


**PLUVIOEDUCA: UMA METODOLOGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E APRENDIZAGEM ATIVA NO IFPA — CAMPUS BELÉM**

**PLUVIOEDUCA: A METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AND ACTIVE LEARNING AT IFPA – BELÉM CAMPUS**

**PLUVIOEDUCA: UNA METODOLOGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y APRENDIZAJE ACTIVO EN EL IFPA – CAMPUS BELÉM**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n5-029>

**Data de submissão:** 10/04/2026

**Data de publicação:** 10/05/2026

**Iashmin dos Santos Silva**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental  
Instituição: Instituto Federal do Pará (IFPA)  
E-mail: iashminsantos@gmail.com

**Giovanna de Montalvão França**

Graduanda em Saneamento Ambiental  
Instituição: Instituto Federal do Pará (IFPA)  
E-mail: giovanna2000583@gmail.com

**Rian Antunes Cardoso**

Doutorando em Educação  
Instituição: Instituto Federal do Pará (IFPA)  
E-mail: rianantunes2006@gmail.com

**Maria do Socorro Bezerra Lopes**

Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano  
Instituição: UNAMA  
E-mail: maria.lopes@ifpa.edu.br

**Flávia Augusta Miranda Lisboa**

Doutoranda em Desenvolvimento Rural e Tecnologias Agroalimentares  
Instituição: Instituto Federal do Pará (IFPA)  
E-mail: flavia.lisboa@ifpa.edu.br

**Valdinei Mendes da Silva**

Doutor em Geologia e Geoquímica  
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)  
E-mail: valdinei.silva@ifpa.edu.br

**Nircele da Silva Leal Veloso**

Doutora em Desenvolvimento Socioambiental  
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)  
E-mail: nircele.veloso@ifpa.edu.br

**Fabrizia de Oliveira Alvino Rayol**

Doutora em Ciências Agrárias

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: fabrizia.alvino@ifpa.edu.br

## RESUMO

As alterações climáticas intensificam a ocorrência de eventos extremos, tornando o monitoramento pluviométrico uma ferramenta essencial para a gestão ambiental, o planejamento urbano e a conscientização da sociedade. Entretanto, o alto custo de estações meteorológicas automatizadas limita sua aplicação em contextos educacionais. Nesse cenário, o este estudo propôs a adaptação de um pluviógrafo antigo com sistema de balança, automatizado por meio da plataforma Arduino, como estratégia pedagógica de baixo custo voltada à educação ambiental e à aprendizagem ativa no IFPA — Campus Belém. A metodologia adotada integrou robótica educacional, experimentação científica, educação ambiental e gamificação, envolvendo alunos do ensino médio integrado em atividades práticas de monitoramento da chuva, interpretação de dados e reflexão sobre mudanças climáticas. O projeto foi desenvolvido em três etapas, contemplando a adaptação e instalação do protótipo, a capacitação de professores e estudantes e a aplicação de avaliações diagnósticas antes e após a oficina PluvioEduca. Os resultados evidenciaram a funcionalidade, confiabilidade e viabilidade pedagógica do protótipo, além de um aumento médio de 30% no desempenho dos alunos após a intervenção. Observou-se maior compreensão sobre fenômenos climáticos, instrumentos meteorológicos, interpretação de dados e a importância do monitoramento das chuvas para o saneamento e a sustentabilidade. O projeto também promoveu o protagonismo estudantil, o pensamento crítico e a consciência ambiental, alcançando destaque em eventos científicos e institucionais. Conclui-se que o PluvioEduca constitui uma metodologia eficaz e inovadora, capaz de integrar ensino, pesquisa e extensão, fortalecendo a formação técnica e cidadã dos estudantes. Recomenda-se sua continuidade e expansão para outros cursos e campi, consolidando-o como referência em educação científica, tecnológica e ambiental sustentável.

**Palavras-chave:** Arduino. Educação Ambiental. Gamificação.

## ABSTRACT

Climate change intensifies the occurrence of extreme events, making rainfall monitoring an essential tool for environmental management, urban planning, and public awareness. However, the high cost of automated meteorological stations limits their application in educational contexts. In this scenario, this study proposed the adaptation of an old weighing-system rain gauge, automated through the Arduino platform, as a low-cost pedagogical strategy aimed at environmental education and active learning at IFPA — Belém Campus. The adopted methodology integrated educational robotics, scientific experimentation, environmental education, and gamification, involving high school students in practical activities of rainfall monitoring, data interpretation, and reflection on climate change. The project was developed in three stages, including the adaptation and installation of the prototype, the training of teachers and students, and the application of diagnostic assessments before and after the PluvioEduca workshop. The results demonstrated the functionality, reliability, and pedagogical viability of the prototype, as well as an average 30% increase in student performance after the intervention. Greater understanding was observed regarding climatic phenomena, meteorological instruments, data interpretation, and the importance of rainfall monitoring for sanitation and sustainability. The project also promoted student protagonism, critical thinking, and environmental awareness, achieving recognition in scientific and institutional events. It is concluded that PluvioEduca constitutes an effective and innovative methodology, capable of integrating teaching, research, and extension, strengthening the technical and civic education of students. Its

continuity and expansion to other courses and campuses are recommended, consolidating it as a reference in scientific, technological, and sustainable environmental education.

**Keywords:** Arduino. Environmental Education. Gamification.

## **RESUMEN**

El cambio climático intensifica la ocurrencia de eventos extremos, haciendo del monitoreo pluviométrico una herramienta esencial para la gestión ambiental, la planificación urbana y la concienciación de la sociedad. Sin embargo, el alto costo de las estaciones meteorológicas automatizadas limita su aplicación en contextos educativos. En este escenario, este estudio propuso la adaptación de un pluviógrafo antiguo con sistema de balanza, automatizado mediante la plataforma Arduino, como estrategia pedagógica de bajo costo orientada a la educación ambiental y al aprendizaje activo en el IFPA — Campus Belém. La metodología adoptada integró robótica educativa, experimentación científica, educación ambiental y gamificación, involucrando a estudiantes de la enseñanza media integrada en actividades prácticas de monitoreo de la lluvia, interpretación de datos y reflexión sobre el cambio climático. El proyecto se desarrolló en tres etapas, contemplando la adaptación e instalación del prototipo, la capacitación de profesores y estudiantes y la aplicación de evaluaciones diagnósticas antes y después del taller PluvioEduca. Los resultados evidenciaron la funcionalidad, confiabilidad y viabilidad pedagógica del prototipo, además de un aumento promedio del 30% en el rendimiento de los estudiantes tras la intervención. Se observó una mayor comprensión sobre fenómenos climáticos, instrumentos meteorológicos, interpretación de datos y la importancia del monitoreo de las lluvias para el saneamiento y la sostenibilidad. El proyecto también promovió el protagonismo estudiantil, el pensamiento crítico y la conciencia ambiental, destacándose en eventos científicos e institucionales. Se concluye que PluvioEduca constituye una metodología eficaz e innovadora, capaz de integrar enseñanza, investigación y extensión, fortaleciendo la formación técnica y ciudadana de los estudiantes. Se recomienda su continuidad y expansión a otros cursos y campus, consolidándolo como referencia en educación científica, tecnológica y ambiental sostenible.

**Palabras clave:** Arduino. Educación Ambiental. Gamificación.

## 1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas representam um dos maiores desafios globais do século XXI, exigindo ações urgentes e conscientização coletiva. O monitoramento das chuvas é indispensável, pois, acontecimentos extremos estão cada vez mais frequentes. Disto resulta a necessidade do monitoramento para proteger a população de chuvas intensas e seus efeitos danosos.

Entender o comportamento climático de uma área fornece auxílio na tomada de decisões, nas gestões dos setores socioeconômico e ambiental, tais como planejamento agrícola, recursos hídricos, turismo, entre outras, visando o bem-estar social. Dentro dos estudos de climatologia existem diversas escalas (macro, meso, microescala) a serem trabalhadas, mas para a compreensão da realidade climática de um lugar é necessário trabalhar na escala microclimática por meio dos dados dos principais elementos do clima coletados em estações climatológicas e meteorológicas na superfície distribuídos ao longo do território (Sanches *et al*, 2017).

Estudo de Santos *et al.* (2022) que propôs o gerenciamento integrado do ciclo da água no IFPA Campus Belém com a substituição de fontes de abastecimento para fins menos nobres, como é o caso do aproveitamento de águas pluviais, considera o grande potencial de aproveitamento da água da chuva. Esse tipo de estudo requer o monitoramento do índice pluviométrico, o que integra a proposta do Pluvioeduca a pesquisa já desenvolvida na instituição.

O problema destas tecnologias empregadas nas estações meteorológicas automáticas é o seu alto custo, o que desestimula o uso em aplicações diversas, como agricultura, acadêmico, pedagógico e turística, prejudicando assim a compreensão da relação de fatores inerentes a cada atividade (Sanches *et al*, 2017).

A Robótica Pedagógica (RP) ou Robótica Educacional (RE) vem se constituindo numa forma interdisciplinar de promoção do aprendizado de conceitos curriculares. Na aula com RE o aluno pensa, manuseia, constrói, executa, vê o que dá certo, depura o que está errado e reexecuta, ou seja, é o esmiuçar da teoria através da prática. Compreende-se que a utilização da programação, a qual permite criar sistemas inteligentes capazes de reagir a um estímulo, além de expandir os limites de atuação potencializa o seu uso em Robótica Educacional. Isto é possível através do projeto Arduino (Alves *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a educação ambiental surge como estratégia fundamental para engajar as novas gerações na adoção de práticas sustentáveis e promover uma aprendizagem significativa, crítica e dinâmica por meio do uso integrado de tecnologias. No entanto, quando abordada de forma tradicional nas escolas, tende a despertar pouco interesse dos alunos, o que evidencia a necessidade

de metodologias de ensino mais atrativas e articuladas que contribuam para esse processo (Cazé, 2025).

O perfil dos alunos mudou, houve também mudanças no processo de ensino-aprendizado. Dessa forma, o uso de metodologias ativas, na qual, o aluno é o protagonista no processo de ensino, ficando o professor como orientador, torna-se uma alternativa para maior engajamento dos alunos no processo de ensino (Cazé, 2025).

Momento mais do que oportuno para refletir sobre o que aborda Demo (2009), onde aponta que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando o aluno se engaja ativamente no processo de investigação e experimentação, características essenciais para a formação crítica e reflexiva no contexto educacional.

Diante do cenário apresentado surge uma questão problema: De que forma a utilização de um equipamento adaptado de medição pluviométrica pode atuar como ferramenta educativa para promover a conscientização ambiental e favorecer uma aprendizagem significativa e crítica sobre as mudanças climáticas entre estudantes do ensino médio integrado e superior do IFPA – Campus Belém?

Tendo desta forma como objetivo a adaptação de um pluviografo utilizando Arduino e utilização como uma ferramenta de educação ambiental e de aprendizagem ativa para fortalecer o processo educativo dos alunos do ensino médio integrado no IFPA -Campus Belém.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL: DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA**

A Educação Ambiental compreende os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999). Ela se configura não como uma disciplina isolada, mas como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo (Brasil, 1999).

Nessa perspectiva, a Educação Ambiental transcende a simples informação ecológica. Ela deve proporcionar as condições para o desenvolvimento de capacidades que permitam aos grupos sociais, em seus diferentes contextos, intervir de modo qualificado tanto na gestão do uso dos recursos ambientais quanto na concepção e aplicação de decisões que afetam a qualidade do ambiente – físico-natural ou construído. Assim, a educação ambiental se consolida como um instrumento de

participação e controle social na gestão ambiental pública (Quintas, 2006), formando cidadãos ativos e corresponsáveis.

## 2.2 ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM E A GAMIFICAÇÃO

A aprendizagem ativa, conhecida internacionalmente como *active learning*, constitui uma abordagem didática que se opõe ao modelo tradicional de ensino, no qual o aluno assume uma posição predominantemente passiva de receptor de informações (Bonwell e Eison, 1991).

Para isso, recorre-se a uma variedade de técnicas educacionais projetadas para promover maior envolvimento e interação. Entre elas, destacam-se: atividades de leitura dirigida, debates em grupo, estudos de caso, aprendizagem baseada em problemas (PBL), desenvolvimento de projetos e trabalhos práticos (Michaelsen *et al.*, 2004). O papel do professor, nesse contexto, se desloca do detentor do saber para o de mediador, facilitador e instigador, criando situações que provoquem nos alunos a vontade de investigar, questionar e buscar respostas (Freire, 1996).

A gamificação surge como uma resposta à necessidade de superar modelos pedagógicos tradicionais, nos quais o aluno era frequentemente posicionado como um mero receptor passivo de informação (Alves, 2009). A eficácia da abordagem é atestada por estudos que indicam que 83% dos colaboradores se sentem mais motivados com treinamentos gamificados, e 89% se sentem mais produtivos quando suas tarefas incorporam elementos de jogos (CNN Brasil, 2023).

Na educação, plataformas como Kahoot!, Duolingo e Classcraft são exemplos bem-sucedidos. O Kahoot!, por exemplo, transforma a sala de aula em um game show interativo, onde os alunos respondem a perguntas em tempo real, competindo por precisão e velocidade, o que aumenta significativamente a atenção e a retenção (Wang, 2015).

## 2.3 USO DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ARDUINO E SENSORES EM PROJETOS EDUCACIONAIS

A tecnologia digital tem se mostrado uma poderosa aliada da EA, oferecendo recursos interativos, experimentais e de baixo custo que permitem aos alunos sair da posição de meros observadores para assumir o papel de pesquisadores e protetores do ambiente (Silva, Souza, 2021). Ferramentas como a plataforma Arduino, sensores ambientais e softwares de análise de dados democratizam o acesso à experimentação científica real, permitindo a coleta e interpretação de dados do próprio entorno escolar ou comunitário.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software livre, acessível e versátil (Banzi, Shiloh, 2015). Sua integração com diversos sensores (de temperatura,

umidade do solo, qualidade do ar, luminosidade, etc.) abre um leque de possibilidades para projetos educacionais ambientais.

## 2.4 MEDIÇÃO PLUVIOMÉTRICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO

A medição da chuva, uma atividade aparentemente simples, pode ser uma ferramenta didática extremamente rica e interdisciplinar para o ensino de Educação Ambiental e ciências. A construção e utilização de pluviômetros (caseiros ou profissionais) conectam o aprendizado escolar a fenômenos do cotidiano e a grandes questões globais (Monteiro, 2006).

Ao trabalhar com dados pluviométricos, mesmo em escala local, os alunos se aproximam da ciência do clima de forma concreta e compreendem a importância do monitoramento ambiental. Nesse sentido, instituições de ensino que instalam equipamentos meteorológicos didáticos operados pelos próprios estudantes promovem não apenas o aprendizado técnico, mas também a autonomia, o protagonismo juvenil e a percepção de contribuição para bases de dados científicas (UFSC, 2021).

## 3 METODOLOGIA

Foi adotado o princípio da pesquisa experimental visto que, para o desenvolvimento do sistema se fez necessário identificar, testar e comprovar relações de causa e efeito entre variáveis. Creswell (2018) define este tipo de pesquisa como um delineamento quantitativo no qual o pesquisador manipula uma variável independente, controla outras variáveis e observa os efeitos dessa manipulação sobre variáveis dependentes.

A execução do projeto PluvioEduca seguiu uma abordagem de aprendizagem ativa aliada ao uso de tecnologias acessíveis, experimentação científica e educação ambiental, no Instituto Federal do Pará (IFPA) — Campus Belém, com atividades práticas realizadas no Laboratório de Educação Ambiental – Projeto Oikos, localizado no Bloco N, e em espaços de socialização e eventos institucionais.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E FASES DO PROJETO

O percurso metodológico foi dividido em etapas sequenciais, garantindo a transição da fundamentação teórica para a aplicação prática.

#### 3.1.1 Etapa 1: adaptação do pluviógrafo com o sistema arduino

Na primeira etapa, foi realizada a modificação de um pluviógrafo antigo, originalmente equipado com sistema de balança, para funcionamento automatizado por meio da plataforma Arduino.

Foram utilizados sensores específicos e componentes eletrônicos de baixo custo, garantindo a viabilidade técnica e pedagógica da proposta.

### **3.1.2 Etapa 2: Capacitação dos estudantes quanto a importância e utilização do Pluviógrafo**

Após a montagem e instalação do protótipo, foi realizada a oficina PluvioEduca no Auditório do Bloco N, destinada aos alunos dos cursos técnicos em Saneamento e Estradas, com a participação de 57 estudantes. A atividade teve como objetivo apresentar o funcionamento do protótipo e demonstrar a importância da medição e padronização das chuvas como ferramenta de aprendizado e conscientização ambiental.

### **3.1.3 Etapa 3: Avaliação diagnóstica e análise de impacto educacional**

A terceira etapa da pesquisa consistiu na aferição da eficácia pedagógica da intervenção, estruturada sob a lógica de pré-teste e pós-teste para mensurar a evolução da aprendizagem. Este procedimento foi dividido em três momentos fundamentais:

- ✓ **Levantamento de conhecimentos Prévios:** Inicialmente, foi aplicado um formulário diagnóstico em duas turmas do Ensino Técnico Integrado. O objetivo foi identificar o nível de letramento científico dos discentes acerca de temas centrais como climatologia, meteorologia, mudanças climáticas e métodos de investigação científica.
- ✓ **Mensuração da evolução cognitiva:** Por fim, o formulário foi reaplicado após a conclusão das dinâmicas com o PluvioEduca. Esta etapa permitiu realizar uma análise comparativa quanti-qualitativa, avaliando não apenas a retenção de conceitos teóricos, mas também o desenvolvimento de habilidades de pesquisa e o amadurecimento do pensamento crítico frente às questões ambientais contemporâneas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A execução do projeto PluvioEduca proporcionou resultados expressivos tanto no campo técnico-científico quanto educacional e ambiental, confirmando a viabilidade da metodologia proposta e o cumprimento integral dos objetivos previstos.

### **4.1 ADAPTAÇÃO DO PLUVIÓGRAFO COM O SISTEMA ARDUINO**

Nesta etapa inicial, um pluviógrafo antigo que utilizava o mecanismo tradicional de balsa, foi adaptado para operar digitalmente com o uso da plataforma Arduino. O sistema foi modernizado com os seguintes componentes de hardware e software: microcontrolador arduino UNO R4 *wifi*;

sensor: sensor de efeito *hall*; atuador/fonte de dados: pluviômetro de balanço modificado com ímã permanente; plataforma *ThingSpeak* (para recepção, armazenamento e visualização remota dos dados), permitindo a medição e o registro automatizado da precipitação de forma prática e acessível; alimentação utilizando *power bank* conectado à porta *USB-C* do arduino (Figura 1).

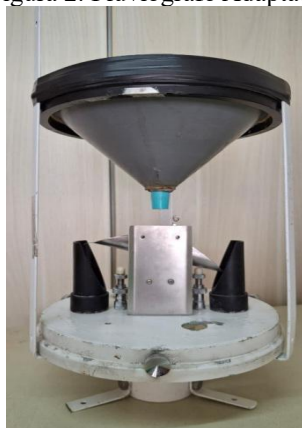
Figura 1. Placa UNO R4 WiFi



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

A automação consistiu na integração do sensor *hall* à bascula do pluviógrafo. O processo de calibração do pluviógrafo adaptado baseou-se na relação entre o volume de precipitação e o deslocamento mecânico da bascula, o ímã acoplado gerou um pulso detectado pelo sensor, registrando um evento de precipitação. A calibração definiu que cada basculamento corresponde a 25 mL de água (Figura 2).

Figura 2. Pluviógrafo Adaptado



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

Para mitigar erros de leitura comuns em sensores digitais, implementou-se via código (*IDE* arduino) uma rotina de *debouncing* com interrupção externa, evitando que oscilações mecânicas ou vibrações estruturais fossem contabilizadas como precipitação indevida.

A integração com o *ThingSpeak* permitiu acompanhar dados de precipitação em gráficos e históricos remotos com monitoramento em tempo real. O dispositivo envia com sucesso dois campos de dados a cada 20 segundos: volume acumulado (mL) desde o início da operação e a variação do volume (mL) no intervalo recente. Em rede *hotspot*, o dispositivo operou de modo contínuo, recebendo HTTP 200 (OK) em todas as transmissões, confirmando a robustez do *firmware* e da arquitetura implementada.

A eficácia observada no PluvioEduca corrobora os achados de Silva e Souza (2021), que defendem o uso da robótica de baixo custo como catalisadora da aprendizagem significativa, a reutilização de componentes mecânicos antigos integrada ao Arduino R4 WiFi não apenas reduziu o custo em cerca de 80%, mas também serviu como exemplo prático de economia circular e sustentabilidade, princípios fundamentais da Educação Ambiental crítica defendida por Trajber e Sato (2010). O *Firmware* do Arduino passou por diversas otimizações para garantir precisão, confiabilidade e autonomia:

#### **4.1.1 Captura de Dados por Interrupção**

A confiabilidade da coleta de dados foi garantida pelo uso de interrupções de hardware. Configurou-se o pino digital 2 em modo *INPUT\_PULLUP*, utilizando a função *attachInterrupt ()* para disparar o registro na borda de descida (*FALLING*) toda vez que a balança transita pelo sensor Hall. Esta arquitetura técnica assegura que nenhum evento de basculamento seja ignorado pelo microcontrolador, mesmo sob regime de chuva intensa e alta frequência de oscilação, conferindo precisão estatística aos dados pluviométricos gerados pelo projeto.

#### **4.1.2 Debouncing de sinal**

Foi implementado um intervalo de 250 ms dentro da *ISR* para eliminar contagens múltiplas ocasionadas por vibração mecânica. Esse filtro garantiu maior confiabilidade dos dados e evitou leituras superestimadas.

#### **4.1.3 Gerenciamento e processamento de dados**

A integridade do processamento das informações foi assegurada pelo armazenamento das contagens em variáveis globais do tipo *Volatile Unsigned Long*, garantindo o acesso correto entre a interrupção e o programa principal. No ciclo de execução (*loop*), a leitura desses valores é realizada com proteção de interrupções, técnica que previne condições de corrida e assegura a consistência dos dados. A partir desse processamento, o sistema gera dois indicadores fundamentais: o volume total

acumulado desde a inicialização do dispositivo e o volume correspondente ao último intervalo de envio, ambos mensurados em mililitros (mL), permitindo uma análise precisa tanto do histórico quanto da intensidade pluviométrica momentânea.

#### 4.1.4 Envio dos dados via Wi-Fi

A comunicação remota foi estruturada via Wi-Fi, com envios de dados à plataforma ThingSpeak a cada 20 segundos, respeitando os limites da API. O firmware realiza verificações contínuas da conexão por meio da função `WiFi.status()`. Em caso de falha, o sistema aciona automaticamente a rotina de reconexão, restabelecendo o vínculo sem intervenção humana. Essa estratégia garante a continuidade do fluxo de dados e a integridade da série histórica pluviométrica, mesmo diante de instabilidades de sinal no ambiente institucional.

## 4.2 CAPACITAÇÃO DOS ESTUDANTES QUANTO À IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DO PLUVIÓGRAFO

A capacitação técnica e pedagógica dos estudantes ocorreu por meio de oficinas e participação em eventos institucionais e científicos, abordando desde a operação do protótipo e interpretação de dados até os princípios do sensor de efeito Hall e o uso de plataformas IoT, integrando essas tecnologias aos conteúdos curriculares e destacando a importância do sistema. A oficina contou com a participação de 57 alunos do segundo ano dos cursos técnicos integrados em Saneamento e Estradas (Figura 3).

Figura 3. Oficina PluviEduca



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

A oficina teve como objetivo apresentar o protótipo desenvolvido e promover o aprendizado ativo sobre mudanças climáticas, regime de chuvas, medição, padronização e análise de dados

pluviométricos, além de avaliar o conhecimento dos alunos nessas temáticas. A atividade também explorou metodologias ativas e gamificadas, com o uso do Kahoot!, uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos que permite responder a questões em tempo real, estimulando uma competição saudável e tornando o processo mais interativo e significativo (Figura 4).

Figura 4. Plataforma de Aprendizado aplicado aos Alunos



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

A atividade foi estruturada em três etapas:

1. Apresentação teórica sobre meteorologia e instrumentos de medição, abordando conceitos de precipitação, funcionamento de pluviômetros e pluviógrafos, e a importância do monitoramento pluviométrico;
2. Demonstração prática do protótipo PluvioEduca, explicando como ocorre a captação e o registro dos dados de chuva;
3. *Quiz* interativo gamificado no aplicativo *Kahoot*, promovendo revisão dos conteúdos de forma lúdica e colaborativa;

O *quiz* no *Kahoot!* reforçou o aprendizado, com os 57 alunos participando ativamente e acertando a maioria das perguntas. A oficina evidenciou que a combinação de tecnologia, prática e gamificação promove uma aprendizagem mais dinâmica e significativa, resultando em um crescimento médio de 30% no desempenho entre os questionários inicial e final.

A abordagem combinou robótica educacional, aprendizagem ativa e gamificação, estimulando a curiosidade, o raciocínio lógico e a resolução de problemas, conforme os fundamentos de Demo

(2009) e Alves *et al.* (2012). Ferramentas digitais e interativas tornaram o aprendizado mais dinâmico, lúdico e colaborativo, resultando em uma participação integral de todos os alunos.

O projeto alcançou destaque em eventos institucionais e científicos, como o “30 dias para a COP30” e o “XII Congresso Brasileiro de Engenharia da Rede PDIMAT”, ambos realizados no IFPA/Campus Belém, com a participação de alunos, professores e visitantes, cumprindo assim com o papel de extensão e disseminação do conhecimento.

Foi apresentado o funcionamento e a utilidade do pluviógrafo, instrumento que mede e registra a quantidade de chuva, destacando sua importância no monitoramento hídrico, na conscientização sobre o uso racional da água e em aplicações na educação ambiental e captação de águas pluviais, facilitando a compreensão da proposta por alunos, professores e visitantes. A atividade despertou grande interesse do público, que interagiu com perguntas e evidenciou a integração entre tecnologia, sustentabilidade e ensino, reforçando o compromisso do IFPA com práticas ambientais e educativas inovadoras.

Para esses eventos, foi criado um mascote para o projeto (Figura 04) como estratégia pedagógica e comunicacional. Ele facilitou a mediação do conhecimento científico de forma acessível e lúdica. Também fortaleceu a identidade visual e a memória do projeto. Isso contribuiu para sua continuidade e reconhecimento ao longo do tempo. O mascote auxiliou ainda na divulgação científica dos resultados. Sua imagem foi gerada com apoio do ChatGPT (OpenAI, 2026), a partir de prompts definidos pelos autores, sob responsabilidade integral da equipe.

Figura 5. Mascote do Projeto



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

A apresentação foi reconhecida pela clareza, relevância ambiental e caráter inovador, destacando os benefícios ambientais e sociais do uso racional da água. A participação consolidou o protagonismo estudantil e evidenciou a contribuição do projeto para a formação técnica e cidadã. Além disso, a presença do PluvioEduca em eventos ampliou sua visibilidade acadêmica e social,

reforçando a importância da educação ambiental aliada à tecnologia e promovendo a integração entre ensino, pesquisa e extensão.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA E ANÁLISE DE IMPACTO EDUCACIONAL

A aplicação de um questionário diagnóstico inicial permitiu avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre meteorologia, instrumentos de medição e mudanças climáticas, enquanto o questionário final possibilitou comparar o desempenho e o avanço da aprendizagem. A análise comparativa entre ambos evidenciou uma melhoria significativa, com crescimento médio de 30% na compreensão dos conteúdos abordados, destacando a evolução dos estudantes nos principais indicadores avaliados, conforme apresentado a seguir:

- ✓ Impacto das mudanças climáticas: 54,1% dos alunos atribuíram nota máxima ao tema após a oficina, revelando maior consciência da relação entre precipitação e fenômenos climáticos globais;
- ✓ Funcionamento do pluviógrafo e do protótipo PluvioEduca: 54,8% dos alunos compreenderam plenamente o processo de captação e registro de dados;
- ✓ Interpretação da unidade “10 mm de chuva”: 48,6% dos participantes demonstraram entendimento completo e 20,3% parcial;
- ✓ Importância do conhecimento meteorológico: 60,3% consideraram esse conhecimento essencial para o planejamento urbano e prevenção de alagamentos;
- ✓ Uso de aplicativos meteorológicos: houve aumento de 35,1% nas respostas intermediárias, indicando maior interesse na utilização de ferramentas digitais de monitoramento climático.

A análise dos resultados confirmou que a metodologia PluvioEduca promove aprendizado significativo e desperta o interesse pela ciência e sustentabilidade. O uso de metodologias ativas e gamificadas foi essencial para o engajamento e a retenção do conhecimento, conforme Bezerra e Lima (2020). Nesse contexto, a integração entre robótica educacional, gamificação e educação ambiental mostrou-se uma estratégia eficaz para o ensino técnico integrado, tornando o aprendizado mais participativo, interdisciplinar e sustentável.

Os resultados alcançados com a implementação do PluvioEduca demonstram que os objetivos estabelecidos foram plenamente atingidos, validando a eficácia da metodologia proposta. Em primeira instância, a pesquisa obteve êxito no desenvolvimento de um protótipo de pluviógrafo digital funcional e de baixo custo, provando que a democratização de ferramentas tecnológicas é viável no contexto da escola pública.

No campo pedagógico, a iniciativa promoveu uma aprendizagem ativa e significativa, fundamentada na experimentação científica direta. Ao manipularem o dispositivo e analisarem dados reais, os discentes desenvolveram uma consciência ambiental crítica, transcendendo a teoria e compreendendo a complexidade dos fenômenos climáticos locais. Esse processo fortaleceu o protagonismo estudantil e o trabalho colaborativo, competências essenciais para a formação técnica e cidadã.

## 5 CONCLUSÃO

O projeto PluvioEduca demonstrou ser uma alternativa tecnologicamente viável e pedagogicamente robusta para o enfrentamento dos desafios do ensino de climatologia e educação ambiental no contexto amazônico.

A pesquisa confirmou que a ressignificação de equipamentos analógicos obsoletos, por meio da automação de baixo custo com a plataforma Arduino, não apenas supera barreiras orçamentárias institucionais, mas atua como um catalisador para o engajamento estudantil e fortalece o ensino experimental em cursos técnicos. Essa adaptação também serviu como ferramenta interdisciplinar, integrando conhecimentos de física, eletrônica, saneamento e climatologia em um único experimento educativo.

Os resultados obtidos revelam que a integração das metodologias ativas, promoveu um salto qualitativo na alfabetização científica dos discentes. O incremento de 30% no desempenho acadêmico e a mudança na percepção crítica sobre eventos climáticos extremos validam a premissa de que o protagonismo do aluno, mediado por dados reais e locais, é superior ao modelo de ensino meramente expositivo.

Contudo, a implementação da metodologia revelou limitações que balizam o escopo dos achados. O tamanho da amostra e a aplicação restrita ao IFPA Campus Belém limitam a generalização dos resultados, sugerindo a necessidade de estudos longitudinais em diferentes contextos geográficos. Tecnicamente, a operação em ambiente amazônico evidenciou que a estabilidade da rede Wi-Fi e a proteção contra a corrosão precoce dos componentes eletrônicos em alta umidade são fatores críticos para a sustentabilidade do monitoramento a longo prazo.

A apresentação do projeto em eventos técnico científicos representou uma excelente oportunidade de integração entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a formação técnica e cidadã dos participantes, reforçando o compromisso da equipe com a sustentabilidade e a inovação, destacando a importância da medição e do aproveitamento da água da chuva como ferramentas

educativas e ambientais e a importância do protagonismo estudantil e do compromisso com práticas sustentáveis e educativas.

Em suma, o PluvioEduca transcende a entrega de um protótipo tecnológico, consolidando-se como uma metodologia de educação ambiental aplicada que une hardware livre, ciência de dados e consciência ecológica. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a expansão da rede de monitoramento para outras unidades de ensino, integrando os dados em uma plataforma colaborativa intercampi, e o refinamento do hardware para maior resiliência climática, visando a consolidação de uma rede escolar de alerta e monitoramento pluviométrico na região. Tais avanços permitirão consolidar o PluvioEduca como um referencial de educação prática, interdisciplinar e sustentável, fortalecendo a cultura de pesquisa e extensão dentro do cenário educacional tecnológico.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. R. G. Games: desenvolvimento e pesquisa no Brasil. *In*: NASCIMENTO, A. D.; HETKOWSKI, T. M. (org.). Educação e contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 376-394.
- ALVES, R. M. *et al.* Uso do Hardware Livre Arduino em ambientes de ensino-aprendizagem. *In*: Anais da 1ª Jornada de Atualização em Informática na Educação. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.
- BANZI, M.; SHILOH, M. Primeiros passos com o Arduino. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- BEZERRA, C. L.; LIMA, D. J. Kahoot: Uma ferramenta didático-pedagógica para o ensino de educação ambiental. *Revista Encantar*, v. 2, p. 1-12, 2020.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. Active learning: Creating excitement in the classroom. Washington: George Washington University, 1991.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1999.
- CAZÉ, F. S. *et al.* O uso de metodologias ativas no ensino da educação ambiental na cidade de Terra Santa - Pará. *Revista Educação Ambiental em Ação*, v. 22, n. 89, 2025.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.
- DEMO, P. Pesquisa e construção de conhecimento: Metodologia científica no caminho de Habermas. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2009.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- MICHAELSEN, L.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (ed.). Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching. Sterling: Stylus Publishing, 2004.
- OPENAI. ChatGPT: Ferramenta de inteligência artificial para geração de conteúdo. 2026. Disponível em: <https://chat.openai.com/>.
- SANCHES, R. G. *et al.* Proposta de pluviômetro de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem Arduino. *In*: Congresso Nacional de Geografia Física, 1., 2017. Anais... 2017.
- SANTOS, A. P.; SILVA, B. C. S.; SILVA, V. M. Diagnóstico e gerenciamento do ciclo da água na perspectiva da A3P aplicados à realidade no IFPA. *Revista Engrenagem*, v. 12, n. 24, p. 1-16, 2022.
- SILVA, J. M.; SOUZA, R. C. Arduino na educação ambiental: Experimentação e aprendizagem ativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 2, p. 45-62, 2021.

TRAJBER, R.; SATO, M. Escolas sustentáveis: Incubadoras de transformações nas comunidades. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. especial, p. 56-71, 2010.

WANG, A. I. The wear out effect of a game-based student response system. Computers & Education, v. 82, p. 217-227, 2015.