

**PROTOTIPAGEM E LIXEIRA SMART NO 5º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UM TRAÇADO ENTRE A PRÁTICA TECNOLÓGICA E A
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO EM TEMPO INTEGRAL**

**PROTOTYPING AND SMART TRASH CAN IN THE 5TH GRADE OF
ELEMENTARY SCHOOL: A CONNECTION BETWEEN TECHNOLOGICAL
PRACTICE AND ENVIRONMENTAL EDUCATION IN FULL-TIME EDUCATION**

**PROTOTIPADO Y PAPELERA INTELIGENTE EN EL 5º AÑO DE PRIMARIA:
UN TRAZADO ENTRE LA PRÁCTICA TECNOLÓGICA Y LA EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN DE TIEMPO COMPLETO**



10.56238/sevened2026.015-035

Rodrigo Henrique Risso Aires Alves

Mestrando em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

E-mail: rodrigo.aires@ufam.edu.br

Mariana Arinana Canuto Pereira

Doutoranda em Enfermagem

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande

E-mail: marianacanuto2004@gmail.com

Estephanie Guimarães Araújo

Graduada em Licenciatura em Ciências: Biologia e Química

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

E-mail: estephaniea603@gmail.com

Wilson Ramos Martins

Mestrando em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: wilsonmartinspesca@hotmail.com

Diana Lima da Silva

Mestranda em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: dianalima.20011991@gmail.com

Miquele Araújo dos Santos

Mestranda em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: miquelesantos09@gmail.com

Ludimila Souza Oliveira

Mestranda em Ciências Ambientais – Mestre em Geociências
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
E-mail: ludimila.sasaki@gmail.com

Ana Paula Silva Ponce

Mestranda em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
E-mail: annaponcej7@gmail.com

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos no ambiente escolar é frequentemente abordada de forma meramente teórica nas jornadas de ensino. Este estudo analisou o desenvolvimento de um protótipo de lixeira automatizada (Smart), baseado na plataforma Arduino, visando integrar a conscientização ecológica à experimentação digital. A pesquisa-ação de natureza qualitativa foi conduzida no Centro Integrado de Atividades Complementares (CIAC), em Humaitá, Amazonas, no âmbito da "Oficina de Ciências" com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental. A aplicação da cultura *maker* e da prototipagem eletrônica permitiu aos discentes diagnosticar a produção de resíduos em suas salas de aula e propor soluções automatizadas. A construção do artefato fomentou o pensamento crítico sobre sustentabilidade e higiene escolar, demonstrando que a simbiose entre educação ambiental e prática tecnológica potencializou o currículo de tempo integral e promoveu o protagonismo investigativo desde as séries iniciais.

Palavras-chave: Automação Sustentável. Cultura Maker. Gestão de Resíduos. Hardware Livre.

ABSTRACT

Waste management in the school environment is frequently approached in a merely theoretical manner within teaching schedules. This study analyzed the development of an automated (Smart) trash can prototype, based on the Arduino platform, aiming to integrate ecological awareness with digital experimentation. The qualitative action research was conducted at the Centro Integrado de Atividades Complementares (CIAC), in Humaitá, Amazonas, as part of the "Science Workshop" with 5th-grade Elementary School students. The application of maker culture and electronic prototyping allowed students to diagnose waste production in their classrooms and propose automated solutions. The construction of the artifact fostered critical thinking regarding sustainability and school hygiene, demonstrating that the symbiosis between environmental education and technological practice enhanced the full-time curriculum and promoted investigative protagonism from the early grades.

Keywords: Sustainable Automation. Maker Culture. Waste Management. Open-Source Hardware.

RESUMEN

La gestión de residuos sólidos en el entorno escolar es frecuentemente abordada de forma meramente teórica en las jornadas de enseñanza. Este estudio analizó el desarrollo de un prototipo de papelera automatizada (Smart), basado en la plataforma Arduino, con el fin de integrar la concienciación ecológica con la experimentación digital. La investigación-acción de naturaleza cualitativa fue realizada en el Centro Integrado de Actividades Complementares (CIAC), en Humaitá, Amazonas, en el marco del "Taller de Ciencias" con estudiantes de 5º año de Primaria. La aplicación de la cultura

maker y el prototipado electrónico permitió a los discentes diagnosticar la producción de residuos en sus aulas y proponer soluciones automatizadas. La construcción del artefacto fomentó el pensamiento crítico sobre la sostenibilidad y la higiene escolar, demostrando que la simbiosis entre la educación ambiental y la práctica tecnológica potenció el currículo de tiempo completo y promovió el protagonismo investigativo desde las etapas iniciales.

Palabras clave: Automatización Sostenible. Cultura Maker. Gestión de Residuos. Hardware Libre.

1 INTRODUÇÃO

A reconfiguração das matrizes curriculares nas instituições que operam em regime de tempo integral impõe o desafio de consolidar práticas que transcendam a mera extensão temporal das disciplinas tradicionais (Nascimento et al., 2020). Variáveis críticas para a convivência e a higiene coletiva, como a gestão de resíduos sólidos em sala de aula, têm sido historicamente negligenciadas ou tratadas de maneira meramente informativa (Yokota et al., 2010).

A ausência de abordagens práticas sobre o descarte de materiais gera uma compreensão limitada sobre como a tecnologia pode atuar como um agente facilitador da sustentabilidade e da saúde ambiental (Marques, 2018).

Essa lacuna diagnóstica e interventiva é particularmente sensível em contextos escolares da região amazônica onde a relação entre a comunidade e o ambiente exige novas formas de pertencimento e cuidado. Diante deste panorama, a convergência entre a Alfabetização Científica e a Educação Tecnológica emergiu como uma estratégia para ressignificar o espaço educativo por meio do uso de ferramentas de código aberto e da cultura maker.

A transição de um ensino passivo para uma pedagogia da autoria permite que os estudantes deixem de ser apenas consumidores de tecnologia e passem a atuar como projetistas de soluções para o seu próprio território (Silva & Mercado, 2013).

A intervenção ocorreu no Centro Integrado de Atividades Complementares (CIAC), em Humaitá, Amazonas, integrando as atividades da Oficina de Ciências: Educação tecnológica com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental. Pretendeu-se, com este estudo, analisar o processo de concepção e implementação de uma Lixeira Smart, avaliando os desdobramentos dessa práxis na consolidação da consciência ambiental e no protagonismo técnico dos educandos.

Delineou-se um percurso que envolveu a capacitação tecnológica, a simulação virtual e a instrumentação física, culminando na capacidade dos discentes de fundamentar propostas mitigadoras para os desafios de higiene e organização do espaço coletivo escolar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A base desta investigação reside na confluência dialética entre o rigor da análise científica e a resolutividade da intervenção técnica. A Alfabetização Científica e a Educação Tecnológica operam como vetores de significação, estruturando a transição da abstração teórica para a materialidade, onde o artefato automatizado atua como mediador da consciência crítica no cotidiano escolar (Santos & Ghelen, 2021).

2.1 COMPETÊNCIA CIENTÍFICA E A RESSIGNIFICAÇÃO DO CICLO DE RESÍDUOS

O letramento científico transcende a decodificação mnemônica de conceitos, consolidando-se

na mobilização estratégica de saberes para o enfrentamento de dilemas reais (Negreiros & Battani, 2026). No ecossistema escolar, essa dinâmica é vital para que o estudante abandone a inércia cognitiva e se posicione como um examinador metódico da realidade. A alfabetização científica funciona, portanto, como um dispositivo de interpretação da realidade, permitindo que o educando compreenda as variáveis ambientais como sistemas interdependentes que exigem um olhar analítico e instrumental (Ribeiro et al., 2024).

No âmbito da gestão de resíduos, essa perspectiva permite ao aluno desconstruir o gesto mecânico do descarte, inserindo-o na lógica da economia circular e da vigilância sanitária. Ao integrar transdutores e lógica de programação ao debate ecológico, a escola transmuta a higiene em um campo de investigação experimental, fundamentado em diagnósticos precisos e ações deliberadas (Gonçalves et al., 2022). A percepção de que a automação pode atenuar riscos biológicos e otimizar a ergonomia do espaço revela a ciência aplicada como o alicerce de uma sustentabilidade institucional genuína.

2.2 ENGENHARIA DE AUTORIA E A PRÁXIS MAKER NO ENSINO FUNDAMENTAL

A Educação Tecnológica contemporânea propõe uma mudança de paradigma na relação entre o sujeito e a máquina, evoluindo do consumo utilitário para uma postura de engenharia e autoria criativa (Silveira et al., 2026). O objetivo central reside na capacitação do estudante para decifrar a arquitetura lógica e os algoritmos que estruturam a automação moderna, eliminando a opacidade dos sistemas digitais.

A cultura *maker*, impulsionada pelo *hardware* livre, fornece a infraestrutura necessária para que o desenvolvimento cognitivo ocorra por meio da fabricação de artefatos tangíveis com finalidade social (Araújo & Vasconcelos, 2025). A democratização de microcontroladores e plataformas de código aberto possibilita que discentes do 5º ano alcancem níveis de produção técnico-científica outrora restritos a laboratórios de alta especialização (Sommer & Costa, 2025). Essa abertura é crucial para assegurar que a criança deixe de ser apenas espectadora de interfaces para se tornar arquiteta de soluções situadas. Ao manipular circuitos, o aluno exerce autonomia; o erro técnico é ressignificado como uma etapa dialética indispensável da investigação (Sonego & Behar, 2022).

2.3 INTELIGÊNCIA TERRITORIAL E SUSTENTABILIDADE NA REALIDADE AMAZÔNICA

A implementação de sistemas inteligentes de ação ambiental representa o ápice da integração entre a competência científica e a execução material (Porto et al., 2024). No contexto amazônico, onde a permanência prolongada nas instituições de tempo integral exige um controle rigoroso do ambiente, a automação do manejo de resíduos assume uma função estratégica de vigilância biossocial. A instrumentação científica converte o espaço escolar em um laboratório vivo, onde as demandas de assepsia são monitoradas e mitigadas em tempo real.

Essa investigação territorialidade é o que garante que a inovação tecnológica respeite as peculiaridades locais. A metodologia permite que o corpo discente identifique como a infraestrutura arquitetônica e os padrões comportamentais influenciam a salubridade do coletivo. A transição do empirismo subjetivo para a validação métrica assegura o rigor do diagnóstico socioambiental, promovendo uma aprendizagem situada em que os dados gerados fundamentam melhorias concretas na convivência comunitária (Peruzzo et al., 2025).

3 METODOLOGIA

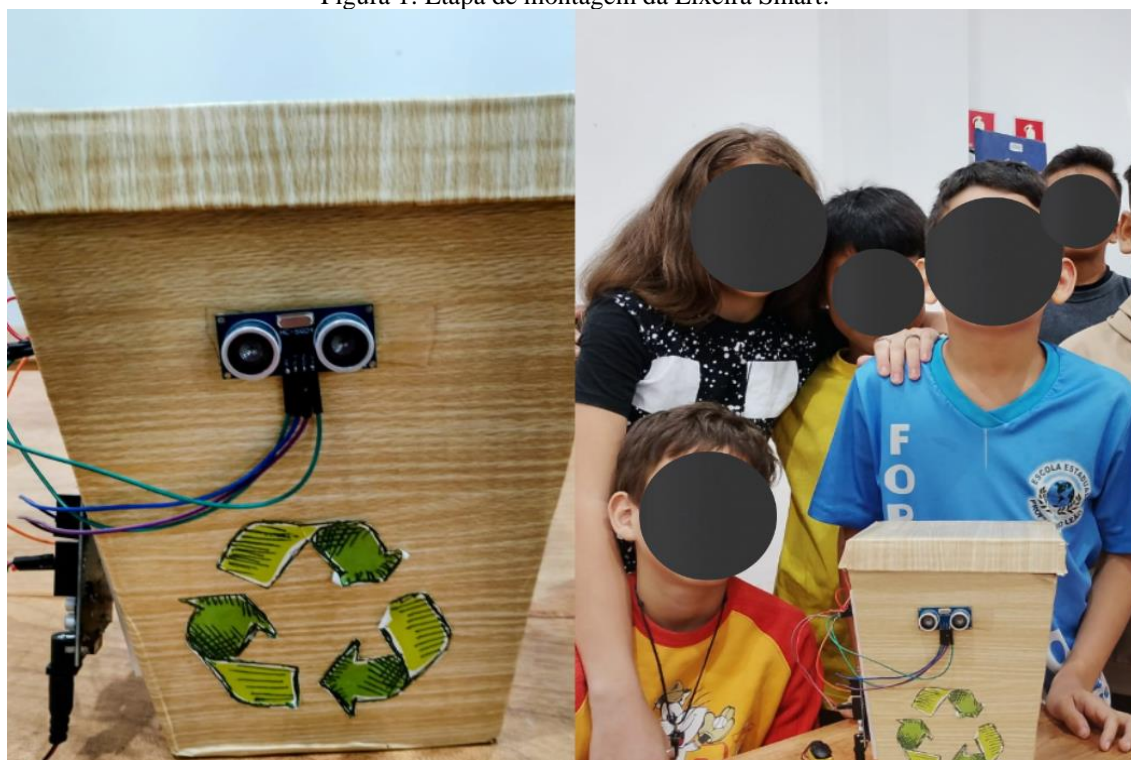
A investigação configurou-se como uma pesquisa-ação de abordagem qualitativa com estudantes do 5º ano no CIAC, em Humaitá-AM. O itinerário metodológico estruturou-se em:

1. **Diagnóstico Situacional:** Identificação da problemática do descarte de resíduos em sala de aula e debate sobre higiene.
2. **Fundamentação e Simulação Virtual:** Aulas sobre a arquitetura do Arduino e lógica de programação em blocos. Antes da montagem, os discentes validaram os circuitos em ambientes virtuais para assegurar o funcionamento dos códigos e circuitos.
3. **Prototipagem e Montagem Física:** Integração de sensores ultrassônicos de distância e servomotores em matrizes de contato (protoboards).
4. **Socialização:** Demonstração da "Lixeira Smart" funcional no Clube de Ciências Ambitech no evento Rede de troca de experiências da Educação em Tempo Integral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade se consolidou na produção de um sistema automatizado eficiente e em um avanço notável na percepção técnica dos alunos do 5º ano. A visibilidade total dos componentes, decorrente da ausência de encapsulamento, potencializou o aprendizado estrutural da eletrônica.

Figura 1: Etapa de montagem da Lixeira Smart.



Fonte: Autores, 2026.

4.1 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA E ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA

O desenvolvimento seguiu um fluxo que priorizou a compreensão lógica. Antes da montagem física, a validação em simuladores virtuais mitigou riscos de danos ao hardware. O uso de Inteligência Artificial para traduzir a lógica de blocos para a sintaxe C++ serviu como um andaime cognitivo, permitindo que as crianças superassem dificuldades de programação e focassem na funcionalidade do projeto (Barbosa, 2023).

O dispositivo centralizou-se no Arduino Uno, processando sinais de um sensor ultrassônico para acionar um servomotor responsável pela abertura da tampa. A ausência de uma caixa protetora permitiu que os estudantes mapeassem visualmente os pinos e diagnosticassem mau contatos nos jumpers em tempo real (Sousa & Oliveira, 2023). Esse processo revelou que o 5º ano possui plena capacidade de compreender a hierarquia entre processamento e saída de movimento.

Figura 2: Articulação pedagógica entre a instrumentação eletrônica e a gestão de resíduos sólidos no Ensino Fundamental.



Fonte: Autores, 2026.

4.2 EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E AUTONOMIA INVESTIGATIVA

A operacionalização do protótipo converteu os educandos em analistas críticos do ambiente institucional. Ao interagirem com um sistema desprovido de barreiras físicas (caixa preta), os discentes foram capazes de mapear oscilações na acurácia do sensor ultrassônico em função do ângulo de aproximação. Esse processo de letramento técnico-científico permitiu que a percepção espontânea sobre a "limpeza" fosse transmutada em uma análise rigorosa sobre a eficiência do descarte asséptico.

A emancipação intelectual evidenciou-se na resolução autônoma de inconsistências sistêmicas. Episódios de descontinuidade elétrica na matriz de contatos (protoboard) deixaram de ser vistos como falhas para serem encarados como desafios de engenharia, consolidando a segurança técnica do grupo (Viana, 2024). Dessa forma, os estudantes estabeleceram nexos causais entre a automação de processos e o ordenamento do espaço escolar, fomentando um compromisso ético com a preservação de sua territorialidade.

4.3 PERSPECTIVAS SOBRE A JORNADA AMPLIADA E A CULTURA DA PROTOTIPAGEM

Os desdobramentos da intervenção ratificam que a cultura da prototipagem agrega valor substancial à matriz curricular do ensino em jornada ampliada. O êxito da "Lixeira Smart" demonstrou que discentes do 5º ano possuem prontidão cognitiva para desenvolver dispositivos funcionais sob o rigor do método científico. O impacto formativo dessa experiência reside na correlação imediata entre a estruturação lógica de algoritmos e o benefício ecossistêmico direto.

A convergência entre a exatidão instrumental e o propósito humanitário instrumentalizou os educandos para atuarem como agentes de transformação na realidade amazônica. Ao unir inovação e consciência socioambiental, a escola reafirma seu papel como centro de produção tecnológica situada, preparando sujeitos aptos a intervir em sua comunidade com discernimento e inventividade.

5 CONCLUSÃO

A interconexão entre o letramento científico e a engenharia pedagógica instrumentalizou os discentes do 5º ano com competências analíticas voltadas ao engajamento comunitário. A materialização do protótipo de descarte inteligente permitiu a superação da contemplação puramente conceitual, substituindo-a por análises factuais que situam o manejo de resíduos como um dilema que demanda tanto rigor técnico quanto discernimento ético. A desenvoltura técnica na manipulação de sistemas de código aberto consolidou a instituição como um ecossistema de pesquisa aplicada.

Infere-se que o monitoramento e a automação do espaço educativo, via prototipagem eletrônica, consolidam um processo formativo emancipador, convertendo a jornada ampliada em um cenário de fomento a soluções concretas para o equilíbrio ecossistêmico atual.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, CAPES e UFAM.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.M; VASCONCELOS, A. D. Tecnologias digitais na educação básica: o impacto na dinâmica professor-aluno e as implicações na prática pedagógica. **APRENDER-Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, v. 19, n. 33, p. 302-316, 2025.

BARBOSA, C. R. A. C. Transformações no ensino-aprendizagem com o uso da inteligência artificial: revisão sistemática da literatura. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 5, p. e453103-e453103, 2023.

GONÇALVES, I.P; NOVELLO, T. P; JUNIOR, E. F. Z. P. Educação ambiental no âmbito da gestão de resíduos: Estudo em uma escola. **Expressa Extensão**, v. 27, n. 1, p. 148-160, 2022.

MARQUES, W. S. A. A educação ambiental como alternativa para orientar a produção e o descarte corretos dos resíduos sólidos. 2018.

NASCIMENTO, G. S. et al. Relato de experiência sobre educação em saúde na escola: alimentação saudável e higiene pessoal. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 11, n. 2, p. 180-183, 2020.

NEGREIROS A. V. K; BATTAINI, V. Educação Ambiental: Ressignificando a temática de resíduos sólidos em uma escola pública de Manaus-AM: Environmental Education: Redefining the Topic of Solid Waste in a Public School in Manaus, AM. **Revista Cocar**, v. 24, n. 42, 2026.

PORTO, A. A. et al. Oficina de educação ambiental na escola. **UÁQUIRI-Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, v. 6, n. 1, 2024.

RIBEIRO, S. D. C; GERLIN, M. N. M; OLIVEIRA, V. C. O desenvolvimento da competência leitora na biblioteca da escola: recuperação da informação e promoção da leitura crítica na era digital. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 22, p. e024003, 2024.

SOMMER, F. G. R; COSTA, J. M. DESAFIOS DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA NA ERA DIGITAL. **Revista Aproximação**, v. 7, n. 15, 2025.

SILVA, I. P; MERCADO, L. P. L. Tendências pedagógicas no mundo contemporâneo: reflexões sobre a pedagogia da reprodução e a pedagogia da autoria. **Revista EDaPECI**, v. 13, n. 2, p. 234-261, 2013.

VIANA, R. P. S. Desenvolvimento da autonomia em alunos do ensino fundamental. **Humanas Sociais & Aplicadas**, v. 14, n. 42, 2024.

YOKOTA, R. T. C. et al. Projeto "a escola promovendo hábitos alimentares saudáveis": comparação de duas estratégias de educação nutricional no Distrito Federal, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 37-47, 2010.