

Da Produção à Conectividade: Automação de Sistemas Hidropônicos com Arduino

Luís Henrique S. M. dos Santos (IFPB, Pedras de Fogo), Lucas M. F. Lima (IFPB, Pedras de Fogo), Eduarda da S. Leocádio (IFPB, Pedras de Fogo), João Pedro C. Maciel (IFPB, Pedras de Fogo), Marcos H. P. do Santos (IFPB, Pedras de Fogo), Roberto Ranniere C. de França (IFPB, Pedras de Fogo).

E-mails: sales.luis@academico.ifpb.edu.br, lucas.mikael@academico.ifpb.edu.br, leocadio.eduarda@academico.ifpb.edu.br, cavalcante.pedro@academico.ifpb.edu.br, marcos.santos.2@academico.ifpb.edu.br, roberto.franca@ifpb.edu.br.

Área de conhecimento: 1.03.00.00-7 Ciência da Computação.

Palavras-chave: automação; sensores; monitoramento ambiental; sustentabilidade; controle de variáveis; cultivo urbano.

1. Introdução

A hidroponia é uma técnica de cultivo inovadora que dispensa o uso do solo, utilizando soluções nutritivas cuidadosamente preparadas para fornecer os nutrientes essenciais diretamente às plantas. Essa prática permite o controle preciso do ambiente de cultivo, garantindo maior produtividade e qualidade dos alimentos, com menor consumo de água e espaço em comparação aos métodos convencionais (FURLANI, 1999). Além disso, a hidroponia possibilita a produção de hortaliças e outros vegetais em áreas urbanas, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental (SILVA; ALVES; ROCHA, 2017). Com o avanço da tecnologia, sistemas hidropônicos podem ser integrados a soluções de automação, como o uso de microcontroladores Arduino, ampliando o controle sobre variáveis como pH, condutividade elétrica e irrigação (SANTOS, 2021). Assim, a hidroponia se consolida como uma alternativa promissora para o cultivo eficiente e sustentável de alimentos.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema hidropônico automatizado utilizando a plataforma Arduino e sensores específicos, com foco no monitoramento e controle de variáveis críticas do cultivo, como condutividade elétrica, pH, nível de líquido e temperatura, visando maior eficiência, acessibilidade e sustentabilidade na produção de alimentos.

2. Materiais e Métodos

A metodologia científica aplicada neste estudo segue uma abordagem experimental de caráter exploratório e tecnológico. A pesquisa envolveu a construção, programação e teste de um protótipo funcional de sistema hidropônico automatizado, com base em observações práticas e validação empírica por meio de testes controlados. O procedimento foi conduzido de forma sistemática, com definição dos materiais utilizados, detalhamento das etapas de montagem, integração dos sensores, desenvolvimento de software e calibração dos componentes, permitindo a replicação e a análise dos resultados obtidos.

2.1 Materiais

Para o desenvolvimento do sistema de hidroponia automatizado com Arduino foram utilizados os seguintes componentes:

Estrutura do sistema hidropônico: reservatório principal (capacidade de 10 litros); Canais de cultivo (tubos reciclados de garrafas PET com furos espaçados para as plantas); Bomba submersível para circulação da solução nutritiva; Mangueiras e conexões hidráulicas.

Componentes eletrônicos e sensores: Arduino Uno: microcontrolador responsável pelo processamento e controle; Sensor de condutividade elétrica (EC): para monitoramento da concentração de nutrientes na solução; sensor de pH; Sensor de nível de líquido: para detecção do nível da solução no reservatório e acionamento das bombas; Sensor de temperatura: para medição da temperatura da solução nutritiva; Revezadores e relés: para acionamento das bombas e controle de irrigação; Fonte de alimentação: para energização dos componentes eletrônicos e das bombas; Cabo USB e jumpers: para comunicação e conexão entre os componentes.

2.2 Métodos

Com o objetivo de automatizar o sistema hidropônico proposto, as etapas metodológicas seguiram uma abordagem experimental aplicada, conforme descrito a seguir.

Montagem da estrutura física: O sistema hidropônico foi montado com tubos de garrafas PET recicladas conectadas ao reservatório por meio de bombas submersíveis, garantindo o fluxo constante da solução nutritiva. Os furos nos tubos permitiram o cultivo de mudas hidropônicas.

Integração do Arduino e sensores: O Arduino Uno foi programado para ler os dados dos sensores: o sensor de condutividade elétrica foi calibrado e conectado às entradas analógicas para monitorar a concentração da solução nutritiva; O sensor de pH pode indicar a neutralidade, acidez ou mesmo a alcalinidade de uma solução líquida. O sensor de nível foi instalado no

reservatório para verificar o volume de líquido disponível e acionar a bomba de reposição, caso necessário; O sensor de temperatura foi inserido na solução para monitorar a temperatura e acionar alertas em caso de variações fora do intervalo ideal.

Desenvolvimento do software: o código Arduino foi escrito em linguagem C++, utilizando a IDE do Arduino, e incluiu: leitura periódica dos sensores e registro dos valores; Controle do acionamento das bombas de irrigação e alertas; Exibição das informações no monitor serial e, opcionalmente, em uma interface WEB.

Testes e calibração: foram realizados testes de calibração do sensor de condutividade elétrica e pH com soluções de referência tipo tampão, o eletrodo do sensor de pH foi mergulhado nas soluções, como pode ser visto na tabela 1, e então o ajuste de ganho e o zero do amplificador de trans impedância foram resetados. Neste momento, com a leitura do sensor efetuada pelo microcontrolador e lida via comunicação Serial, o ajuste de zero foi feito. No caso no sensor de condutividade TDS(Total de Sólidos Dissolvidos) foi calibrado, como pode ser visto na tabela 2, para o cultivo estudado, foi determinado uma tolerância entre 330ppm e 430ppm.

As Tabelas 1 e 2 indicam valores de calibração dos sensores de pH e condutividade respectivamente.

Tabela 1 – Calibração com sensor pH.

	Amostras(pH)			Media(pH)
Ensaio 1	12,23	12,07	12,11	12,13
Ensaio 2	7,11	7,24	7,26	7,20
Ensaio 3	6,88	6,93	6,98	6,93

Tabela 2 – Calibração com sensor de condutividade elétrica.

	Amostras(ppm)			Media(ppm)
Ensaio 1	353	359	361	357
Ensaio 2	652	645	655	650
Ensaio 3	1155	1162	1159	1158

Este conjunto de etapas resultou na construção de um protótipo funcional de hidroponia automatizada, capaz de monitorar e controlar variáveis críticas para o cultivo sustentável de plantas.

3. Resultados e Discussão

Os testes preliminares realizados com o protótipo do sistema hidropônico automatizado com Arduino demonstraram, até o momento, a viabilidade e a eficiência da integração entre os sensores e a plataforma de automação (Figura 1).

A Figura 1 – Protótipo de sistema hidropônico.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

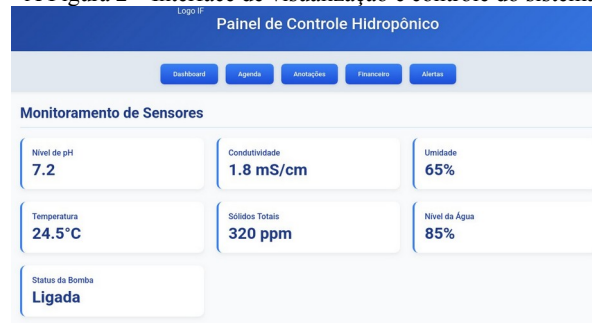
Tanto o sensor de condutividade elétrica quanto o de pH apresentaram leituras consistentes da concentração de nutrientes na solução nutritiva, permitindo ajustes manuais e automáticos para manter os níveis ideais (SANTOS, 2021).

O sensor de nível de líquido funcionou de forma satisfatória, monitorando o volume da solução no reservatório e acionando o sistema de reposição sempre que necessário. Este controle automático evitou falhas no fornecimento de nutrientes para as plantas, minimizando desperdícios e garantindo a continuidade do cultivo.

Além da funcionalidade dos sensores, a programação desenvolvida para o Arduino garantiu a automação do sistema, acionamentos programados e com leituras periódicas de forma local ou remota através de interface web(Figura 2). O monitor

serial do Arduino exibiu os dados em tempo real, e o código também pode ser adaptado para incluir alarmes ou sistemas de notificação remota.

A Figura 2 – Interface de visualização e controle do sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Esses resultados indicam que a automação com Arduino oferece uma solução prática e de baixo custo para o controle de variáveis críticas em sistemas hidropônicos. O sistema desenvolvido é escalável e pode ser adaptado para incluir sensores adicionais, como sensores de luminosidade, ampliando ainda mais o potencial de automação e sustentabilidade do cultivo.

4. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema hidropônico automatizado com Arduino, e os resultados obtidos confirmam a viabilidade técnica e funcional da proposta. A solução demonstrou ser eficiente, acessível e adaptável ao monitoramento de variáveis essenciais no cultivo hidropônico.

A integração de sensores de condutividade elétrica, pH, nível de líquido e temperatura possibilitou o ajuste e o gerenciamento automático da solução nutritiva, garantindo o fornecimento adequado de água e nutrientes às plantas. A automação do processo reduziu significativamente a necessidade de intervenção humana, minimizou falhas operacionais e favoreceu o uso racional de recursos.

Além disso, a modularidade do sistema baseado em Arduino permite futuras expansões, como a inclusão de sensores de luminosidade e conexão com plataformas IoT para monitoramento remoto e análise de dados em tempo real. Apesar dos avanços obtidos, recomenda-se, em estudos futuros, a incorporação de soluções energéticas renováveis e algoritmos preditivos para otimização do desempenho.

Este projeto evidencia o potencial transformador da automação na agricultura moderna, demonstrando que tecnologias simples e de baixo custo podem tornar práticas agrícolas mais inteligentes, eficientes e alinhadas aos princípios da sustentabilidade.

Agradecimentos

Ao CNPQ e o Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Campus Pedras de Fogo, pelo apoio com material humano e instalações disponibilizados para a realização desta pesquisa.

Referências

FURLANI, P. R. *Hidroponia: cultivo sem solo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1999.

SANTOS, J. P. Automação de sistemas hidropônicos utilizando arduino. *Revista de Tecnologia Aplicada*, v. 9, n. 2, p. 45–52, 2021.

SILVA, G. F. da; ALVES, E. R.; ROCHA, M. G. Cultivo hidropônico: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 2, p. 67–75, 2017.