

Sistemas de Irrigação de Aspersão para a Agricultura Familiar Indígena: Tecnologia e Sustentabilidade na Produção de Mandioca**Matheus Biagio****Vitor Osvaldo Bezerra Espinheira****Bruno Pereira da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

bruno.silva@caruaru.ifpe.edu.br

Resumo

A agricultura familiar indígena no Brasil enfrenta desafios significativos relacionados à produtividade agrícola devido à irregularidade pluviométrica e mudanças climáticas, especialmente no cultivo da mandioca, cultura fundamental para a segurança alimentar e preservação da identidade cultural desses povos. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e implementar um sistema de irrigação por aspersão automatizado para aumentar a produtividade da mandioca em comunidades indígenas, integrando tecnologia moderna com práticas agrícolas tradicionais de forma sustentável. O desenvolvimento foi realizado através da integração de um sistema eletrônico de bombeamento de água, previamente desenvolvido no IFPE por Arthur Luís Santos Silva, Gerson Jadielson da Silva de Souza e Iury Vital de Moura sob orientação do Dr. Diniz Ramos de Lima Júnior, com componentes de irrigação por aspersão desenvolvidos especificamente para este projeto. A metodologia envolveu a adaptação do sistema eletrônico baseado em Arduino UNO para controle da irrigação, criando uma solução automatizada de baixo custo adequada às necessidades das comunidades indígenas. O projeto foi implementado seguindo princípios de sustentabilidade e acessibilidade tecnológica, visando minimizar a dependência de recursos externos. Os resultados técnicos demonstraram o funcionamento adequado do sistema integrado, com controle eficaz da programação de irrigação por aspersão e monitoramento das condições de umidade do solo. O sistema mostrou-se operacionalmente viável, permitindo acionamento automático da irrigação conforme parâmetros pré-estabelecidos. Embora o período de desenvolvimento não tenha permitido avaliar o impacto direto no crescimento e produtividade da mandioca, estudos técnicos indicam que sistemas de irrigação por aspersão proporciona rendimentos elevados e qualidade superior das raízes, independentemente da variabilidade das chuvas. Conclui-se que a integração tecnológica realizada apresenta potencial para contribuir significativamente com o fortalecimento da agricultura familiar indígena, oferecendo uma ferramenta acessível para controle automatizado da irrigação. O sistema integrado representa um avanço importante na aplicação de tecnologias sustentáveis para comunidades tradicionais, estabelecendo base para futuras validações agrônomicas que poderão confirmar os benefícios esperados na produtividade da mandioca, promovendo autonomia produtiva sem comprometer a preservação cultural.

Palavras-chave: Agricultura. Aspersão. Irrigação. Mandioca.

Introdução

A agricultura familiar constitui uma forma de organização social, econômica, cultural e ambiental na qual as atividades agropecuárias são gerenciadas e operacionalizadas predominantemente pela unidade familiar. No Brasil, a agricultura familiar representa 77% dos estabelecimentos agrícolas e ocupa 80,9 milhões de hectares, sendo responsável por uma parcela significativa da produção de alimentos básicos (IBGE, 2017). Esta modalidade de produção representa uma das bases fundamentais da segurança alimentar e do desenvolvimento rural sustentável em diversas regiões do mundo.

Os povos originários mantêm uma relação histórica e profunda com essa prática agrícola, desenvolvida ao longo de séculos e transmitida oralmente entre gerações. Essa tradição milenar promove não apenas a soberania alimentar dessas comunidades, mas também a preservação ambiental, a manutenção da identidade cultural e a geração de renda para suas comunidades. As técnicas tradicionais de cultivo representam um patrimônio de conhecimentos que integra aspectos ecológicos, sociais e espirituais.

Entre os alimentos mais cultivados na agricultura familiar dos povos originários, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) ocupa posição de destaque. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, a mandioca é o principal produto cultivado na lavoura temporária por produtores indígenas (IBGE, 2017). Esta cultura é cultivada há mais de quatro mil anos e possui significado que transcende o aspecto nutricional, sendo considerada sagrada pelos indígenas e estando presente em suas lendas, ritos e cosmologia. A mandioca representa não apenas uma fonte alimentar essencial, mas também um elemento central da identidade cultural desses povos.

No entanto, as práticas agrícolas tradicionais, embora eficazes em diversos aspectos, enfrentam desafios crescentes relacionados à produtividade e eficiência na colheita. Esses desafios são intensificados pelas mudanças climáticas e pela irregularidade do regime pluviométrico, fatores que podem comprometer a segurança alimentar e a sustentabilidade econômica dessas comunidades.

Visando aumentar a produção e garantir maior segurança alimentar, a introdução de técnicas modernas de irrigação apresenta-se como uma solução viável para essas comunidades. Segundo Coelho Filho (2020), o sistema de irrigação por aspersão propicia rendimentos elevados e qualidade

superior das raízes, independentemente da variabilidade das chuvas, permitindo a programação de plantio e o escalonamento de colheita, além de favorecer a colheita precoce das raízes.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e implementar um sistema de irrigação por aspersão automatizado para o cultivo de mandioca em comunidades indígenas. O projeto envolveu a integração de um sistema eletrônico de bombeamento de água, previamente desenvolvido no IFPE por Arthur Luís Santos Silva, Gerson Jadielson da Silva de Souza e Iury Vital de Moura sob orientação do Dr. Diniz Ramos de Lima Júnior, com componentes de irrigação por aspersão desenvolvidos especificamente para este trabalho. Busca-se, assim, oferecer uma ferramenta tecnológica acessível e sustentável que possa complementar as práticas agrícolas tradicionais sem comprometer a identidade cultural dessas comunidades.

A relevância deste trabalho reside na possibilidade de oferecer soluções tecnológicas construídas a partir de materiais caseiros ou de baixo custo de forma que respeitem os conhecimentos tradicionais, promovendo a autonomia produtiva das comunidades indígenas e dialogando com seus valores culturais e práticas ancestrais a fim de expandir sua capacidade agrícola.

Metodologia

A metodologia adotada no projeto de caráter experimental, desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) – Campus Caruaru, iniciou-se com uma pesquisa e revisão bibliográfica sobre técnicas de irrigação aplicadas ao cultivo da mandioca e sobre a importância da agricultura familiar no contexto nacional. Essa etapa baseou-se em publicações técnicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com destaque para o estudo “Irrigação da cultura da mandioca” de Maurício Antônio Coelho Filho (Embrapa, 2017), e em informações institucionais disponíveis na página “Agricultura Familiar – Sobre o Tema”, que apresenta conceitos e diretrizes relacionados à agricultura familiar no Brasil (Embrapa, s.d.). Além disso, foram consultadas fontes complementares que abordam a dimensão sociocultural da produção agrícola, como os estudos divulgados pela Fiocruz (2023), que destacam o papel simbólico e histórico da mandioca entre os povos originários, e pelo portal Entre Solos (2022), que discute a contribuição das práticas agrícolas indígenas para a conservação da biodiversidade e o fortalecimento da agricultura familiar.

Posteriormente, estabeleceu-se uma parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco para obtenção do terreno, exibido na Figura 1, que seria utilizado para o plantio da mandioca, foi oferecido, e, em conjunto com o terreno, um circuito eletrônico automatizador de bombeamento de água desenvolvido no IFPE por Arthur Luís Santos Silva, Gerson Jadielson da Silva de Souza e Iury Vital de Moura sob orientação do diretor e professor Dr. Diniz Ramos de Lima Júnior, e um painel solar, fonte geradora de energia para alimentação da bateria utilizada no circuito eletrônico. Paralelamente estabeleceu-se vínculo com o projeto de extensão intitulado de “desenvolvimento de um centro de compostagem: gestão de resíduos sólidos, consciência ambiental e sustentabilidade” conhecido popularmente como “compostIF” que consiste em um centro de compostagem de resíduos sólidos orgânicos usados para a adubagem do terreno.



Figura 1 – Terreno disponibilizado para o plantio

Fonte: Registro próprio (202x).

Subsequentemente a obtenção do terreno, ele foi capinado e preparado como mostra a Figura 2 e 3 a seguir.



Figura 2 – Terreno em processo de capinagem

Fonte: Registro próprio (202x).



Figura 3 – Terreno capinado e preparado

Fonte: Registro próprio (202x).

Consecutivamente, ao estabelecer tais parcerias, foi adquirido as manivas, e o material para construir o sistema de irrigação de aspersão caseiro, que consistia em 1 (uma) mangueira de 20 metros, 1 (uma) mangueira de 10 metros, 1(um) cano PVC 25mm de 1 metros que foi dividido em partes de 20cm, 50cm e 30cm, 7 (sete) abraçadeira de nylon, fita adesiva, 1 (um) fio de cobre rígido de 30cm, 1 bico de esguicho de mangueira, 1 (um) parafuso boleado e 3 (três) joelhos de conexão hidráulica de 25 milímetros de diâmetro e 1 (uma) torneira de jardim slim PVC.

O sistema foi construído fazendo a conexão das extremidades do cano PVC de 50cm com as de 20cm e de 30cm por meio dos joelhos hidráulicos, nas outras extremidades dos canos de 20cm e de 30cm foi conectado, respectivamente, um bico de esguicho de mangueira vedada com veda rosca e cola de cano PVC, e uma torneira de jardim slim. Na extremidade que foi conectado o bico de esguicho foi fixado por meio de fita abraçadeira e fita adesiva o arame rígido em formato de gancho e em sua ponta foi fixado um parafuso boleado alinhado a saída de água e preso por meio de abraçadeiras, como mostra a Figura 4.

A seguinte etapa foi a fixação do sistema de irrigação ao solo, onde foi aberto uma fenda no terreno e enterrado parcialmente o irrigador, ele foi fixado utilizando um tijolo e britas como mostra na Figura 4 a seguir.



Figura 4 – Irrigador fixado ao solo

Fonte: Registro próprio (202x).

Seguidamente, ao fixá-lo ao solo o sistema de irrigação foi testado sendo ligado diretamente na torneira, nessa etapa de teste não foi utilizado o circuito eletrônico, pois o objetivo principal era testar a viabilidade do irrigador caseiro de baixo custo como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Irrigador em teste

Fonte: Registro próprio (202x).

Após os testes do irrigador caseiro, utilizamos a técnica de camalhões para preparar o solo a fim de receber a maniva, como observado na Figura 6, essa técnica de acordo com Nunes (s.d.) auxilia no escoamento hídrico para solos com pouca capacidade de drenagem de água e a posição de plantio foi a horizontal por ser a mais indicada no fundo das covas ou dos sulcos, porque facilita a colheita das raízes como pode ser visto na Figura 7.



Figura 6 – Técnica de Camalhões

Fonte: Registro próprio (202x).



Figura 7 – Plantação da maniva na horizontal

Fonte: Registro próprio (202x).

Em seguida da plantação, integramos o sistema hidráulico ao circuito eletrônico composto por Sensor LM393, Bomba 12v, 19w, 800L/H, Modulo relé 5v, Bateria 12v 5Ah, Lcd 16x2 i2c, Arduino Uno, elementos esses presentes na Figura 8, como fonte de energia utilizamos a Placa solar 24v disponibilizada pelo campus e a fim de gerenciar a alimentação e assegurar a vida útil da bateria fizemos uso de um controlador de carga solar 12v/24v 30A, componentes presentes na Figura 8 e 9.

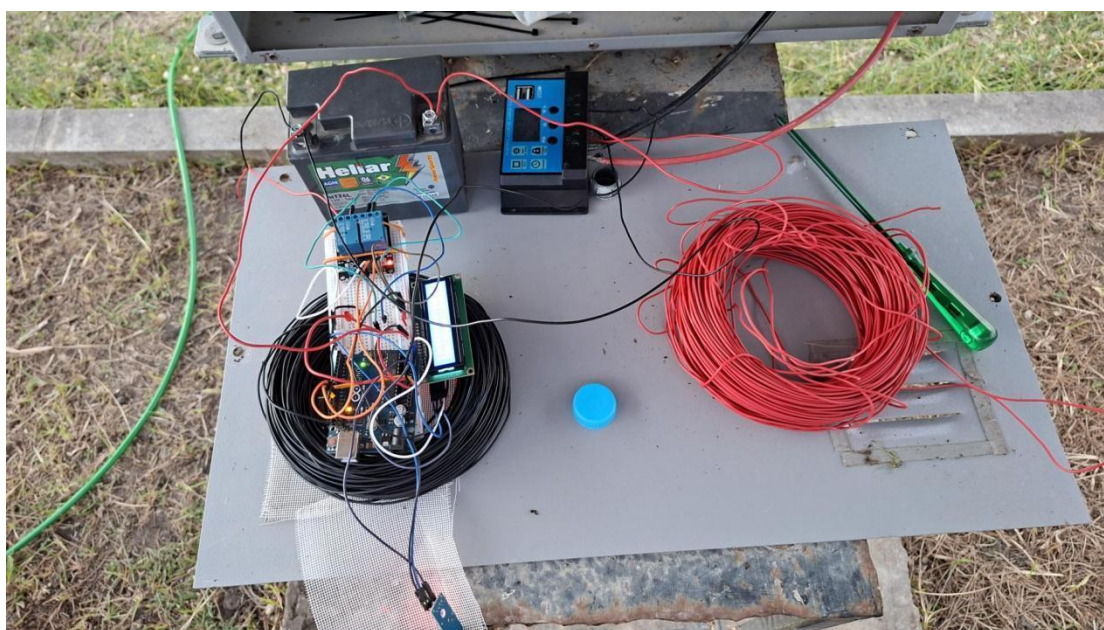


Figura 8 – Circuito bombeador de água

Fonte: Registro próprio (202x).



Figura 9 – Placa solar

Fonte: Registro próprio (202x).

Ao integrar o sistema de irrigação com o circuito eletrônico foi feito o ultimo teste, colocando o sensor de umidade no solo que realiza a medição dos níveis de umidade e envia os dados coletados ao Arduino, permitindo o controle automático e preciso do processo de irrigação. O Arduino UNO é o microcontrolador principal, responsável pelo processamento e gerenciamento das informações necessárias ao funcionamento do circuito elétrico. O funcionamento do sistema integrado está presente na Figura 10, 11 e 12 abaixo.



Figura 10 – Integração do sistema

Fonte: Registro próprio (202x).



Figura 11 – Integração do sistema, elétrico

Fonte: Registro próprio (202x).



Figura 12 – Integração do sistema de irrigação

Fonte: Registro próprio (202x).

Resultados e Discussão

Embora os resultados agrônômicos do cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) ainda estejam em fase de coleta e análise, os resultados técnicos referentes ao sistema de irrigação automatizado desenvolvido apresentam características notáveis com potencial impacto para a agricultura familiar. Esta seção descreve os principais atributos do sistema e discute suas implicações práticas e tecnológicas.

O principal resultado deste projeto, até o momento, é a implementação de um sistema de irrigação funcional e de baixo custo, cujas especificações técnicas são apresentadas na Tabela 1. O sistema foi projetado para operar em uma área de 4,5 m², dimensão compatível com pequenas hortas e cultivos de subsistência, característicos da agricultura familiar.

Tabela 1 – Especificações Técnicas do Sistema de Irrigação Automatizado

Características	Especificações	Implicação Prática
Custo de implementação	Baixo custo, feito com materiais caseiros como cano pvc, torneiras e parafusos	Viabiliza a adoção por produtores com recursos limitados.

Fonte de Energia	Flexível, Foi utilizado Paine Solar para alimentação da bateria Bateria Veicular	Garante autonomia energética e operacional mesmo em dias nublados ou em locais sem acesso à rede elétrica, utilizando recursos amplamente disponíveis no meio rural.
Área de cobertura	Aproximadamente 4,5m ²	Ideal para pequenas áreas de cultivo, permitindo a irrigação eficiente de canteiros ou lotes experimentais.
Controle do sistema	Circuito eletrônico adaptável	Permite que o produtor ajuste os parâmetros de irrigação (umidade para a irrigação) de acordo com as necessidades específicas da cultura e as condições climáticas locais.

Fonte: Autores (202x).

A funcionalidade de um sistema de irrigação de baixo custo, projetado para cobrir uma área modesta de aproximadamente 4,5 m², apresenta implicações técnicas e sociais significativas para a otimização de recursos hídricos e energéticos em contextos agrícolas. A concepção de um sistema acessível financeiramente é crucial para a democratização do acesso à tecnologia de irrigação, permitindo que pequenos produtores, com orçamentos restritos, possam implementar práticas de manejo de água mais eficientes

A flexibilidade na fonte de energia, que permite a operação tanto com painéis solares quanto com baterias de veículos, confere ao sistema uma robustez operacional notável. Esta característica é particularmente relevante em regiões com infraestrutura elétrica limitada ou intermitente, garantindo a continuidade da irrigação e, consequentemente, a estabilidade da produção agrícola. A utilização de baterias veiculares, um recurso comum e de fácil acesso em muitas comunidades rurais, reduz a barreira de entrada para a adoção de tecnologias de irrigação automatizada, ao mesmo tempo em que promove a autossuficiência energética do produtor.

Adicionalmente, a capacidade de o circuito eletrônico ser adaptado às necessidades específicas de cada produtor representa um avanço na personalização de soluções agrícolas. Esta

modularidade permite que o sistema seja ajustado para diferentes culturas, tipos de solo e condições climáticas, otimizando o uso da água e maximizando a eficiência da irrigação em pequena escala. A área de cobertura de 4,5 m², embora modesta, é ideal para o manejo preciso de canteiros ou parcelas experimentais, permitindo um controle rigoroso sobre os fatores de crescimento da planta e servindo como um modelo escalável para aplicações em áreas maiores.

As limitações do presente estudo incluem a ausência de dados conclusivos sobre o impacto direto do sistema na produtividade da cultura da mandioca, que será abordada em fases subsequentes da pesquisa. Contudo, a validação técnica do protótipo, conforme descrito, estabelece um fundamento para investigações futuras. Próximos passos incluem a avaliação do desempenho energético a longo prazo, a durabilidade dos componentes em condições de campo e a realização de estudos comparativos de eficiência hídrica e energética em relação a sistemas de irrigação convencionais.

Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e implementar um sistema de irrigação por aspersão automatizado, de baixo custo e adaptável, para o cultivo de mandioca em comunidades dos povos tradicionais, visando o fortalecimento da agricultura familiar e a segurança alimentar. A integração de um sistema eletrônico de bombeamento de água, previamente desenvolvido no IFPE, com componentes de irrigação por aspersão, resultou em um protótipo funcional que demonstra um potencial significativo para atender às necessidades de pequenos produtores.

Os resultados técnicos obtidos confirmam a viabilidade operacional do sistema. Sua concepção de baixo custo, utilizando materiais acessíveis, e a flexibilidade energética, que permite a operação tanto com painéis solares quanto com baterias de veículos, são características cruciais para a democratização do acesso à tecnologia de irrigação em contextos de recursos limitados e infraestrutura elétrica deficiente. A área de cobertura de aproximadamente 4,5 m² é adequada para o manejo de pequenas parcelas de cultivo, e a modularidade do circuito eletrônico possibilita sua adaptação às demandas hídricas específicas de diferentes culturas e condições locais, promovendo a autonomia e a apropriação tecnológica por parte dos produtores.

Embora o período de desenvolvimento não tenha permitido a avaliação conclusiva do impacto direto do sistema na produtividade e no crescimento da mandioca, os estudos técnicos

realizados indicam que a tecnologia desenvolvida representa um avanço importante. O sistema integrado estabelece uma base sólida para futuras validações agronômicas, que deverão quantificar os benefícios esperados na produtividade da mandioca e na eficiência do uso da água. A continuidade da pesquisa deverá focar na portabilidade do circuito, na avaliação da durabilidade dos componentes em campo e na realização de análises do crescimento da plantação ao longo do tempo.

Em suma, o protótipo desenvolvido oferece uma ferramenta tecnológica acessível e sustentável, capaz de complementar as práticas agrícolas tradicionais, sem comprometer a identidade cultural das comunidades indígenas. Acreditamos que este sistema tem o potencial de contribuir significativamente para a autonomia produtiva e a sustentabilidade da agricultura familiar, promovendo a resiliência frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela irregularidade pluviométrica.

Referências

COELHO FILHO, M. A. *Irrigação da cultura da mandioca*. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020.

EMBRAPA. *Agricultura Familiar – Sobre o Tema*. Brasília, DF: Embrapa, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agricultura-familiar/sobre-o-tema>. Acesso em: 5 out. 2025.

ENTRE SOLOS. *A contribuição das práticas agrícolas indígenas para a conservação da biodiversidade e o fortalecimento da agricultura familiar*. [S. l.], 2022. Disponível em: [URL não encontrada]. Acesso em: 5 out. 2025.

FIOCRUZ. *O papel simbólico e histórico da mandioca entre os povos originários*. [S. l.], 2023. Disponível em: [URL não encontrada]. Acesso em: 5 out. 2025.

IBGE. *Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

NUNES, J. L. da S. *Plantio da mandioca*. Agrolink, [s.d.]. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/mandioca/informacoes-da-cultura/pre-plantio-e-plantio/plantio-da-mandioca_438385.html. Acesso em: 5 out. 2025.

ODS BRASIL. *Objetivo 14: Vida na água*. Brasília, DF: IPEA, 2023. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=14>. Acesso em: 5 out. 2025.