



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EMANUEL VICTOR SOUSA SILVA

CONTROLE E SENSORIAMENTO DE UM SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO USANDO NODEMCU E APLICATIVO MÓVEL

TERESINA

2023

EMANUEL VICTOR SOUSA SILVA

CONTROLE E SENSORIAMENTO DE UM SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO USANDO NODEMCU E APLICATIVO MÓVEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal do Piauí –
Campus Teresina Central, como requisito
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Otílio Paulo da Silva
Neto

TERESINA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Emanuel Victor Sousa

S586c Controle e sensoriamento de um sistema de irrigação usando
NodeMCU e aplicativo móvel / Emanuel Victor Sousa Silva. - 2023.
42 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central, 2023.

Orientador : Prof Dr. Otílio Paulo da Silva Neto.

1. Dispositivo para leitura de sensores (NodeMCU). 2. Microcontrolador
de bombas e motores (NodeMCU). 3. Sistema de irrigação automatizada .
4. Agricultura - Automação. I.Título.

CDD - 620

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

EMANUEL VICTOR SOUSA SILVA

CONTROLE E SENSORIAMENTO DE UM SISTEMA DE
IRRIGAÇÃO USANDO NODEMCU E APLICATIVO MÓVEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal do Piauí –
Campus Teresina Central, como requisito
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 31/05/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Otilio Paulo da Silva Neto (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof Ma. Ana Cláudia Galvão Xavier
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof Me. Rogério da Silva Batista
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos pais e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, pelos ensinamentos, em especial ao professor Dr. Otília, que deu um apoio essencial nessa jornada.

Aos familiares e amigos, por torcerem por mim e dar o apoio necessário para que eu chegasse até aqui, e o mais importante a Deus, pois é Ele que tem me dado forças e conduzido minha vida ao longo de todo esse tempo.

“Tudo o que fizerem, façam de
todo o coração, como para o
Senhor, e não para os homens”.
Colossenses 3 :23

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado de irrigação baseado no microcontrolador NodeMCU ESP8266, integrado a sensores de umidade do solo e a um aplicativo móvel desenvolvido na plataforma *Blynk*. O objetivo principal consiste em implementar uma solução de baixo custo que possibilite o monitoramento em tempo real da umidade do solo e o acionamento remoto de uma bomba hidráulica, promovendo economia de água e eficiência no manejo da irrigação em pequenas propriedades e jardins. A metodologia adotada envolveu a prototipagem eletrônica, a programação do NodeMCU na plataforma Arduino IDE e a realização de testes em ambiente controlado. Os resultados demonstraram que o sistema é funcional, responsivo e capaz de manter a umidade do solo dentro de limites pré-estabelecidos, além de oferecer notificações automáticas e acionamento manual pelo usuário. Conclui-se que a proposta representa uma alternativa viável para automação da irrigação, com potencial de expansão mediante integração a novos sensores e serviços de previsão climática.

Palavras-chave: aplicativo móvel; automação; irrigação; NodeMCU; sensores.

ABSTRACT

This study presents the development of an automated irrigation system based on the NodeMCU ESP8266 microcontroller, integrated with soil moisture sensors and a mobile application developed on the Blynk platform. The main objective is to implement a low-cost solution that enables real-time monitoring of soil moisture and the remote activation of a hydraulic pump, promoting water savings and efficiency in irrigation management for small properties and gardens. The adopted methodology involved electronic prototyping, NodeMCU programming in the Arduino IDE platform, and tests carried out in a controlled environment. The results demonstrated that the system is functional, responsive, and capable of maintaining soil moisture within predefined limits, in addition to providing automatic notifications and manual activation by the user. It is concluded that the proposed solution represents a feasible alternative for irrigation automation, with potential for expansion through the integration of new sensors and weather forecast services.

Keywords: application; automation; irrigation; NodeMCU; sensors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Irrigação por aspersão.....	20
Figura 2 – Irrigação por microaspersão	20
Figura 3 – Irrigação por sulcos	21
Figura 4 – Esquema de irrigação	22
Figura 5 – Irrigação Gotejamento	23
Figura 6 – NodeMCU	25
Figura 7 – Sensor de umidade.....	26
Figura 8 – Relé	27
Figura 9 – Mini motor bomba.....	28
Figura 10 – Esquema eletrônico no Fritzing.....	29
Figura 11 – Circuito (Esquema eletrônico Real).....	29
Figura 12 – Interface Inicial do Blynk	32
Figura 13 – Gráfico de variação de umidade do solo e ambiente	332
Figura 14 – Interface IOT Plant Monitoring.....	34
Figura 15 – Tela de notificação do Blynk	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IOT	Internet das Coisas
NodeMcu	Unidade de microcomputador
C++	Linguagem de programação
DC	Corrente Contínua
AC	Corrente Alternada

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1.1 MOTIVAÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	15
2.3 JUSTIFICATIVA	15
3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	19
3.2 IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO	20
3.3 IRRIGAÇÃO POR SULCO.....	21
3.4 IRRIGAÇÃO POR SUBIRRIGAÇÃO	21
3.5 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	22
4 METODOLOGIA E APLICAÇÃO	24
4.1 ESQUEMATIZAÇÃO DO PROJETO	24
4.1.1 NodeMCU.....	24
4.1.2 Sensor de umidade do solo.....	25
4.1.3 Relé.....	26
4.1.4 Mini motor bomba.....	27
4.2 FUNÇÕES E ESTRUTURA	28
4.2.1 Principais funções	28
4.2.2 Estrutura	29
4.3 PROGRAMAÇÃO E APLICATIVO	30
4.3.1 Programação na IDE Arduino	30
4.3.2 Blynk	31
5 RESULTADOS	33
6 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXO	39

INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

A necessidade de otimizar o uso da água na agricultura e reduzir o desperdício desse recurso natural tão importante é um dos principais objetivos deste trabalho. A irrigação é uma prática fundamental para o cultivo de plantas, mas muitas vezes é realizada de forma inadequada, levando a um consumo excessivo de água e desperdício desse recurso. Por outro lado, a falta de irrigação adequada pode levar à perda de plantas e diminuição da produtividade agrícola.

Nesse sentido, a utilização de tecnologias como sensores de umidade do solo, temperatura e umidade do ar, combinados com um sistema de irrigação controlado por um microcontrolador, pode permitir uma irrigação mais precisa e eficiente, evitando o desperdício de água e maximizando a produção agrícola.

Além disso, a utilização de um aplicativo móvel para monitorar e controlar o sistema de irrigação permite uma gestão mais eficiente e remota da irrigação, facilitando a vida do agricultor e otimizando o tempo de trabalho, sendo necessário buscar soluções tecnológicas sustentáveis e eficientes para a agricultura, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para o aumento da produtividade agrícola de forma consciente e responsável.

A irrigação é uma prática agrícola fundamental para o cultivo de plantas em diversas regiões, principalmente em áreas onde a precipitação pluviométrica é insuficiente ou irregular. A utilização de sistemas de irrigação permite o fornecimento de água de forma controlada e eficiente, proporcionando às plantas as condições necessárias para o seu desenvolvimento. Além disso, a irrigação pode aumentar a produtividade agrícola, permitindo o cultivo de espécies que não seriam viáveis em condições de seca. No entanto, é importante que a irrigação seja realizada de forma adequada, evitando o desperdício de água e maximizando a eficiência do processo (Mello, 2013, p. 1).

Existem diferentes tipos de irrigação que variam de acordo com as características da área a ser irrigada e com as necessidades das culturas. Alguns dos principais tipos de irrigação são a irrigação por aspersão, um método que utiliza aspersores para distribuir a água sobre a cultura, podendo ser utilizado em diferentes tipos de solo e de culturas, mas tende a desperdiçar mais água do que outros métodos; a irrigação por gotejamento, um método que utiliza tubos perfurados para distribuir a água diretamente na base das plantas, eficiente em termos de uso da água e adequado para culturas que precisam de uma irrigação mais localizada; a irrigação por superfície, um método que utiliza sulcos ou canais para distribuir a

água na superfície do solo, adequado para áreas com baixo declive e solo permeável, mas tende a ter uma eficiência menor do que outros métodos; e a irrigação por subirrigação, um método que utiliza um sistema de drenagem subsuperficial para irrigar as raízes das plantas, adequado para áreas com alto lençol freático e culturas que se desenvolvem em áreas úmidas.

A agricultura irrigada tem sido uma importante atividade econômica em diversos países, incluindo o Brasil. No país, a irrigação é responsável pela produção de uma grande variedade de culturas, incluindo arroz, cana-de-açúcar, frutas, hortaliças e grãos, entre outros. A irrigação também contribui para o aumento da produtividade agrícola, permitindo a produção de alimentos em áreas com solos menos férteis e condições climáticas desfavoráveis. Além disso, a agricultura irrigada pode gerar emprego e renda em regiões menos desenvolvidas do país, promovendo a inclusão social e reduzindo as desigualdades regionais (Gomes; Souza, 2015, p. 1).

A importância da irrigação para a economia brasileira é grande, especialmente para a agricultura. A irrigação permite que áreas, antes improdutivas, possam ser utilizadas para a produção de alimentos e outros cultivos, aumentando a produtividade e gerando renda. Além disso, a irrigação pode ajudar a reduzir a dependência de fatores climáticos imprevisíveis, como a ocorrência de secas, que podem afetar a produção de alimentos e gerar prejuízos econômicos.

As soluções de automação de irrigação são sistemas que automatizam o processo de irrigação de plantas ou culturas. Esses sistemas utilizam sensores para monitorar a umidade do solo, a temperatura e outros fatores ambientais, e usam essas informações para determinar a quantidade ideal de água necessária para irrigar as plantas.

Algumas das soluções de automação de irrigação mais comuns incluem sistemas de temporização, que irrigam as plantas em horários pré-programados; sistemas baseados em sensores, que usam sensores para monitorar as condições do solo e ajustar automaticamente o tempo e a quantidade de água; e sistemas de irrigação por gotejamento, que fornecem água diretamente às raízes das plantas de forma lenta e controlada.

As soluções de automação de irrigação podem ajudar a reduzir o consumo de água, diminuir os custos de irrigação e melhorar a eficiência da produção agrícola. Além disso, esses sistemas podem ser controlados remotamente por meio de dispositivos móveis, permitindo que os agricultores monitorem e controlem a irrigação de suas plantas a partir de qualquer lugar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Automatizar e otimizar o processo de irrigação por meio da coleta de dados de vários sensores. O sistema visa fornecer um abastecimento de água preciso e eficiente às plantas de acordo com suas necessidades e condições ambientais, por meio do controle de abertura e fechamento de válvulas de irrigação. O sistema também visa coletar dados sobre o solo e as condições ambientais, como umidade, para ajustar o sistema de irrigação de acordo. O aplicativo móvel fornece uma interface fácil de usar para os usuários monitorarem e controlarem o processo de irrigação remotamente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Controlar a programação de irrigação através do NodeMCU e do aplicativo móvel, permitindo o controle da irrigação.
- Monitorar e alertar, através de notificação por aplicativo móvel, quando houver escassez de água no sistema, ou algum problema que gerou tal baixa.
- Analisar a variação da umidade do solo em uma planta, de acordo com um determinado tempo e com as condições de umidade do ambiente.

2.3 JUSTIFICATIVA

A gestão eficiente do uso da água é essencial para o desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas e a redução do desperdício de água na irrigação é uma preocupação cada vez mais relevante.

Uma das soluções para a redução do desperdício de água na irrigação é a automação do sistema de irrigação. Isso permite que os agricultores economizem tempo e reduzam custos, eliminando a necessidade de monitoramento constante. Com a utilização de sensores, o agricultor pode monitorar o nível de água no solo e ajustar o sistema de irrigação em tempo real, evitando o excesso ou a falta de água nas plantas.

Outra vantagem da automação é o acesso remoto. O uso de um aplicativo móvel permite que o agricultor monitore e controle o sistema de irrigação remotamente, em tempo

real, o que pode ser particularmente útil em áreas remotas ou de difícil acesso. Isso significa que, mesmo que o agricultor esteja longe da plantação, ele ainda pode garantir que as plantas estejam recebendo a quantidade certa de água.

Além disso, o uso de sensores permite que o agricultor ajuste a quantidade e frequência da irrigação de acordo com as necessidades específicas de cada plantação, reduzindo, assim, o consumo de água e aumentando a eficiência da produção. Isso não apenas economiza água, mas também otimiza o uso de recursos, tornando a produção agrícola mais sustentável.

Com um controle preciso e eficiente da irrigação é possível obter um aumento significativo na produtividade da plantação, além de uma melhor qualidade dos produtos colhidos. Dessa forma, um projeto de controle e sensoramento de um sistema de irrigação usando NodeMCU e aplicativo móvel pode trazer inúmeros benefícios para a produção agrícola, tornando-a mais sustentável, eficiente e produtiva.

3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

A irrigação automatizada é uma técnica que permite a aplicação de água na quantidade e momento certos, com base nas necessidades das plantas. Dessa forma, é possível evitar a escassez ou o excesso de água, problemas que podem comprometer a qualidade e a produtividade dos cultivos. Além disso, a irrigação automatizada é capaz de monitorar as condições climáticas e do solo, possibilitando ajustes automáticos no sistema de irrigação e permitindo uma gestão mais eficiente e sustentável da água. Essa técnica é essencial para o sucesso da agricultura de precisão, uma vez que é capaz de fornecer aos agricultores informações precisas e em tempo real sobre as necessidades hídricas das culturas, contribuindo para o aumento da produtividade, a redução de custos e a preservação ambiental (Silva et al., 2019).

A irrigação automatizada pode trazer diversos benefícios para a produção agrícola, como a economia de água e energia, o aumento da eficiência do uso de fertilizantes e a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, a irrigação automatizada permite a realização de uma gestão mais precisa do sistema de irrigação, possibilitando o monitoramento, em tempo real, das condições climáticas e do solo, a tomada de decisão, baseada em dados, e a execução automática de tarefas, como a abertura e o fechamento de válvulas. Dessa forma, a irrigação automatizada pode contribuir para o aumento da produtividade agrícola e a redução de custos, além de promover a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar (Bregagnoli; Bassoi, 2016).

A utilização de sistemas de irrigação automatizados tem ganhado espaço nos últimos anos, uma vez que oferecem diversos benefícios em relação aos sistemas convencionais. Com a irrigação automatizada é possível ajustar a quantidade e a frequência de aplicação de água de acordo com as necessidades das plantas, o que pode aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, a irrigação automatizada também pode contribuir para a economia de água e energia, reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais. Por fim, a automatização dos sistemas de irrigação permite que os produtores monitorem e controlem a irrigação de forma mais eficiente, aumentando a precisão e a segurança do processo (Bernardi; Quitaiski; Santos, 2016).

O uso de sistemas de irrigação automatizados, que permitem o controle remoto da irrigação, tem se tornado cada vez mais comum na agricultura. A possibilidade de monitorar e controlar a irrigação de forma remota traz diversos benefícios, como maior flexibilidade no gerenciamento do sistema de irrigação, maior precisão na aplicação de água e fertilizantes

e redução de custos operacionais e de mão de obra. Além disso, o controle remoto também permite que o agricultor faça ajustes no sistema de irrigação de forma rápida e eficiente, mesmo que esteja longe da propriedade, “[...] o que pode ser especialmente útil em situações de emergência, como secas ou inundações” (Vieira, 2014, p. 180).

O uso de smartphones e tablets permite que os agricultores gerenciem seus sistemas de irrigação de forma mais eficiente e com maior precisão. Uma das principais vantagens dos aplicativos móveis é a possibilidade de monitorar e controlar a irrigação remotamente, o que aumenta a flexibilidade e a eficiência no gerenciamento do sistema. Além disso, os aplicativos também podem fornecer informações em tempo real sobre o clima, a umidade do solo e outras variáveis ambientais que afetam o sistema de irrigação, “[...] permitindo que o agricultor faça ajustes mais precisos na aplicação de água e fertilizantes (Souza, 2018, p. 1).

A irrigação inteligente é uma técnica que utiliza a tecnologia da informação para monitorar, gerenciar e controlar o uso da água em sistemas de irrigação, proporcionando uma utilização mais eficiente dos recursos hídricos. Essa técnica permite que o produtor rural tenha acesso a informações precisas sobre as condições climáticas, o solo, a umidade e a evapotranspiração das plantas, o que possibilita um controle mais preciso do uso da água, evitando desperdícios e garantindo um maior aproveitamento dos recursos disponíveis.

A automação dos sistemas de irrigação, apoiada em tecnologias de IoT e fontes de energia sustentável, como a solar, permite o monitoramento e controle remoto por meio de dispositivos móveis. Essa abordagem contribui para a redução de custos operacionais e de mão de obra, além de aumentar a eficiência no uso da água. Ao integrar irrigação inteligente com automação de baixo custo, alcança-se melhor aproveitamento dos recursos hídricos, incremento da produtividade agrícola e práticas mais alinhadas à sustentabilidade (IoT-Solar Energy Powered Smart Farm Irrigation System, 2019).

O NodeMCU é um dispositivo baseado no ESP8266 que possui grande versatilidade e pode ser utilizado em diversos projetos. No caso da automação de irrigação, o NodeMCU é utilizado para ler sensores e ativar dispositivos como solenoides de irrigação, bombas e válvulas. Além disso, ele também pode ser utilizado para se comunicar com outras tecnologias, como a plataforma de Internet das Coisas (IoT), permitindo que o agricultor monitore e controle seu sistema de irrigação remotamente, a partir de um aplicativo móvel, por exemplo. Outra grande vantagem do uso do NodeMCU é o seu baixo custo, tornando-se uma alternativa acessível para pequenos agricultores e projetos de baixo orçamento. Além disso, sua alta eficiência permite um uso mais inteligente da água e maior economia de recursos hídricos (Ribeiro et al., 2018, p. 2).

A automação é essencial para o sucesso da agricultura de precisão, uma vez que é capaz de fornecer aos agricultores informações precisas e em tempo real sobre as necessidades hídricas das culturas, contribuindo para o aumento da produtividade, a redução de custos e a preservação ambiental. A irrigação inteligente é outra técnica que utiliza a tecnologia da informação para monitorar, gerenciar e controlar o uso da água em sistemas de irrigação, proporcionando uma utilização mais eficiente dos recursos hídricos. Essa técnica permite que o produtor rural tenha acesso a informações precisas sobre as condições climáticas, o solo, a umidade e a evapotranspiração das plantas, possibilitando um controle mais preciso do uso da água, evitando desperdícios e garantindo um maior aproveitamento dos recursos disponíveis.

O uso de sistemas de irrigação automatizados tem ganhado espaço nos últimos anos, uma vez que oferecem diversos benefícios em relação aos sistemas convencionais. Com a irrigação automatizada é possível ajustar a quantidade e a frequência de aplicação de água de acordo com as necessidades das plantas, o que pode aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, a irrigação automatizada também pode contribuir para a economia de água e energia, reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais. Por fim, o controle remoto também permite que o agricultor faça ajustes no sistema de irrigação de forma rápida e eficiente, mesmo que esteja longe da propriedade, o que pode ser especialmente útil em emergências, como secas ou inundações.

O estudo de cada tipo de irrigação é primordial neste trabalho, visto que é um sistema que objetiva alcançar todas as áreas e tipos de irrigações.

3.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

A irrigação por aspersão é um método que consiste em lançar água sobre a plantação em forma de chuva artificial, através de emissores que pulverizam a água em pequenas gotas para que sejam distribuídas uniformemente sobre a superfície do solo. Esse método de irrigação é amplamente utilizado em áreas agrícolas, pois permite uma aplicação precisa e controlada da água, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência do uso desse recurso hídrico (Cunha, 2014, p. 92).

Um exemplo prático de irrigação por aspersão é o uso de pivôs centrais, que são estruturas que se movimentam em torno de um ponto central, lançando a água por aspersão sobre a lavoura. Esse método é bastante comum em cultivos de grãos como soja, milho e trigo, onde a uniformidade na distribuição de água é fundamental para garantir a produtividade e a qualidade da colheita.

Figura 1 – Irrigação por aspersão



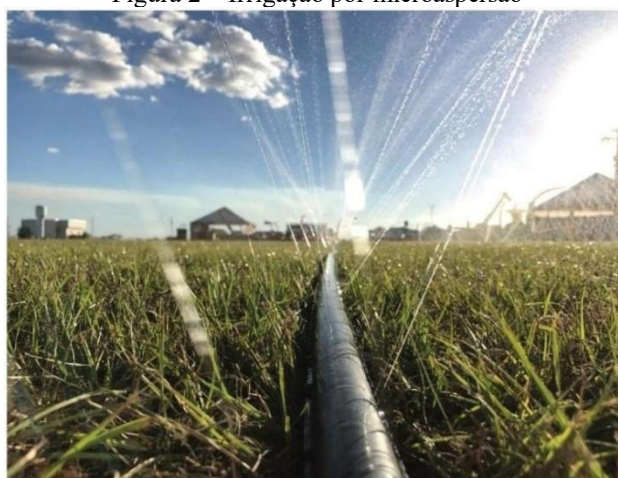
Fonte: Como (2021).

3.2 IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO

A irrigação por microaspersão é um método que consiste em lançar água sobre a plantação em pequenas gotas, utilizando emissores que liberam água em vazões reduzidas e em alta pressão. Este é utilizado principalmente em culturas frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais, pois permite uma aplicação precisa e eficiente da água, com redução de perdas por evaporação e de umidade excessiva no solo (Souza et al., 2018, p. 25).

Um exemplo prático de irrigação por microaspersão é o uso de tubos perfurados com emissores em jardins e pomares, onde a água é liberada em pequenas gotas próximas às plantas. Esse método de irrigação é especialmente útil para plantas que necessitam de umidade constante, mas não toleram o excesso de água, como as orquídeas e as frutíferas.

Figura 2 – Irrigação por microaspersão



Fonte: Revista Cultivar (2023).

3.3 IRRIGAÇÃO POR SULCO

A irrigação por sulco é um método de irrigação em que a água é aplicada diretamente no solo, em sulcos abertos entre as linhas de plantio. Esse método é indicado para culturas que apresentam espaçamento entre as plantas e que possuem raízes profundas, como milho, feijão e soja. A irrigação por sulco proporciona uma boa penetração de água no solo, o que “[...] favorece o crescimento das raízes e o desenvolvimento da cultura” (Mantovani et al., 2016, p. 79).

Um exemplo prático de irrigação por sulco é a abertura de sulcos com enxada ou arado entre as linhas de plantio, seguido da aplicação de água com o auxílio de uma mangueira ou cano. Esse método de irrigação requer um maior esforço físico do agricultor, mas é uma opção eficiente para culturas em que o espaçamento entre as plantas é maior.

Figura 3 – Irrigação por sulcos



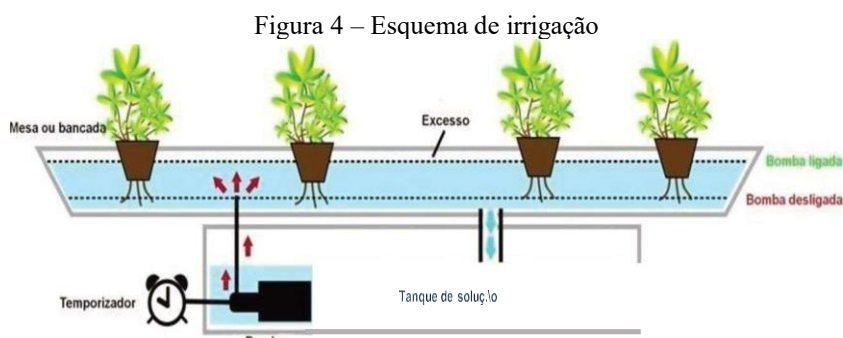
Fonte: Stone (2023).

3.4 IRRIGAÇÃO POR SUBIRRIGAÇÃO

A irrigação por subirrigação é um método em que a água é aplicada abaixo da superfície do solo, por meio de um sistema de tubos perfurados ou de uma camada de água subterrânea. Esse método é comumente utilizado em solos com alta capacidade de retenção de água, como os argilosos, e para culturas que possuem raízes superficiais, como a alface e o morango. A irrigação por subirrigação reduz a perda de água por evaporação e permite uma aplicação mais eficiente da água, mas requer um controle “[...] mais cuidadoso da

umidade do solo” (Silva et al., 2019, p. 97).

Um exemplo prático de irrigação por subirrigação é o uso de tubos perfurados enterrados abaixo da superfície do solo, que liberam água diretamente nas raízes das plantas. Esse método de irrigação é especialmente útil em áreas onde o acesso à água é limitado e em culturas que são sensíveis ao excesso de umidade no solo.



Fonte: ResearchGate (2023).

3.5 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

A irrigação por gotejamento é um método em que a água é aplicada diretamente na base das plantas, por meio de um sistema de tubos perfurados e gotejadores. Esse método de irrigação é indicado para culturas que necessitam de uma aplicação precisa e controlada de água, como hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A irrigação por gotejamento permite uma economia significativa de água em comparação com outros métodos de irrigação, pois reduz a perda de água por evaporação e “[...] lixiviação de nutrientes” (Silva et al., 2018, p. 78).

Um exemplo prático de irrigação por gotejamento é a instalação de tubos perfurados com gotejadores em uma horta ou pomar. Nesse sistema, a água é liberada em pequenas quantidades diretamente na base das plantas, o que favorece a absorção eficiente de água e nutrientes pelas raízes.

Figura 5 – Irrigação Gotejamento



Fonte: Compre Rural (2023).

Esse trabalho possui grande vantagem por, independente de qual for o tipo de irrigação, ele se adapta, visto que a atuação e controle é feito a partir das válvulas ou motores bombas, antes da passagem de água para as tubulações. Porém, é de grande importância saber os tipos de irrigação que está sendo usada, pois a variação de volume de água afeta diretamente na eficiência da agricultura.

4 METODOLOGIA E APLICAÇÃO

4.1 ESQUEMATIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto consiste em uma conexão e prototipagem eletrônica feita através de alguns materiais. Foi necessário escolher um NodeMCUe, um sensor de umidade do solo, um mini motor bomba, um relé e os respectivos cabos e conectores. O sensor de umidade é conectado ao NodeMCU por meio de uma porta analógica e o mini motor bomba é conectado a uma das saídas digitais do NodeMCU. É necessário também alimentar o circuito com uma fonte de energia externa, a programação do NodeMCU se dá utilizando a linguagem de programação Arduino, sendo necessário escrever o código que irá ler a leitura do sensor de umidade e, caso a umidade do solo esteja abaixo de um determinado limite, ativar o mini motor bomba para irrigar a planta.

O código pode ser ajustado de acordo com as necessidades de cada projeto, é importante testar o circuito e o código em um ambiente controlado para verificar se a irrigação está ocorrendo de forma adequada e se o sistema está funcionando corretamente. Após os testes, o sistema pode ser instalado no local definitivo, acoplado a um reservatório de água e a um sistema de irrigação por gotejamento, por exemplo. Para o controle remoto e utilização móvel, não apenas automatizada por código, foi utilizada a conexão do protótipo pelo aplicativo Blynk, em que foi criada uma interface de interação, visualização de dados e alerta (notificações).

4.1.1 NodeMCU

O NodeMCU é um microcontrolador que utiliza o chipset ESP8266 e foi desenvolvido especialmente para projetos de IoT (Internet das Coisas). Ele pode ser programado utilizando a linguagem Lua ou a plataforma Arduino IDE e possui WiFi integrado, o que o torna uma excelente opção para aplicações que envolvam conexão com a internet. Entre as funções do NodeMCU, destacam-se o controle de dispositivos: o NodeMCU pode ser utilizado para controlar dispositivos como motores, bombas, relês, lâmpadas e outros componentes elétricos; para a leitura de sensores, é possível conectar sensores ao NodeMCU para medir grandezas como temperatura, umidade, luminosidade, entre outras; a conexão com a internet, o NodeMCU possui WiFi integrado e pode ser utilizado para se conectar à internet e enviar dados para servidores remotos ou receber

comandos de controle.

O NodeMCU pode ser programado utilizando a linguagem Lua ou a plataforma Arduino IDE, o que permite grande flexibilidade e facilidade de programação, entre as vantagens do NodeMCU, podemos citar, o baixo custo, o NodeMCU é um microcontrolador de baixo custo, o que o torna uma opção acessível para diversos projetos; o WiFi integrado, a integração com WiFi torna o NodeMCU uma excelente opção para projetos de IoT que envolvam conexão com a internet; a facilidade de programação, o NodeMCU pode ser programado utilizando a plataforma Arduino IDE, que é uma das plataformas de programação mais populares e utilizadas atualmente; e a grande comunidade, o NodeMCU possui uma grande comunidade de desenvolvedores, o que significa que há muitos recursos disponíveis na internet, como tutoriais, fóruns de discussão, exemplos de projetos, entre outros.

Em sistemas de irrigação, o NodeMCU pode ser utilizado para automatizar o controle da irrigação, monitorar a umidade do solo e enviar alertas em caso de falhas ou necessidade de manutenção. Além disso, pode ser integrado com outros sistemas de IoT, como sensores meteorológicos e estações meteorológicas, para garantir um controle preciso e eficiente da irrigação. Com o NodeMCU é possível criar sistemas de irrigação inteligentes e conectados à internet, o que traz diversas vantagens em termos de economia de água, eficiência na irrigação e redução de custos.

Figura 6 – NodeMCU



Fonte: Vida de Silício (2023).

4.1.2 Sensor de umidade do solo

Um sensor de umidade do solo é um dispositivo eletrônico que mede a quantidade de umidade presente no solo. Ele é constituído por uma sonda ou pino que é inserido no solo e um circuito eletrônico que converte o sinal obtido em uma leitura numérica ou gráfico.

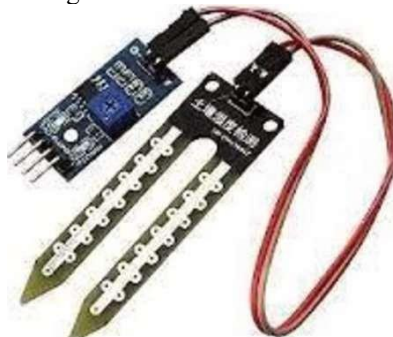
Estruturalmente, o sensor de umidade do solo possui uma sonda composta por duas

partes: um componente metálico ou cerâmico que é colocado dentro do solo e um cabo que é conectado ao circuito eletrônico. O componente interno é feito de um material poroso e resistente à corrosão, como aço inoxidável ou cerâmica, para permitir a absorção da água do solo. O cabo conectado ao componente interno é normalmente feito de materiais isolantes, como plástico, para garantir que a corrente elétrica flua apenas através do solo.

A principal função do sensor de umidade do solo é medir a umidade presente no solo em uma determinada profundidade. A partir dessas medições, é possível monitorar e controlar a quantidade de água que é fornecida às plantas, de modo a otimizar a irrigação e economizar água. Além disso, os sensores de umidade do solo também são capazes de detectar a presença de sal no solo, o que pode indicar problemas de salinização.

Na irrigação, o sensor de umidade do solo é utilizado para controlar o fornecimento de água às plantas de acordo com as necessidades de cada espécie. Quando o sensor detecta que a umidade do solo está abaixo de um determinado nível ele aciona uma bomba ou válvula que fornece a quantidade adequada de água. Isso garante que as plantas recebam a quantidade correta de água, evitando desperdícios e mantendo a saúde das plantas.

Figura 7 – Sensor de umidade



Fonte: Módulo (2023).

4.1.3 Relé

Um relé é um dispositivo eletromecânico que é utilizado para controlar circuitos elétricos. Ele é composto por uma bobina e um conjunto de contatos que são acionados pela bobina. Quando uma corrente elétrica é aplicada à bobina ela cria um campo magnético que atrai os contatos, fechando ou abrindo o circuito elétrico.

Estruturalmente, um relé é composto por uma carcaça de plástico ou metal que protege a bobina e os contatos. A bobina é geralmente enrolada em torno de um núcleo de ferro e é conectada a dois terminais. Os contatos podem ser normalmente abertos (NA) ou

normalmente fechados (NF), dependendo do tipo de relé. Os contatos são conectados a outros terminais, que são utilizados para conectar o relé ao circuito elétrico.

A principal função do relé é controlar o fluxo de corrente elétrica em um circuito. Ele pode ser utilizado para ligar e desligar motores, bombas, válvulas e outros dispositivos elétricos. Na irrigação, o relé é utilizado para controlar a abertura e o fechamento de válvulas de irrigação, que fornecem água às plantas.

O relé pode ser acionado por diferentes tipos de sinais elétricos, como corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC). Quando o sinal elétrico é aplicado à bobina do relé, ela cria um campo magnético que atrai os contatos, fechando ou abrindo o circuito elétrico. Isso permite que o relé controle o fluxo de corrente elétrica no circuito.

Figura 8 – Relé



Fonte: Módulo (2023).

4.1.4 Mini motor bomba

Um mini motor bomba é um dispositivo eletromecânico que é utilizado para transportar água ou outros líquidos de um reservatório para o local onde a irrigação é necessária. Ele é composto por um motor elétrico e uma bomba hidráulica.

Estruturalmente, um mini motor bomba é composto por uma carcaça de plástico ou metal que protege o motor e a bomba. O motor elétrico é geralmente um motor de corrente contínua (DC) ou corrente alternada (AC), dependendo do modelo. A bomba hidráulica é geralmente uma bomba centrífuga ou uma bomba de diafragma.

A principal função do mini motor bomba é transportar água ou outros líquidos de um reservatório para o local onde a irrigação é necessária. Ele pode ser utilizado para bombear água de poços, rios, lagos ou reservatórios para as áreas de cultivo. Além disso, ele pode ser utilizado para fornecer água a sistemas de irrigação por gotejamento, aspersão, microaspersão e outras técnicas de irrigação.

O mini motor bomba pode ser controlado por um sistema de controle automático, que é

composto por sensores, relês e outros dispositivos eletrônicos. Esse sistema de controle pode ser utilizado para ligar e desligar o motor da bomba, bem como para ajustar a taxa de fluxo de água, a pressão e outros parâmetros.

Figura 9 – Mini motor bomba



Fonte: Motores (2023).

4.2 FUNÇÕES E ESTRUTURA

4.2.1 Principais funções

Um sistema automatizado de irrigação é uma solução moderna e eficiente para garantir a irrigação adequada das plantas. Esse tipo de sistema é composto por diferentes dispositivos eletrônicos que trabalham juntos para monitorar as condições do solo e fornecer a quantidade necessária de água às plantas.

Uma das funções mais importantes do sistema automatizado de irrigação é o controle de saída de água. Esse controle é realizado por meio de um mini motor bomba que é conectado a um sensor de umidade do solo. O sensor monitora a umidade do solo e envia as informações para um microcontrolador como o NodeMCU, que é responsável por controlar o motor da bomba. Quando o nível de umidade do solo fica abaixo do nível predefinido, o NodeMCU liga o motor da bomba para fornecer água ao solo. Quando o nível de umidade do solo atinge o nível ideal, o NodeMCU desliga o motor da bomba, garantindo que não haja desperdício de água. Além do controle de saída de água, o sistema automatizado de irrigação também permite a visualização de dados da umidade do solo em tempo real. Isso é feito por meio de um sensor de umidade conectado ao NodeMCU, que pode ser configurado para enviar as informações da umidade do solo para um aplicativo móvel.

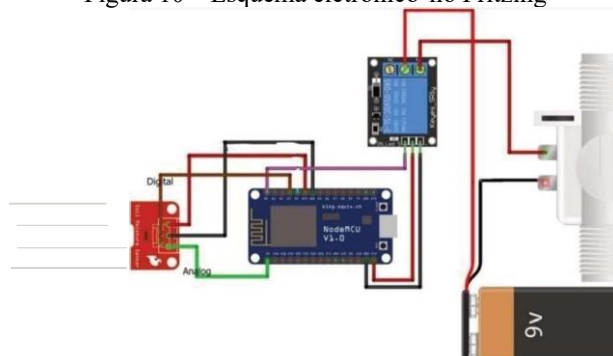
O aplicativo permite ao usuário visualizar a umidade do solo em tempo real, garantindo que ele possa monitorar as condições do solo a qualquer momento. Por fim, o

sistema automatizado de irrigação também pode enviar notificações por meio do aplicativo móvel. Essas notificações podem ser configuradas para alertar o usuário sobre o nível de umidade do solo, informando-o quando o nível de umidade estiver muito baixo ou muito alto. Isso permite que o usuário possa agir rapidamente e garantir que suas plantas recebam a quantidade adequada de água, evitando danos às plantas e prejuízos financeiros.

4.2.2 Estrutura

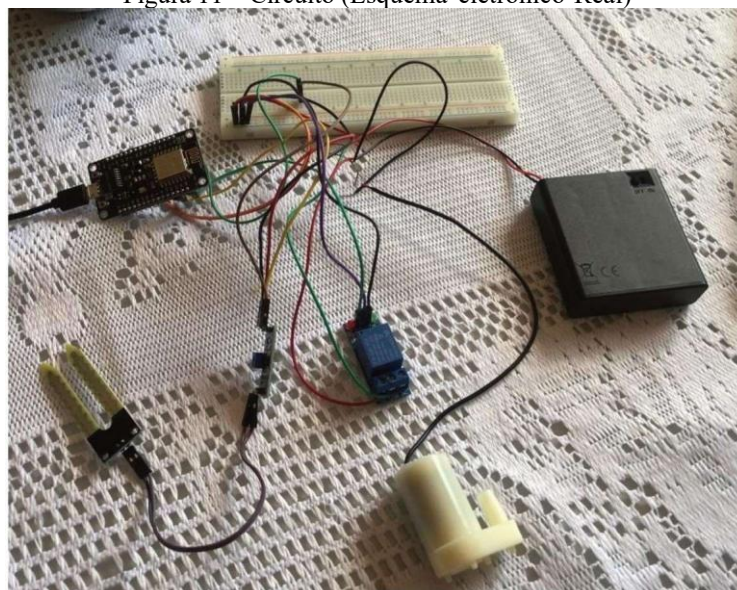
O esquema da prototipagem eletrônica pode ser conferido na figura 10, que permite identificar o esquema eletrônico, e na figura 11 temos o protótipo real.

Figura 10 – Esquema eletrônico no Fritzing



Fonte: Própria (2023).

Figura 11 – Circuito (Esquema eletrônico Real)



Fonte: Própria (2023).

4.3 PROGRAMAÇÃO E APLICATIVO

4.3.1 Programação na IDE Arduino

A programação na IDE arduino, para automação de irrigação usando NodeMCU e blynk, envolve a utilização de alguns mecanismos que fazem com que o NodeMCU controle um relé que, por sua vez, liga ou desliga uma bomba de água para irrigação. O primeiro passo é configurar o ambiente de desenvolvimento na IDE Arduino, instalando as bibliotecas necessárias para trabalhar com o NodeMCU e o relé.

Em seguida, deve-se conectar o NodeMCU ao relé e definir as portas que serão utilizadas para o controle do relé. A programação em si consiste em uma estrutura de repetição que faz com que o relé ligue e desligue a bomba de água em intervalos regulares, simulando a irrigação. Isso é feito utilizando a função “digitalWrite()” do Arduino, que envia um sinal digital para o pino de controle do relé. O tempo de irrigação e o intervalo entre as irrigações podem ser configurados no código, permitindo que o sistema seja ajustado para as necessidades específicas do projeto.

A visualização dos dados de umidade do solo é uma parte importante da automação da irrigação, pois permite que o usuário monitore a umidade do solo em tempo real e ajuste o sistema de irrigação de acordo com as necessidades das plantas. Isso pode ser feito por meio de um sensor de umidade do solo conectado ao NodeMCU, que coleta dados sobre a umidade do solo e envia esses dados para um aplicativo de visualização. No código é feita a conexão com o app Blynk, e através dele se dá os comandos, visualizações de dados de umidade e notificação em caso de alerta.

Existem diferentes tipos de sensores de umidade do solo disponíveis no mercado, mas todos funcionam de maneira semelhante: eles medem a resistência elétrica do solo, que é diretamente proporcional à umidade. Quanto mais úmido o solo, menor a resistência elétrica. Os dados coletados pelo sensor são convertidos em valores digitais que podem ser lidos pelo NodeMCU e enviados para o aplicativo de visualização.

O aplicativo de visualização Blynk permite que o usuário visualize os dados de umidade do solo e receba notificações quando a umidade estiver abaixo ou acima de um determinado limite, e altere em funções OFF e ON a situação da irrigação.

Além de permitir que o usuário monitore a umidade do solo em tempo real, a visualização dos dados de umidade também pode ajudar a identificar padrões de umidade no solo ao longo do tempo e otimizar o sistema de irrigação para garantir que as plantas

recebam a quantidade certa de água. Por exemplo, se a umidade do solo estiver muito alta durante certos períodos do dia, o usuário pode ajustar o sistema de irrigação para regar em horários diferentes ou por períodos mais curtos.

4.3.2 Blynk

O aplicativo Blynk é uma ferramenta de controle remoto que pode ser utilizada para monitorar e controlar o sistema de irrigação automatizado baseado em NodeMCU. Ele permite ao usuário visualizar e ajustar as configurações do sistema, bem como receber notificações em tempo real sobre o status da irrigação.

Através do aplicativo, o usuário pode monitorar os níveis de umidade do solo, bem como programar a frequência e duração da irrigação. É possível definir horários específicos para a irrigação, bem como ajustar as configurações em tempo real de acordo com as necessidades das plantas e das condições climáticas.

Além disso, o aplicativo Blynk pode enviar notificações em tempo real para o usuário sobre o status da irrigação. Por exemplo, o usuário pode receber uma notificação quando a irrigação começa e quando termina, ou ser alertado se o nível de umidade do solo estiver muito baixo ou muito alto.

A utilização do aplicativo Blynk em conjunto com o sistema de irrigação automatizado baseado em NodeMCU oferece uma solução eficiente e conveniente para a irrigação de plantas, permitindo que o usuário tenha controle total sobre o processo de irrigação e possa monitorar e ajustar as configurações em tempo real, mesmo quando estiver longe do local da irrigação.

Na figura 3.3.2 pode – se vê a interface inicial do app, é nela que será feita a conexão com o wi-fi e personalizado a interface de controle, de acordo com as funções prescritas e gosto do cliente.

Figura 12 – Interface Inicial do Blynk

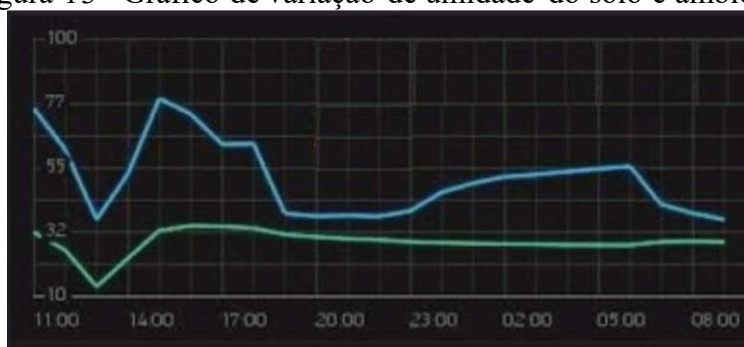


Fonte: Própria.

5 RESULTADOS

Neste projeto foi feita a análise do comportamento do sensor de umidade durante um período de 22 horas com sensor submerso ao solo em que um jarro de rosas. Diante disso, podemos verificar na figura 13, o comportamento e variação da umidade no solo e umidade no ambiente.

Figura 13 - Gráfico de variação de umidade do solo e ambiente



Fonte: Própria.

A porcentagem de umidade de variação adequada para uma rosa e outras plantas pode variar de acordo com diversos fatores, como condições climáticas e tipo do solo em que está plantada, recomenda-se que a umidade do solo esteja entre 40-60%.

Podemos destacar, ainda, que a análise foi executada com a programação manual do projeto, ou seja a escassez de água emite uma notificação no aplicativo e o cliente acionará remotamente, ligando a irrigação até que a umidade esteja superior a 60%

Analizando o gráfico, conclui-se que no período de 11 horas até 13 horas, a planta foi exposta a um ambiente seco, o que gerou queda drástica de umidade. Diante disso, uma notificação foi enviada, como na figura 14, mencionada a seguir, alertando a necessidade de água. A planta a partir das 13 horas recebeu irrigação e atingiu uma umidade elevada. Após a irrigação, a planta manteve pequenas variações, porém, insuficientes para notificar necessidade de irrigação.

Na figura 14, apresenta-se a tela de notificação que o aplicativo móvel alerta quando a umidade está abaixo do previsto, duas opções podem ser personalizadas no projeto através do código fonte, o envio de notificação para que o cliente ligue e desligue manualmente ou o impulso automático, sendo assim, a irrigação será acionada de forma totalmente automática.

Na figura 15 podemos verificar a interface do aplicativo personalizada e com as funções presentes, nessa será possível ligar e desligar a irrigação por controle remoto do aplicativo, verificar a umidade durante determinado período e receber notificações quando houver escassez ou excesso de água.

Através dessa interface e, após receber a notificação de alerta ou identificar necessidade através do tempo, o cliente poderá, por meio do botão ON/OFF, acionar ou desligar a irrigação de seu sistema.

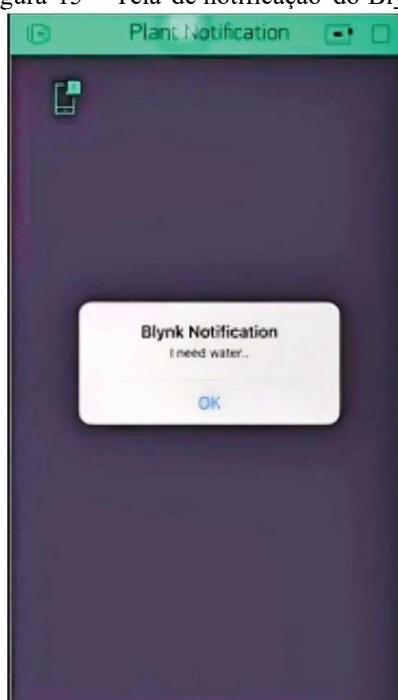
O aplicativo Blynk oferece diversas opções de personalização, permitindo que o usuário ajuste as configurações do sistema de irrigação de acordo com suas necessidades. É possível definir regras para a irrigação, neste projeto foi feito o monitoramento do estado do sistema em tempo real, tudo isso de forma remota, porém, também permite que seja automatizado completamente, evitando a utilização do acionamento por ON/OFF, o cliente se torna peça fundamental na automação, pois é ele quem determina as funções e métodos em que o sistema atuará.

Figura 14 – Interface IOT Plant Monitoring



Fonte: Própria.

Figura 15 – Tela de notificação do Blynk



Fonte: Própria.

6 CONCLUSÃO

A automação de um sistema de irrigação com NodeMCU e o aplicativo Blynk oferece uma série de benefícios para os usuários, ao monitorar a umidade do solo em tempo real e irrigar as plantas de forma automática e eficiente e notificar sobre necessidade da planta. O sistema permite economizar tempo e esforço, além de reduzir o consumo de água, a personalização do sistema por meio do aplicativo Blynk permite que o usuário ajuste as configurações de acordo com suas necessidades e monitore o estado do sistema em tempo real, de forma remota e conveniente por meio de smartphone ou tablet.

Depois dos testes e resultados obtidos, pode-se concluir que o protótipo atuou de forma eficiente e entregou o esperado, possibilitando ideias futuras de aprimoramento e comercialização, acoplado a mais sensores e personalizações, que vão de acordo com necessidades de plantações específicas, até personalizações exigidas pelo cliente.

Sobre o uso do NodeMCU na automatização, trouxe diversos benefícios para o sistema e para os usuários, como o monitoramento remoto, permitindo ser monitorado e controlado remotamente por meio do uso do aplicativo Blynk. Isso significa que o usuário pode verificar o estado do sistema e ajustar as configurações em tempo real, de qualquer lugar, economizando tempo e esforço, pois não é mais necessário regar as plantas manualmente. Além disso, há redução do consumo de água, o sistema de irrigação automatizado pode ser programado para irrigar as plantas apenas quando necessário, o que reduz o consumo de água e ajuda a preservar esse recurso tão importante e a melhoria na saúde das plantas, a partir de que com a irrigação automática e eficiente, as plantas recebem a quantidade adequada de água e no tempo certo, o que melhora sua saúde e aumenta sua produtividade.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se ter a implementação de sensores adicionais, além do sensor de umidade do solo, outros sensores podem ser adicionados ao sistema, como sensores de temperatura e pluviômetro. Isso pode ajudar a criar um sistema mais completo e preciso para o monitoramento das plantas. Uso de técnicas de otimização, a fim de serem usadas para ajustar as configurações do sistema de irrigação de forma a minimizar o consumo de água e maximizar a produtividade das plantas e testes de campo, para testar o sistema e avaliar sua eficácia em diferentes condições e em diferentes tipos de plantas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, B. C. ; BRITO, A. D. O.; SILVA, K. F. et al. Agricultura de Precisão: Aplicação e Potencialidades no Cultivo de Hortaliças. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas** , v. 12, n. 4, p. 424-435, 2018.
- MOTORES. **Robótica Educacional Arducore**. [S.I.], 2023. Disponível em: <https://www.arducore.com.br/motores?srsId=AfmBOor1elebWIJuFmpo8rnOKdJldQR5qjssGX3lQS7UL59NdyVg9bL9>. Acesso em: 9 mai. 2023.
- BERNARDI, A. L.; QUITAISKI, K. P.; SANTOS, P. R.. **Sistema de irrigação automatizado de hortaliças**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, 2017.
- BONISSONI, Kassiana. Irrigação por microaspersão pode gerar economia de até 50% em energia elétrica. **Revista Cultivar**. [S.I.], 26 jan. 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/irrigacao-por-microaspersao-pode-gerar-economia-de-ate-50percent-em-energia-eletrica>. Acesso em: 9 mai. 2023.
- BREGAGNOLI, M.; BASSOI, L. H. **Irrigação de precisão: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- CAMARGO, P. R. C. et al. Sistema de irrigação controlado por aplicativo móvel usando NodeMCU. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 1, p. 1354-1363, 2019.
- COMO a irrigação pode aumentar a produtividade?. **Compre Notícias Rurais**. [S.I.], 24 jun. 2021. Disponível em: <https://www.comprerural.com/como-a-irrigacao-pode-aumentar-a-produtividade/>. Acesso em: 9 mai. 2023.
- COUTO, A. B.; ROSS, T.; REIS, M. J. **Automação Industrial**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2018.
- CUNHA, F. **Irrigação e Drenagem: princípios e métodos**. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.
- MÓDULO relé. **Eletrogate**. Disponível em <https://www.eletrogate.com/modulo-rele-1-canal-Sv>. Acesso em: 9 maio 2023.
- STONE, L. F. Irrigação por sulcos. **Embrapa**. [S.I.], 03 ago. 2023 Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/metodos-de-irrigacao/irrigacao-por-sulcos>. Acesso em: 19 ago. 2023.
- FERNANDES, L. C. M., et al.. Manejo integrado da irrigação: uma revisão sobre seus fundamentos, importância e aplicações. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, n. 15, p. 1372-1386, 2021.
- GOMES, LUÍS C.; SOUZA, FERNANDO L. G. M. de. **Agricultura irrigada no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.
- HOSSAIN, M. A et al. Design and Implementation of Automatic Irrigation System Based

on Microcontroller and Soil Moisture Sensor. **Journal of Electrical Engineering**, v. 11, n. 1, p. 156-161, 2020.

IOT-SOLAR ENERGY POWERED SMART FARM IRRIGATION SYSTEM. **Journal of Electronic Science and Technology**, v. 17, n. 4, p. 100017, 2019.

MANTOVANI, E. C. et al. Irrigação por sulco. *In*: MANTOVANI, E. C. et al. **Irrigação e Drenagem: princípios e métodos**. Viçosa: Editora UFV, 2016. p. 79-94.

MELLO, M. P. Controle e monitoramento de irrigação por gotejamento utilizando arduino. *In*: XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2013, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: UNIVAP, 2013.

OLIVEIRA, J. L. R., et al.. Automação na irrigação utilizando o NodeMCU ESP8266. *In*: XXI Congresso Brasileiro de Agroinformática. **Anais [...]**. 263- 270, 2018.

RIBEIRO, TIAGO. et al. Sistema de Irrigação Automatizado de Baixo Custo Utilizando o ESP8266. *In*: IX Simpósio de Automação de Sistemas Prediais (SASP). **Anais [...]**, p. 1-8, 2018.

SILVA, J. A. et al. Automação e controle de processos industriais: uma revisão bibliográfica. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 33-44, 2019

SILVA, F. A M. et al. Irrigação por subirrigação. *In*: SILVA, F. A M. et al. **Irrigação: princípios e métodos**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. p. 95-112.

SOUSA, ANDERSON. Irrigação inteligente: Uma aplicação móvel para agricultura de precisão. *In*: VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI). **Anais [...]**, p. 1-10, 2017.

SOUZA, L. G. et al. Irrigação por microaspersão. *In*: SOUZA, L. G. et al. **Irrigação e fertirrigação: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. p. 25-45.

VIEIRA, LUÍS C. G. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.

WANG, Y., et al.. **Design and implementation of an IoT-based automatic irrigation system**. Computers and Electronics in Agriculture, 2020.

ANEXO

```

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SPI.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <SimpleTimer.h>
#include <DHT.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS D2
OneWire oneWire (ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors (&oneWire);

char auth []  _____
char ssid []   ----- " "
char pass []   ----- ...

#define sensorPin D3
int sensorState = 0;
int lastState = 0;
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);
SimpleTimer timer;
void sendSensor ()
{
    float h = dht.readHumidity ();

    if (isnan (h) || isnan (t)) {
        Serial.println ("Failed to read from DHT sensor!");
        return ;
    }

    Blynk.virtualWrite (VS, h); //VS is for Humidity
}

void setup ()
{
    Serial.begin (9600);
    Blynk.begin (auth, ssid, pass);
    pinMode (sensorPin, INPUT);
    dht.begin ();

    timer.setinterval (1000L, sendSensor);

```

```

    Serial.begin (115200);
    Blynk.begin (auth, ssid, pass);
    sensors.begin ();
}
int sensor=0;
void sendTemps ()
{
    sensor=analogRead (A0);
    sensors.requestTemperatures ();
    float temp = sensors.getTempCByindex (0);
    Serial.println (temp);
    Serial.println (sensor);
    Blynk.virtualWrite (V1, temp);
    Blynk.virtualWrite (V2,sensor); delay (1000);
}
void loop ()
{
    Blynk.run ();
    timer.run ();
    sendTemps ();
    sensorState = digitalRead (sensorPin);
    Serial.println (sensorState);

    if (sensorState == 1 && lastState == 0) {
        Serial.println ("needs water, send notification");
        lastState = 1;
        delay (1000);
        //send notification

    }
    else if (sensorState == 1 && lastState == 1) {
        //do nothing, has not been watered yet
        Serial.println ("has not been watered yet");
        delay (1000);
    }
    else {
        //st
        Serial.println ("does not need water");
        lastState = 0;
        delay (1000);
    }
}

delay (100);
}

```