ISSN: 2358-8829

RAÍZES CONECTADAS: SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO PARA PLANTAS MEDICINAIS – UMA INTEGRAÇÃO ENTRE A ECIT OTÁVIA SILVEIRA E OS ESTUDANTES DO QUILOMBO MATÃO.

Lidiane Karolyne Barbosa de Souza [1]

1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica e a irregularidade das precipitações representam desafios à produção agrícola, especialmente em regiões semiáridas, nas quais o manejo eficiente da água é essencial. A irrigação orientada pelo monitoramento do solo e das condições ambientais pode apoiar decisões mais adequadas sobre o momento de aplicação da água. Nesse cenário, a Internet das Coisas (IoT), que conecta sensores, dispositivos e sistemas de comunicação, oferece possibilidades para a agricultura de precisão e a automação de processos agrícolas (FAO, 2012; AYAZ et al., 2019). A adoção dessas tecnologias, contudo, exige soluções acessíveis e ajustadas às condições locais.

A integração entre tecnologia, Agroecologia e educação também permite aproximar conhecimentos científicos dos desafios vivenciados pelas comunidades. O cultivo de plantas medicinais pode valorizar saberes tradicionais e promover discussões sobre sustentabilidade e conservação dos recursos naturais. No Ensino Médio técnico, atividades práticas favorecem a interdisciplinaridade e o protagonismo estudantil quando os alunos investigam problemas reais e participam da construção de soluções.

Nesse contexto, foi desenvolvido o projeto “Raízes Conectadas”, na ECIT Otávia Silveira, em Mogeiro, Paraíba, com participação de estudantes do curso técnico em Agroecologia, incluindo estudantes do Quilombo Matão. O objetivo foi desenvolver e testar um sistema automatizado de irrigação para plantas medicinais, utilizando sensores e recursos de IoT, e integrar conhecimentos de Agroecologia, programação, instrumentação e análise de dados. A proposta buscou, ainda, aproximar a escola da

[1] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - PB, Professora do Curso Técnico em Agroecologia, da ECIT Otávia Silveira – Mogeiro/PB; lidianekarolyne@yahoo.com.br .

ISSN: 2358-8829

realidade local e reconhecer a relevância dos conhecimentos associados ao cultivo dessas espécies.

O protótipo foi acompanhado em condições reais de utilização. Em julho de 2026, foram registrados 16 acionamentos da bomba; em agosto, oito. A redução coincidiu com maior ocorrência de chuvas no segundo mês, mas os registros, isoladamente, não permitem calcular a economia de água. O estudo apresenta, portanto, o desenvolvimento do sistema, os registros de funcionamento e as possibilidades educativas da experiência, reconhecendo os limites dos dados coletados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi aplicada, de abordagem qualiquantitativa e caráter experimental, desenvolvida na ECIT Otávia Silveira, em Mogeiro-PB, com oito estudantes do Ensino Médio do curso técnico em Agroecologia. Os procedimentos incluíram pesquisa bibliográfica, construção do protótipo, testes prévios, instalação no canteiro, monitoramento e aplicação de questionários. O canteiro contemplou boldo-do-Chile, hortelã, capim-santo, babosa, none, colônia e erva-cidreira. O sistema foi montado com microcontrolador ESP32, sensores de umidade do solo, temperatura, luminosidade e precipitação, módulo de acionamento, bomba de água, mangueiras, reservatório e alimentação energética por painel solar, baterias e regulador de tensão.

Antes da instalação, foram realizados testes para verificar o funcionamento dos componentes. A calibração do sensor de umidade ocorreu por meio de leituras obtidas com o solo em condições mais secas e mais úmidas. O sistema foi programado para considerar o limite operacional de 40% de umidade do solo, associado a uma condição de luminosidade adequada. Esse valor foi adotado para o experimento e não deve ser interpretado como parâmetro universal para diferentes solos e espécies vegetais.

O monitoramento ocorreu em julho e agosto de 2026, às segundas, quartas e sextas-feiras. Foram observadas as condições ambientais e registrados os acionamentos da bomba. Parte dos dados ambientais foi visualizada em gráficos na plataforma ThingSpeak. A análise foi descritiva, com organização dos registros em tabelas e gráficos e interpretação das variações observadas, sem atribuir causalidade quando os dados não permitiam essa conclusão.

A dimensão educativa foi acompanhada por observações durante a montagem, os testes e o monitoramento. Também foram aplicados questionários diagnóstico e final, antes e depois da atividade, para investigar possíveis mudanças nos conhecimentos dos estudantes. A comparação desses instrumentos foi prevista como estratégia de análise; para

mensurar a magnitude de eventuais avanços, é necessário apresentar a sistematização das respostas e os critérios usados na comparação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gestão da água e irrigação sustentável no semiárido

A água é essencial à manutenção dos ecossistemas, à produção agrícola e à segurança alimentar. Em regiões semiáridas, a irregularidade das chuvas e os períodos de estiagem tornam especialmente importante o planejamento de seu uso. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura destaca a necessidade de aprimorar a gestão dos recursos hídricos e a eficiência dos sistemas produtivos, conciliando produção e conservação ambiental (FAO, 2012).

A irrigação complementa a disponibilidade de água quando a precipitação não atende às necessidades das plantas. Sua eficiência depende, porém, do manejo, das características do solo, das necessidades da cultura e das condições ambientais. A aplicação excessiva ou inadequada pode provocar desperdício. Por isso, o monitoramento da umidade do solo pode apoiar decisões de irrigação, desde que as medições sejam interpretadas de acordo com o contexto e que os parâmetros sejam testados.

3.2 Internet das coisas e automação na agricultura

A Internet das Coisas (IoT) integra objetos físicos, sensores, dispositivos eletrônicos e sistemas de comunicação para coletar e compartilhar informações. Na agricultura, essa integração permite acompanhar variáveis ambientais e apoiar decisões sobre o cultivo e a irrigação. Ayaz et al. (2019) discutem aplicações da IoT na agricultura inteligente e destacam possibilidades e desafios relacionados à implementação e integração dos dispositivos.

Na irrigação de precisão, a automação pode acionar equipamentos com base em informações obtidas por sensores. Kamienski et al. (2019) apresentam uma plataforma de gestão inteligente da água para a agricultura e demonstram a relevância da integração entre monitoramento, processamento de dados e controle. O desempenho de um sistema depende da qualidade das leituras, da calibração dos sensores, da programação e da adequação dos parâmetros às condições do cultivo.

Assim, o limite de umidade adotado em um protótipo deve ser compreendido como parâmetro operacional a ser avaliado, e não como recomendação válida para

qualquer planta ou solo. A automação pode apoiar o manejo, mas sua eficiência precisa ser verificada por meio de indicadores adequados, incluindo o volume de água aplicado e o comportamento do sistema ao longo do tempo.

3.3 Agroecologia, plantas medicinais e aprendizagem científica

A Agroecologia considera as relações ecológicas, sociais e produtivas dos sistemas agrícolas. O uso sustentável da água, a conservação dos recursos naturais e a valorização dos conhecimentos locais são elementos importantes para práticas adaptadas ao território. O cultivo de plantas medicinais pode aproximar o conhecimento sobre as espécies vegetais de suas formas tradicionais de utilização, respeitando a necessidade de informações adequadas sobre cultivo e uso. A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos constitui uma referência brasileira para a valorização e o desenvolvimento desse campo (BRASIL, 2006).

No ambiente escolar, um canteiro associado à irrigação automatizada pode funcionar como espaço de investigação. Os estudantes observam o solo e as condições ambientais, acompanham sensores, interpretam registros e discutem como as informações podem orientar decisões. A atividade articula conhecimentos de Agroecologia, Biologia, Física, Matemática e programação, relacionando a formação técnica a situações concretas.

Essa proposta dialoga com a Base Nacional Comum Curricular, que valoriza a investigação científica, a análise de informações, a argumentação e o uso crítico das tecnologias (BRASIL, 2018). Ao participar da montagem, programação, experimentação e análise de dados, o estudante pode assumir papel ativo na investigação do funcionamento do sistema. A avaliação da aprendizagem, contudo, requer evidências: questionários antes e depois da atividade e registros de observação podem contribuir para essa análise, desde que suas respostas sejam sistematizadas e comparadas.

O projeto Raízes Conectadas reuniu, portanto, três dimensões: monitoramento e uso racional da água, aplicação de tecnologias de automação e formação científica e técnica. A contribuição da experiência deve ser discutida com base no funcionamento observado e nos dados efetivamente obtidos. A comprovação da economia hídrica requer medições do consumo, enquanto a caracterização dos resultados educacionais depende da análise comparativa dos instrumentos aplicados.

ISSN: 2358-8829

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Funcionamento dos sensores e lógica de acionamento

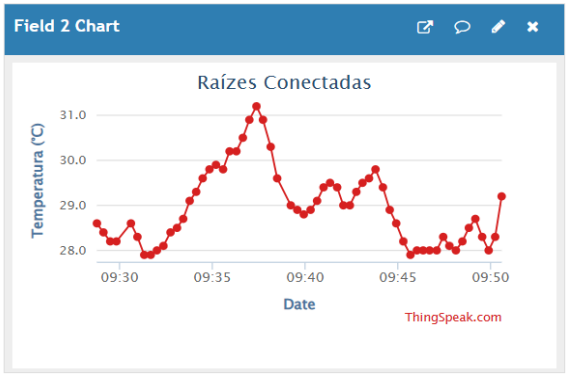
Nos testes prévios, foram observadas as leituras do sensor de umidade do solo em condições mais secas e mais úmidas. O procedimento permitiu verificar a resposta do dispositivo e discutir a necessidade de calibração. A leitura elétrica do sensor não equivale automaticamente à determinação exata do teor de água do solo, pois depende das características do equipamento e das condições do meio. Por isso, o limite de 40% foi tratado como referência operacional específica do experimento.

Também foram testados o código programado no ESP32 e o acionamento dos componentes de irrigação. A lógica considerou o limite de umidade e uma condição adequada de luminosidade. Essa configuração evidencia que a automação depende da relação entre sensores, programação e equipamentos, além da verificação do comportamento do sistema antes da instalação no canteiro. Os resultados são compatíveis com a literatura sobre IoT aplicada à agricultura, que destaca a importância de dados confiáveis para apoiar decisões de manejo (AYAZ et al., 2019).

4.2 Monitoramento ambiental e frequência de acionamento

Os registros ambientais foram organizados e visualizados por meio da plataforma ThingSpeak. Os gráficos permitiram acompanhar variações temporais e relacionar valores a datas e horários, apoiando a interpretação dos dados coletados. Entretanto, não se deve atribuir uma variação da umidade exclusivamente à temperatura, luminosidade ou precipitação sem analisar conjuntamente as medidas disponíveis.

Figura 1 – Exemplo de registro de temperatura monitorado na plataforma ThingSpeak.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A frequência de acionamento da bomba foi um dos indicadores registrados. Em julho de 2026, ocorreram 16 acionamentos; em agosto, oito, correspondendo a uma redução de 50% entre os dois meses. A diminuição coincidiu com maior ocorrência de chuvas em agosto, o que é compatível com a possibilidade de menor necessidade de irrigação em períodos mais chuvosos. Contudo, não é possível atribuir a redução exclusivamente à precipitação, pois outras condições ambientais ou operacionais podem ter influenciado o funcionamento.

Estudos sobre irrigação inteligente destacam o potencial dos sensores e da automação para apoiar decisões no manejo agrícola (AYAZ et al., 2019; KAMIENSKI et al., 2019). No presente experimento, os registros demonstram que foi possível acompanhar a frequência de acionamento em períodos distintos. Como não houve medição sistemática do volume aplicado nem comparação direta com um sistema convencional, não é possível afirmar ou quantificar a economia de água. Uma avaliação futura deverá registrar o volume consumido, o tempo de funcionamento da bomba e as condições de umidade do solo.

4.3 Contribuições educativas

A dimensão educativa foi acompanhada por meio de questionários diagnóstico e final e da observação dos estudantes durante a montagem, os testes e o monitoramento. A atividade permitiu relacionar circuitos e energia elétrica aos conteúdos de Física; sensores e programação à tecnologia; organização de gráficos à Matemática; e solo, água e desenvolvimento vegetal à Biologia e à Agroecologia.

Figura 2 – Estudantes durante a construção do sistema de irrigação automatizado.



Fonte: Acervo da pesquisa (2026).

ISSN: 2358-8829

A experiência aproximou os estudantes de práticas de observação, experimentação e interpretação de evidências, em consonância com a valorização da investigação científica prevista na BNCC (BRASIL, 2018). Entretanto, para demonstrar a magnitude de possíveis mudanças na aprendizagem, é necessário apresentar a comparação sistemática das respostas dos questionários, indicando os critérios de análise. Assim, a participação na atividade é uma evidência do envolvimento no processo, mas não substitui a demonstração dos resultados de aprendizagem.

Em conjunto, os resultados mostram a aplicação de um sistema automatizado em ambiente escolar e a integração entre monitoramento ambiental, programação e formação técnica. Os testes ressaltaram a importância da calibração e da definição de parâmetros operacionais; os registros mostraram diferenças na frequência de acionamento entre os meses. A comprovação de economia de água e a caracterização de avanços na aprendizagem permanecem dependentes da análise de indicadores específicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa Raízes Conectadas possibilitou desenvolver e testar um protótipo de irrigação automatizada na ECIT Otávia Silveira, em Mogeiro-PB, integrando recursos de Internet das Coisas, monitoramento ambiental e conhecimentos de Agroecologia. O sistema utilizou sensores e programação para estabelecer parâmetros operacionais de irrigação em um canteiro de plantas medicinais, aproximando a tecnologia de questões relacionadas ao uso da água e à sustentabilidade.

Os testes evidenciaram a importância da calibração dos sensores, da definição dos parâmetros de acionamento e da verificação dos componentes antes da instalação em campo. Durante o monitoramento, foram registrados 16 acionamentos da bomba em julho e oito em agosto de 2026. Embora a redução tenha coincidido com maior ocorrência de chuvas no segundo mês, os dados não comprovam, isoladamente, economia de água. Para avaliar a eficiência hídrica, são necessárias medições do volume aplicado e comparações com métodos convencionais.

No âmbito educacional, a atividade articulou Física, Matemática, Biologia e Agroecologia, envolvendo os estudantes em montagem, testes, programação e interpretação de dados. Os questionários diagnóstico e final constituíram instrumentos

para investigar possíveis mudanças nos conhecimentos, mas a caracterização desses resultados depende da sistematização e comparação das respostas.

Como experiência de automação em pequena escala, o projeto apresenta potencial para aperfeiçoamento e adaptação a outros contextos educativos e produtivos. Sua aplicação à agricultura familiar e a comunidades do Semiárido deverá considerar custos, manutenção, disponibilidade energética, confiabilidade dos sensores e necessidades de cada cultivo. Recomenda-se que pesquisas futuras comparem o consumo de água com o de métodos convencionais, avaliem o crescimento e a sobrevivência das plantas e analisem detalhadamente os questionários. Conclui-se que o Raízes Conectadas integrou inovação tecnológica, educação e sustentabilidade, sendo necessários novos testes para avaliar seus efeitos ambientais, produtivos e pedagógicos.

REFERÊNCIAS

AYAZ, M. et al. **Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk.** IEEE Access, v. 7, p. 129551–129583, 2019. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932609.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006.

FAO**. Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012.

KAMIENSKI, C. et al. **Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture.** Sensors, v. 19, n. 2, art. 276, 2019. https://doi.org/10.3390/s19020276