

Sistema de Automação e Monitoramento de Irrigação Em Uma Horta Comunitária

Thiago de Santana Souza¹ 

Resumo

Atualmente, a irrigação é essencial para o desenvolvimento de diversas culturas agrícolas. Antigamente não era possível produzir alimentos em muitas regiões do mundo, devido à falta de chuvas em determinadas épocas do ano. Hoje, a irrigação mudou esse cenário, proporcionando cultivo o ano todo. No entanto, muitos agricultores não possuem conhecimento técnico para gerir corretamente esta prática. Assim, irrigam empiricamente e acabam prejudicando o solo e as lavouras, desperdiçando água e energia elétrica. Dada a atual escassez de água, é essencial que a água seja utilizada de forma consciente e precisa. Como resultado, foi desenvolvido um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, que ajuda os agricultores a otimizar o uso da água nas práticas agrícolas. Este protótipo foi instalado em uma escola estadual (CEPARD) da cidade de Lagarto/SE, com o objetivo de irrigar uma horta cultivada por alunos do ensino médio em disciplina optativa.

Palavras-chave

Irrigação automatizada — Agricultura sustentável — Monitoramento de umidade do solo.

¹ Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Av. Murilo Dantas Braz, 300, Farolândia, ZIP Code: 49032-490 – Sergipe/SE, Brasil

*Autor Correspondente: thiagosantana063@gmail.com

Recebido: 16 / Março / 2024 — Revisado: 30 / Abril / 2024 — Aceito: 12 / Março / 2025 — Publicado: 28 / Maio / 2025

1. Introdução

A agricultura moderna enfrenta o desafio de produzir alimentos em quantidade suficiente para atender à demanda crescente da população mundial, prevista para atingir 9,1 bilhões até 2050, com recursos hídricos cada vez mais escassos [1]. A irrigação, responsável pelo maior uso de água doce disponível na agricultura, desempenha um papel crucial na produtividade agrícola, consumindo cerca de 70% dos recursos hídricos globais [1].

Neste contexto, o desenvolvimento e a implementação de sistemas de irrigação inteligentes, que otimizam o uso da água através da automação e monitoramento precisos das condições do solo e climáticas, emergem como soluções essenciais para a sustentabilidade da agricultura [2-4].

A adoção de tecnologias avançadas, como IoT e IA, na

gestão da irrigação permite uma aplicação mais eficaz da água, reduzindo o desperdício e melhorando a eficiência do uso dos recursos hídricos.

Estudos recentes demonstram que sistemas de irrigação automatizados e inteligentes podem significativamente melhorar o desempenho do crescimento das culturas, ao mesmo tempo em que minimizam o uso de água e energia [2, 5, 6]. Contudo, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios, como os altos custos de instalação e a falta de conhecimento técnico por parte de alguns agricultores, o que pode limitar o acesso a essas soluções inovadoras [3].

Além disso, a adequação das tecnologias às diversas condições agrícolas e a necessidade de sistemas personalizados para diferentes culturas e solos destacam a importância da pesquisa e desenvolvimento contínuos na área de irrigação inteligente [7, 8].

O uso da plataforma Arduino, escolhida para o desenvolvimento do projeto, exemplifica a busca por soluções de baixo custo e alta eficiência para a automação da irrigação. Dispositivos eletrônicos desenvolvidos com base no Arduino demonstram que é possível alcançar um controle preciso e automatizado da irrigação a custos acessíveis, tornando a tecnologia uma aliada valiosa para agricultores de pequeno a grande porte, em busca de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes [9].

Diante do exposto, o desenvolvimento deste sistema de irrigação automatizado, controlado pelo microcontrolador Arduino Mega 2560, representa uma contribuição relevante para o campo da agricultura sustentável. O sistema proposto visa não apenas melhorar a eficiência da irrigação e a produtividade agrícola, mas também contribuir para a conservação dos recursos hídricos, um desafio para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar global.

2. Experimental

2.1 Montagem e componentes

Para o desenvolvimento do protótipo do sistema de irrigação automatizado em uma horta comunitária 1, implementado no Colégio Professor Abelardo Romero Dantas, no município de Lagarto/SE, uma variedade de componentes eletrônicos e mecânicos foi cuidadosamente selecionada e integrada. Os componentes utilizados estão apresentados na Figura 1.

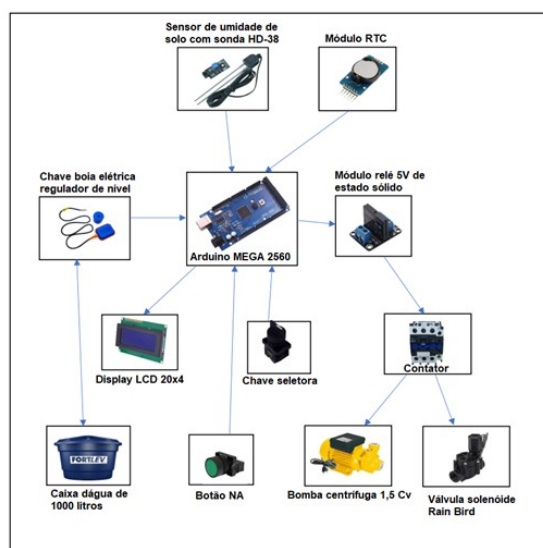


Figura 1. Componentes do sistema de irrigação automatizado implementado na horta comunitária.

2.1.1 Arduino MEGA 2560

Serviu como o principal controlador do sistema, escolhido pela sua robusta capacidade de processamento e abundância de

entradas/saídas. Essa escolha permitiu uma flexibilidade sem precedentes na programação de tarefas complexas de irrigação, fazendo do Arduino MEGA 2560 o cérebro operacional do sistema.

2.1.2 Módulo RTC (Real Time Clock)

Essencial para a manutenção precisa do tempo, o módulo RTC foi implementado para garantir que o agendamento da irrigação ocorresse nos momentos mais oportunos, considerando as variáveis ambientais e as necessidades específicas das culturas.

2.1.3 Sensor de umidade do solo com sonda HD-38

Este componente foi vital para monitorar as condições de umidade do solo, permitindo ajustes automáticos no cronograma de irrigação com base nas leituras obtidas. A precisão deste sensor assegurou uma gestão eficiente da água, minimizando desperdícios.

2.1.4 Display LCD 20x4

Forneceu uma interface visual intuitiva, exibindo informações críticas como a leitura atual de umidade e o status do sistema. Este componente facilitou a interação do usuário com o sistema, permitindo ajustes manuais quando necessário.

2.1.5 Módulos relé

Empregados para o controle dinâmico da válvula solenóide e da bomba centrífuga, os módulos relé desempenharam um papel fundamental na ativação e desativação desses componentes conforme a demanda por irrigação.

2.1.6 Sistema de alimentação

Composto por uma fonte de alimentação de 9V Dc, uma válvula solenóide Rain Bird de 12V Dc, e um transformador de 127v para 12V, este conjunto garantiu o fornecimento contínuo de energia elétrica necessário para o funcionamento do sistema.

2.1.7 Bomba Centrífuga de 1,5 Cv (220v / 380v)

Responsável pelo eficiente deslocamento da água do reservatório para a horta, esta bomba foi essencial para a execução prática da irrigação automatizada.

2.1.8 Componentes adicionais

A implementação bem-sucedida do sistema também contou com a inclusão de uma chave seletora, três botões NA (Normalmente Aberto), um disjuntor bifásico, um contator, três barramentos, uma chave boia elétrica para controle de nível da água, uma caixa d'água de 1000 litros, e diversos jumpers para conexões internas, assegurando a integração e operação efetiva de todos os componentes.

A seleção criteriosa e a integração desses componentes no desenvolvimento do sistema de irrigação automatizado ilustram um avanço significativo na aplicação de tecnologias

de automação para a gestão sustentável da água na agricultura, demonstrando o potencial para melhorias na eficiência hídrica e na produtividade agrícola.

2.2 Funcionalidades e operação

O sistema foi programado para oferecer ao usuário três opções de operação: configuração, automática, ou manual. Isso permite flexibilidade e adaptabilidade, com a capacidade de alterar configurações ou intervir manualmente conforme necessário. As opções de operação e as configurações são acessíveis através de um painel de controle customizado, conforme Figura 2.



Figura 2. Quadro de comando.

No modo automático, informações como o horário, data, umidade do solo e o status operacional da bomba centrífuga e da válvula solenóide são exibidas. O sistema automaticamente ajusta a irrigação com base na umidade do solo detectada, garantindo que as plantas recebam a quantidade ideal de água.

2.3 Monitoramento e ajustes da umidade do solo

O sistema possui sensores e atuadores que em conjunto desenvolvem o melhor desempenho, cumprindo o requisito pré-estabelecido na programação, tendo o controle da umidade um dos principais pontos de estudo deste sistema. Sendo que cada espécie de planta tem uma indicação particular para sua irrigação, mas algumas recomendações são gerais, com isso utiliza-se módulo RTC para determinar um horário mais adequado para irrigação, podendo ser observado na Tabela 1, os horários escolhidos para o cultivo da horta.

Tabela 1. Faixa de horários adequada para irrigação.

Horário de irrigação	Faixa de horário
Manhã	$5h \leq \text{horário} \leq 8h$
Tarde	$14h \leq \text{horário} \leq 18h$

Com a pesquisa realizada percebeu-se que os melhores períodos para irrigar as plantas são as primeiras horas da manhã e no final da tarde, após as 14 horas. Evitando assim molhar as plantas em horários muito quentes, pois a água evapora muito rápido gerando assim um consumo elevado é ineficiente. Irrigar pela noite também não é indicado, pois a absorção da água é menor, fazendo com que as folhas demorem muito para secar, podendo assim gerar algumas bactérias prejudicando o crescimento das plantas ou até perda total, causando prejuízo.

Além do horário é importante realizar a leitura da umidade então, o sensor de umidade de solo com sonda HD-38 que é responsável pela leitura da variável umidade do solo, constituído por duas sondas no qual se passa corrente através do solo, e em seguida, lê-se a resistência para obter o nível de umidade. Quanto maior for a quantidade de água no solo mais facilmente será conduzida a eletricidade gerando assim uma menor resistência, enquanto o solo seco tem necessidade de conduzir eletricidade, o que ocasiona maior resistência.

A faixa de umidade do solo é obtida empiricamente, inserindo o sensor de umidade no solo, quando o solo se encontra seco, ele obterá um valor alto no qual se lê de 0 à 1023, pois são valores analógicos, depois liga-se manualmente o sistema de irrigação até que o solo tenha umidade suficiente para o desenvolvimento da planta, os valores determinados para o sistema são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Umidade do solo.

Condições do solo	Faixa de umidade
Solo molhado	$\text{umidade} \leq 270$
Solo seco	$\text{umidade} \geq 310$

Dessa forma, caso seja necessário que a planta receba água, estando todas as condições determinadas anteriormente satisfeitas, a bomba centrífuga de 1,5 CV realiza o deslocamento da água e a válvula solenóide é acionada para liberação da passagem da água para a horta. A válvula é controlada por acionamento de relé. É com isso que o ciclo se repete, realizando assim a irrigação da horta localizada no CEPARD.

3. Resultados

A implementação do sistema de irrigação automatizado, com base no microcontrolador Arduino MEGA 2560, em uma horta comunitária resultou em significativas observações experimentais e técnicas ao longo do período de teste. Inicialmente,

adaptações, incluindo a instalação de válvulas solenóides, foram necessárias para aprimorar o controle e o desempenho do sistema.

A análise visual do crescimento das hortaliças e legumes, registrada nas Figuras 3, indicou um desenvolvimento saudável e progressivo das plantas, demonstrando a eficácia do sistema em prover as necessidades hídricas das culturas desde a primeira até a terceira semana de instalação.

O uso de um datalogger provisório permitiu a coleta e análise detalhada dos níveis de umidade do solo, estabelecendo um registro empírico do comportamento do sistema sob diferentes condições. Os dados coletados (Tabela 3) indicaram que o sistema manteve a umidade do solo dentro da faixa ideal (270 a 310), validando a capacidade do Arduino MEGA em executar as leituras dos sensores de forma precisa e confiável.

Tabela 3. Dados obtidos no datalogger implementado no sistema

Data	Umidade da horta (Valor analógico)
(9/10/2023)	300
(10/10/2023)	285
(11/10/2023)	308
(12/10/2023)	282
(13/10/2023)	345
(14/10/2023)	293
(15/10/2023)	332
(16/10/2023)	273

Na Figura 4 é apresentada a variação da umidade da horta, medida como valores analógicos, ao longo de um período de oito dias, de 9 de outubro de 2023 a 16 de outubro de 2023.

Observa-se que a umidade do solo flutua em um intervalo específico ao longo do período monitorado. Essas variações na umidade podem ser atribuídas a diversos fatores, incluindo as condições meteorológicas prevalentes, a eficácia do sistema de irrigação automatizado em responder a essas condições e possivelmente as necessidades específicas de água das culturas plantadas na horta.

A capacidade do sistema de ajustar a irrigação baseada na umidade do solo é crucial para evitar tanto o excesso quanto a deficiência de água, garantindo que as plantas recebam a quantidade ideal para seu crescimento saudável.

O uso de um sistema de irrigação automatizado, como indicado pelos dados coletados e representados neste gráfico, demonstra a importância de monitorar e ajustar continuamente a irrigação para manter a saúde das plantações. A flutuação dos valores de umidade ao longo dos dias destaca a adaptabilidade do sistema em manter as condições ideais de cultivo, essencial para a agricultura sustentável e eficiente.

Além disso, o sistema foi projetado com mecanismos de



Figura 3. Evolução da horta sob irrigação automatizada (a) horta na primeira semana após instalação do sistema de irrigação; (b) horta na terceira semana de irrigação.

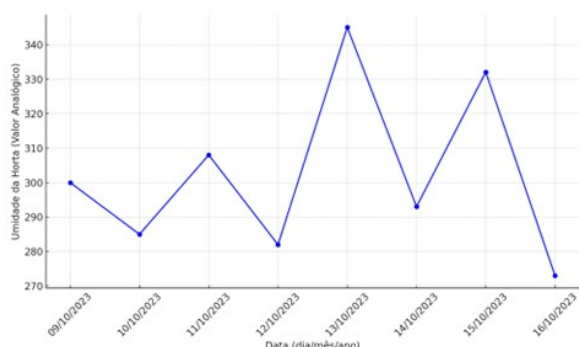


Figura 4. Variação diária da umidade do solo.

segurança que desligam a bomba de água na ausência de água no reservatório, prevenindo possíveis danos ao equipamento. Esse recurso assegura que a bomba seja reativada apenas quando houver água suficiente, contribuindo para a sustentabilidade e longevidade do sistema de irrigação.

Os resultados obtidos enfatizam a viabilidade e eficiência de sistemas de irrigação inteligentes na otimização do uso de recursos hídricos na agricultura, evidenciando um caminho promissor para o avanço da automação agrícola e gestão sustentável da água.

4. Conclusão

Diante dos crescentes desafios associados à demanda por alimentos e à escassez de recursos hídricos, a implementação de sistemas de irrigação inteligentes emerge como um componente crucial para o futuro da agricultura sustentável.

Estes sistemas, caracterizados pela sua capacidade de automação e precisão no monitoramento, representam uma mudança paradigmática na gestão dos recursos naturais, permitindo uma utilização mais eficiente da água e maximização da produtividade agrícola.

A transição para práticas agrícolas mais inteligentes e eficazes é uma resposta direta às necessidades impostas pelo crescimento populacional e pela limitação dos recursos disponíveis.

Este estudo sublinha a importância da inovação e da aplicação de tecnologias avançadas, como IoT e IA, no desenvolvimento de sistemas de irrigação que não só melhoram o desempenho das culturas através da otimização do uso de água e energia, mas também promovem a sustentabilidade ambiental.

Apesar dos desafios inerentes, como os altos custos de implementação e a necessidade de expertise técnica, os benefícios potenciais desses sistemas para a agricultura são evidentes. Eles oferecem uma solução viável para aumentar a eficiência da produção agrícola, ao mesmo tempo em que reduzem o impacto ambiental associado às práticas tradicionais de irrigação.

A continuidade da pesquisa e do desenvolvimento nes-

tas tecnologias é essencial para enfrentar os desafios futuros da segurança alimentar e da gestão sustentável dos recursos hídricos. A colaboração entre diferentes setores, incluindo pesquisadores, agricultores, desenvolvedores tecnológicos e políticos, será fundamental para aproveitar plenamente os benefícios da irrigação inteligente.

A implementação de sistemas baseados em microcontroladores, como o Arduino Mega 2560, exemplifica as possibilidades de inovação no campo, sugerindo um caminho promissor para uma agricultura mais produtiva e sustentável, capaz de atender às demandas de uma população em crescimento sem comprometer os recursos do planeta.

Acknowledgements

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Sergipe.

Referências

- [1] Food e Agriculture Organization of the United Nations. *How to feed the world in 2050*. 2009. URL: <https://www.fao.org/3/a-ak925e.pdf>.
- [2] J. J. Kponyo et al. "An Intelligent Irrigation System for Rural Agriculture". Em: *International Journal of Applied Agricultural Sciences* 5.3 (2019). DOI: 10.11648/J.IJAAS.20190503.13.
- [3] A. Manchanda. "Smart Irrigation System for Indian Agriculture". Em: *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* (2021). DOI: 10.22214/ijraset.2021.36349.
- [4] V. Ramachandran et al. "Exploiting IoT and Its Enabled Technologies for Irrigation Needs in Agriculture". Em: *Water* (2022). DOI: 10.3390/w14050719.
- [5] L. García et al. "IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture". Em: *Sensors (Basel, Switzerland)* 20.1042 (2020). DOI: 10.3390/s20041042.
- [6] R. Khebbache et al. "The Recent Technological Trends of Smart Irrigation Systems in Smart Farming: A Review". Em: *International Journal of Computing and Digital Systems* (2023). DOI: 10.12785/ijcds/1401104.
- [7] N. K. Nawandar e V. Satpute. "IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system". Em: *Comput. Electron. Agric.* 162 (2019), pp. 979–990. DOI: 10.1016/J.COMPAG.2019.05.027.

- [8] A. Vij et al. “IoT and Machine Learning Approaches for Automation of Farm Irrigation System”. Em: *Procedia Computer Science* (2020). DOI: 10.1016/j.procs.2020.03.440.
- [9] A. Boursianis et al. “Smart Irrigation System for Precision Agriculture—The AREThOU5A IoT Platform”. Em: *IEEE Sensors Journal* 21 (2021), pp. 17539–17547. DOI: 10.1109/JSEN.2020.3033526.