134, 2019. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/ret/it/article/view/13037. Acesso em: 01 set. 2026.

BRASIL. Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim de danos**: enchentes de maio de 2024. Porto Alegre: Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: https://www.defesacivil.rs.gov.br. Acesso em: 13 set. 2026.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

FERREIRA, Celina Lísia da Costa; LIMA, Laura Brito; SIQUEIRA, Ronaldo Alves. Avaliação do desempenho de fibras naturais em compósitos para construção civil no Brasil: sustentabilidade e inovação. Revista FT, Rio de Janeiro, v. 29, n. 140, nov. 2024. DOI: https://doi.org/10.69849/revistaft/cs10202411301032. Disponível em: https://revistaft.com.br/avaliacao-do-desempenho-de-fibras-naturais-em-compositos-para-construcao-civil-no-brasil-sustentabilidade-e-inovacao/. Acesso em: 05 set. 2026.

IAR – INSTITUTO AMBIENTES EM REDE. **Programa Eco-Escolas**: sobre o programa. [S. l.], 2026. Disponível em: https://www.ecoescolas.org.br/sobre-o-programa-eco-escolas/. Acesso em: 10 set. 2026.

MAYARD, Raynord; SEGUNDINHO, Pedro Gutemberg de Alcântara; SANTOS, Lorenzo Lube dos; GONÇALVES, Fabricio Gomes; SILVA, João Gabriel Missia da. Influência dos anéis de crescimento nas propriedades mecânicas da madeira de Pinus. **Madera y Bosques**, v. 28, n. 3, e2832364, 2022. DOI: https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832364. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712022000300103&script=sci_abstract. Acesso em: 10 set. 2026.

MNCR – MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. **Quantos catadores existem em atividade no Brasil?**, 1 fev. 2017. Disponível em: https://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil. Acesso em: 05 set. 2026.

MORAIS, Vanessa de Lima; SANDMANN, André. Educação ambiental no contexto escolar: um enfoque interdisciplinar. Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, Medianeira, v. 8, n. 22, e-5079, 2017. DOI: https://doi.org/10.3895/recit.v8.n22.5079. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/recit/article/view/5079. Acesso em: 06 set. 2026.

SANTIAGO, Gabriela Tavares; PELEGRINI, Lago; VOSGNACH, Matheus; ZENI, Mára; CECCONELLO, Vinicio. INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADO EM COMPÓSITO DE CONCRETO. **Encontro Latino-americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (euroELECS)**, *[S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 405–410, 2023. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/euroelecs/article/view/2752. Acesso em: 10 set. 2026.

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO SUL. **G080 – Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba**. Porto Alegre: SEMA, [s. d.]. Disponível em: https://www3.sema.rs.gov.br/g080-bh-guaiba. Acesso em: 01 set. 2026.

SILVA, Camila Castro e; SILVA, Fredson Pereira da. Uma abordagem sobre a importância da interdisciplinaridade no ensino da Educação Ambiental na escola. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 4, p. 57-67, 2020. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.4012294. Disponível em: https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/534. Acesso em: 02 set. 2026.

SOUSA, Nilciane Pinto Ribeiro de; VIANA, Rodney Haulien Oliveira; FERREIRA, Gecilane; NOGUEIRA, Leonardo Cipriano. Clube de ciências: um olhar a partir das teses e dissertações brasileiras. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 9, n. 3, e21079, 2021. DOI: https://doi.org/10.26571/reamec.v9i3.12435. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/12435. Acesso em: 03 set. 2026.

VILELA, Pedro Rafael. Porto Alegre recolhe 180 mil toneladas de resíduos após enchentes. **Agência Brasil**, Porto Alegre, 18 dez. 2024. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-12/porto-alegre-recolhe-180-mil-toneladas-de-residuos-apos-enchentes. Acesso em: 03 set. 2026.