

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO - GREEN LANDS

NEVES, Romário A.¹; TREVIZANO, Waldir A.²;
BAIA, Joás Weslei²; DAIBERT, Marcelo Santos²



sevenormaoiramor@gmail.com
waldir@unifagoc.edu.br
joas.baia@unifagoc.edu.br
daibert@unifagoc.edu.br

¹ Graduando em Ciência da Computação - UNIFAGOC
² Docente do curso de Ciência da Computação - UNIFAGOC

RESUMO

Este projeto visa automatizar o sistema de irrigação utilizando o Arduino, monitorando a umidade do solo e o consumo de água das plantas. Com o objetivo de otimizar o uso da água sem prejudicar o desenvolvimento das plantas, e de forma econômica, o método de irrigação escolhido foi a aspersão. O sistema utiliza um sensor de umidade para coletar dados do solo e um aplicativo mobile para controlar o sistema à distância via bluetooth. A interface é simples e prática, permitindo o controle remoto a uma distância de até 10 metros. As informações coletadas pelo sensor foram satisfatórias, indicando quando o solo está úmido ou seco.

Palavras-chave: Arduino. Sistema de irrigação. Sensor de umidade.

INTRODUÇÃO

A Irrigação é uma técnica criada a séculos atrás visando fornecer água na quantidade ideal para o cultivo de diversos tipos de plantas e assim garantir que elas se desenvolvam de forma adequada (Marouelli *et al.*, 2000).

A agricultura no Brasil tem se beneficiado de métodos tradicionais de irrigação e adotado tecnologias mais avançadas para obter mais eficiência e redução de custos. A utilização de métodos como irrigação por aspersão, gotejamento e subirrigação são exemplos da busca por soluções que ajudem a maximizar a produção. Além disso, a agricultura de precisão tem se tornado cada vez mais popular, com a utilização de drones para monitoramento, sistemas automatizados para controle e sensores de clima para coleta de dados detalhados do ambiente. Essas tecnologias buscam melhorar ainda mais a segurança e eficiência das plantações, além de ajudar na redução do desperdício de recursos naturais.

Conforme Medina (2013), a agricultura de precisão é o termo que se dá à inclusão tecnológica que vem crescendo cada vez mais no Brasil. Uma das muitas melhorias que os agricultores usam é a automação de sistemas de irrigação, cuja finalidade é melhorar o controle de recursos, e mostrar dados de monitoramento por aplicativos de celular ou softwares.

O Brasil, sendo um país voltado principalmente para a agricultura, enfrenta o desafio principal de fornecer, em grande escala, a água para diversos tipos de plantações por todo o país. A água é o principal recurso da humanidade, e o desperdício dela pode causar consequências desastrosas para todo o mundo.

Diante disso, o objetivo geral deste projeto é projetar um protótipo de sistema de irrigação por aspersão automatizado, tendo como base a facilidade de acesso aos

componentes e a possibilidade de controle remoto. Os objetivos específicos incluem: identificar e selecionar os componentes necessários para a automatização do sistema, desenvolver um aplicativo mobile usando Java para o controle e monitoramento remoto, e avaliar a eficácia da implementação do sistema automatizado através de demonstrações práticas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas de Irrigação

De acordo com Marouelli *et al.* (2000), o recurso hídrico se torna um dos fatores mais importantes para agricultura, pois afeta diretamente a produtividade e a qualidade das plantações, de forma que é necessário que haja um controle e um cuidado para não exceder a quantidade de água fornecida, assim como para não faltar o necessário para o desenvolvimento das colheitas.

Para isso, existem diversos tipos de sistemas de irrigação com características únicas para cada tipo de situação, em que cada sistema possui sua forma de agir em relação à irrigação controlada, a fim de manter o desperdício de água o mínimo possível e melhorar a produtividade. Sistema de irrigação por gotejamento, sulco, aspersão, entre outros, são exemplos de sistemas de irrigação usados nas colheitas.

Segundo Reis (2015), no século XXI, surgiu uma profunda repercussão acerca das tecnologias para automação de sistemas de irrigação, pois, devido à sua eficácia, conseguiu-se reduzir o trabalho humano em tarefas pesadas e cansativas, além de proporcionar uma significante melhoria nos processos de cultivo com um custo monetário bastante favorável para os agricultores.

Conforme descrito por Reis (2015), o sucesso das atividades agrícolas está relacionado à eficácia do uso da água para o desenvolvimento dos cultivos. Em épocas em que a escassez de água aumenta, o controle do recurso hídrico passa a ser a tarefa principal dos agricultores para não haver complicações nas plantações; e, nesse caso, componentes como o sensor de umidade são vitais.

Irrigação por Aspersão

A irrigação por aspersão é um método de irrigação cuja característica é distribuir a água em forma de chuva. De acordo com Stone (2011), a irrigação por aspersão é bastante escolhida por empresários agrícolas e produtores que utilizam tecnologias bem avançadas nas plantações, pois esse método consegue aplicar a água em abundância e por uma grande área de maneira uniforme, utilizando bombas para aumentar a pressão da saída da água.

Ainda segundo Stone (2011), existem diversos tipos de sistema de irrigação por aspersão: o convencional, o linear, o autopropelido e o pivô central. O sistema de aspersão convencional é considerado o sistema mais básico, e é dele que surgem todas as outras variações. Ele pode ser classificado em portátil, fixo e semiportátil, e isso vai depender do tipo de movimentação que esse sistema vai fazer no campo.

Além disso, os medidores de pressão são essenciais para o funcionamento desse sistema. No Brasil, o sistema convencional recentemente implementado é o sistema de aspersão em malha, o qual é fixo e funciona com um único aspersor, que se movimenta em linha lateral, com um diâmetro reduzido e usando um conjunto de motobombas de baixa potência.

O sistema de aspersão autopropelido usa um aspersor do tipo canhão que se movimenta usando energia hidráulica e com uma mangueira de alta pressão que pode chegar até os 500 metros. Esse tipo de sistema é geralmente usado para irrigar áreas de plantações com um tamanho médio considerável.

O sistema de aspersão linear pode ser definido como um sistema automatizado, possuindo um sistema de caminhamento que permite uma mobilidade de forma transversal sob a cultura. A alimentação desse sistema é feita por mangueira ou canal e é usada para irrigar grandes áreas de plantações. Ela pode ser dividida em três tipos: sistema linear, sistema universal linear e sistema linear duas rodas.

Por fim, o sistema pivô central de aspersão é um sistema que funciona à base de energia elétrica ou diesel. Possui diversos aspersores que ficam suspensos por torres dotadas de rodas; além disso, as torres se movimentam de forma independente. Geralmente esse tipo de sistema é usado para irrigar grandes áreas de plantações.

Stone (2011) aponta detalhes sobre o método de irrigação por aspersão. Segundo o autor, fatores como vento, umidade relativa do ar e temperatura são os principais responsáveis por afetar o uso desse método, o qual se torna mais ou menos eficaz, dependendo das condições desses fatores. Algumas vantagens são a adaptação a terrenos inclinados, a possibilidade de se usar produtos químicos através da irrigação e uma maior economia na mão de obra, além de possibilitar a irrigação em períodos noturnos. É isso que o torna um método bastante desejado.

Um exemplo de irrigação por aspersão é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Irrigação por Aspersão



Fonte: Moraes, 2017a.

Arduino

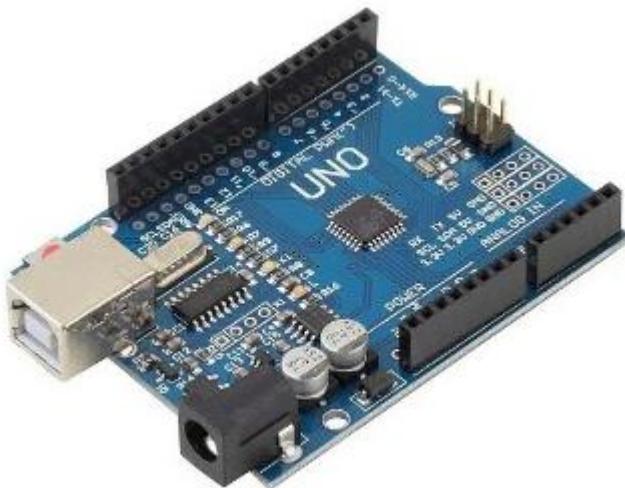
De acordo com McRoberts (2011), o Arduino foi criado como uma forma simples de envolver as pessoas com a área de automação com microcontroladores, portanto até mesmo pessoas que não são da área de eletrônica poderiam facilmente aprender o básico sobre o método e criar seus próprios projetos. O autor descreve o Arduino como

sendo um pequeno computador no qual os códigos de programação servem para processar comandos de entrada e saída para diversos componentes externos que estejam conectados a ele. Ainda de acordo com o mesmo autor, o Arduino pode ser conectado a leds, interruptores, sensores, botões, entre outros dispositivos, fazendo com que ele seja versátil e prático, podendo ser usado para diferentes tipos de projetos, seja para acionar uma simples lâmpada ou, como neste projeto, controlar um sistema inteiro de irrigação.

O Arduino possui portas RX e TX, que permitem que ele receba informações e comandos dos componentes externos, assim como enviar informações para esses elementos. Portanto, essas duas portas são responsáveis pelas conexões do Arduino com o mundo exterior. Além disso, ele também possui portas com tensões 0V, 3,3V e 5V, para a alimentação elétrica dos componentes externos.

Além das portas de alimentação e de troca de informações, o Arduino oferece outros recursos como conexão com a Internet e entrada de dados digitais e analógicos que variam em quantidade segundo a placa Arduino utilizada.

Figura 2 - Arduino UNO



Fonte: Eletrogate (2022).

Sensores e atuadores do Arduino

Sistemas automatizados são sistemas que sofreram modificações para receberem auxílio de tecnologias como o Arduino, visando maximizar a eficiência e o controle de recursos. O objetivo do sensor de umidade é verificar a umidade do solo. Para isso ser possível, o sensor possui duas placas de metal inseridas na terra e, no momento em que elas placas captam a umidade, ocorrem alterações de tensão entre as duas placas. Essas alterações são convertidas em sinais elétricos, os quais mostram dados sobre a umidade do solo, tanto de forma digital, em que os valores retornados são 1 e 0, ou de forma analógica, que varia entre um mínimo e um máximo que o usuário pode definir para o sensor.

Por outro lado, o módulo relé é responsável por controlar o acionamento de cargas cujo nível de tensão ou corrente ultrapassa os limites que o Arduino pode tolerar, assim evitando possíveis danos. O relé é composto por três pinos para o Arduino, o 5V, o GND e o IN. Este é responsável pelo controle do Arduino sobre o relé, além de possuir também três pinos de saída, o Normalmente Aberto, o

Normalmente Fechado e o Comum, cada um deles possuindo sua importância conforme a conexão feita no módulo relé. O pino de 5V é responsável pela alimentação elétrica do relé, enquanto o GND é responsável pelo terra; já o pino IN recebe comandos vindos do Arduino, fazendo com que ele acione ou desative a passagem de corrente elétrica do relé, e assim controlando o acionamento ou desligamento de outro componentes, por exemplo, uma bomba de água em um sistema de irrigação.

Outro componente que pode ser acrescentado ao Arduino é o módulo bluetooth HC06, para comunicação de curto alcance. Esse módulo funciona apenas no modo escravo, ou seja, só aceita pareamento e não consegue fazer. A função desse módulo é fornecer uma conexão com um aplicativo mobile através da conexão bluetooth de um celular que faça o pareamento; a partir disso, a conexão é estabelecida, permitindo que o usuário possa controlar seus projetos de forma remota e com praticidade.

MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste projeto, inicialmente foi realizada a escolha do método de irrigação a ser utilizado. Foram realizados estudos a respeito, visando saber mais sobre seu funcionamento e quais seriam as melhores condições para seu uso. Após uma análise cuidadosa dos métodos de irrigação disponíveis, decidiu-se utilizar o sistema aspersor devido à facilidade de obtenção de seus componentes em comparação com outros sistemas.

Uma vez definido o método de irrigação, foram elencados os componentes necessários para a criação do sistema automatizado.

Para verificar as condições do solo, optou-se por utilizar um sensor de umidade, cujo objetivo é verificar a umidade do solo e enviar os dados obtidos para a placa Arduino. Esse sensor pode enviar as leituras efetuadas de duas formas: no formato digital, enviando valores como 1 para solo seco e 0 para solo úmido; ou no formato analógico, com valores variando até 100 – nesta leitura, quanto mais alto o valor, mais úmido o solo será e, quanto menor, mais seco ele estará. Para programar as configurações do sensor junto à placa Arduino, foi utilizado a Arduino IDE, um software que usa as linguagens C e C++ para programar uma sequência de instruções e que permite depois fazer o upload desse código para a memória da placa Arduino, que armazena e executa essas instruções quando estiver ligada.

O Arduino, elemento principal desse projeto, é responsável por conectar todo o sistema de irrigação, assim como pela troca de informações com o aplicativo mobile. Para auxiliar o Arduino com a conexão, foi usado o módulo bluetooth HC-06, escolhido por seu baixo custo monetário para implementação, além de ser bastante popular em diversos projetos que necessitem de uma conexão via bluetooth.

O módulo relé é o responsável por acionar as bombas d'água e realizar a irrigação. Ele recebe os sinais digitais enviados pelo Arduino e assim realiza o acionamento e o desligamento da corrente elétrica que liga as bombas.

Para controlar o relé, foi desenvolvido um aplicativo mobile para permitir ao usuário controlar o sistema de irrigação pelo celular, além de poder ter acesso às informações em tempo real das condições da umidade do solo.

Para o aplicativo mobile, foram implementadas três funções, utilizando a IDE Android Studio e a linguagem Java. A primeira função é a responsável por fazer a conexão do aplicativo com o Arduino via Bluetooth. Através de um botão, o usuário

libera uma lista com dispositivos pareados com o celular e, assim que escolhe o dispositivo desejado, o endereço desse dispositivo é usado para fazer a conexão com o módulo Bluetooth. A segunda função é responsável por acionar o módulo relé, permitindo a passagem de água para os aspersores. Ao apertar um botão com a descrição “ligar”, o usuário manda uma mensagem com a mesma descrição do botão diretamente para o Arduino via bluetooth e, após ele receber essa mensagem, o módulo relé é acionado. Por fim, a terceira função é responsável por desligar o módulo relé, cortando assim o fluxo de água e interrompendo a irrigação. Da mesma maneira que na segunda função, o usuário aciona um botão de desligar e envia uma mensagem com a descrição “desligar”, ocasionando no desligamento do relé.

Figura 3 - Código Fonte Arduino

```

1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial bluetooth(10, 11); //TX - RX
3
4
5
6 String comando;
7 const int pinoSensor = A0; //PINO UTILIZADO PELO SENSOR
8 int valSensor; //VALOR QUE O SENSOR RETORNA A PERCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
9 int valUmido = 950; //VALOR MEDIDO COM O SOLO SECO (VOCÊ PODE FAZER TESTES E ADJUSTAR ESTE VALOR)
10 int analogLoUmido = 150; //VALOR MEDIDO COM O SOLO MOÍDO (VOCÊ PODE FAZER TESTES E ADJUSTAR ESTE VALOR)
11 int percUmido = 80; //PERCENTUAL DO SOLO SECO (80% - MÁX ALTERAR)
12 int percMoido = 100; //PERCENTUAL DO SOLO MOÍDO (100% - MIN ALTERAR)
13
14
15 void setup() {
16     Serial.begin(9600);
17     bluetooth.begin(9600);
18 }
19
20 //Sensor
21
22 pinMode(A0, INPUT);
23
24 pinMode(12, OUTPUT);
25 delay(2000); //INTERVALO DE 2 SEGUNDOS
26
27
28 void loop() {
29     comando = "";
30 }
```

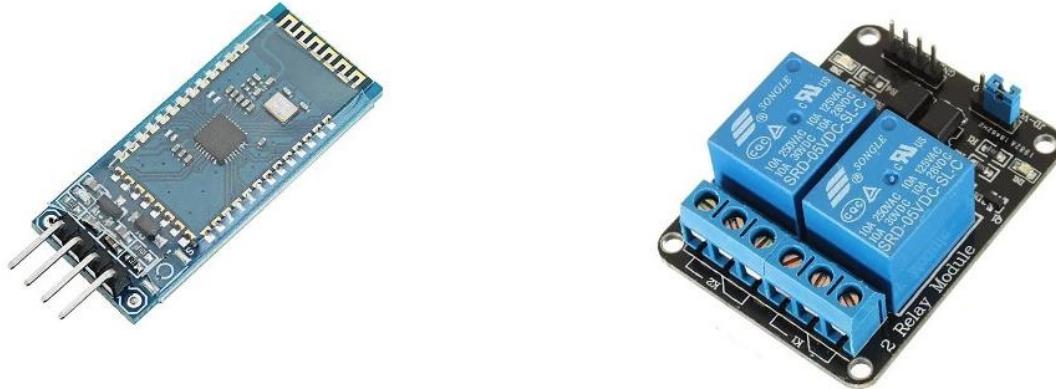
```

32     valSensor = constrain(analogRead(pinoSensor), analogLoUmido, analogUmido);
33     valUmido = constrain(valSensor, analogLoUmido, percUmido);
34     Serial.print("Umidade do solo: "); //EXIBE NO MONITOR SERIAL O PERCENTUAL DE UMIDADE DO SOLO
35     bluetooth.print(valUmido);
36     bluetooth.print("%");
37     bluetooth.print("\r\n");
38     bluetooth.print("["); //EXIBE NO MONITOR SERIAL O PERCENTUAL DO SOLO MOÍDO
39     Serial.println("]"); //EXIBE O CARACTERE NO MONITOR SERIAL
40     delay(1000); //INTERVALO DE 1 SEGUNDO
41
42
43     if (bluetooth.available()) {
44         while (bluetooth.available()) {
45             char caracter = bluetooth.read();
46
47             comando += caracter;
48             delay(10);
49         }
50
51         if (comando.indexOf("ligar") >= 0) {
52             digitalWrite(12, HIGH);
53             Serial.println(digitalRead(12));
54         }
55
56         if (comando.indexOf("desligar") >= 0) {
57             digitalWrite(12, LOW);
58             Serial.println(digitalRead(12));
59         }
60     }
61 }
```

Fonte: os autores.

Após desenvolver as funcionalidades do aplicativo, os diversos componentes são conectados à placa Arduino, que lhes forneceu a energia necessária para seu funcionamento. Dessa forma, o aplicativo envia comandos para o Arduino através do módulo Bluetooth, que por sua vez repassa esse comando para o relé, que liga e desliga as bombas de água no sistema de irrigação. Por sua vez, o sensor coleta dados do solo e envia para o Arduino, que repassa essa informação para o aplicativo através também do módulo Bluetooth, mostrando ao usuário do aplicativo como está a umidade do solo em tempo real.

Figura 4 - Componentes Relé e Modulo Bluetooth



Fonte: Eletrogate.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medição de umidade

Os testes para verificar a umidade do solo foram feitos através de dois recipientes, um contendo água e outro contendo terra seca. A ideia de usar esses

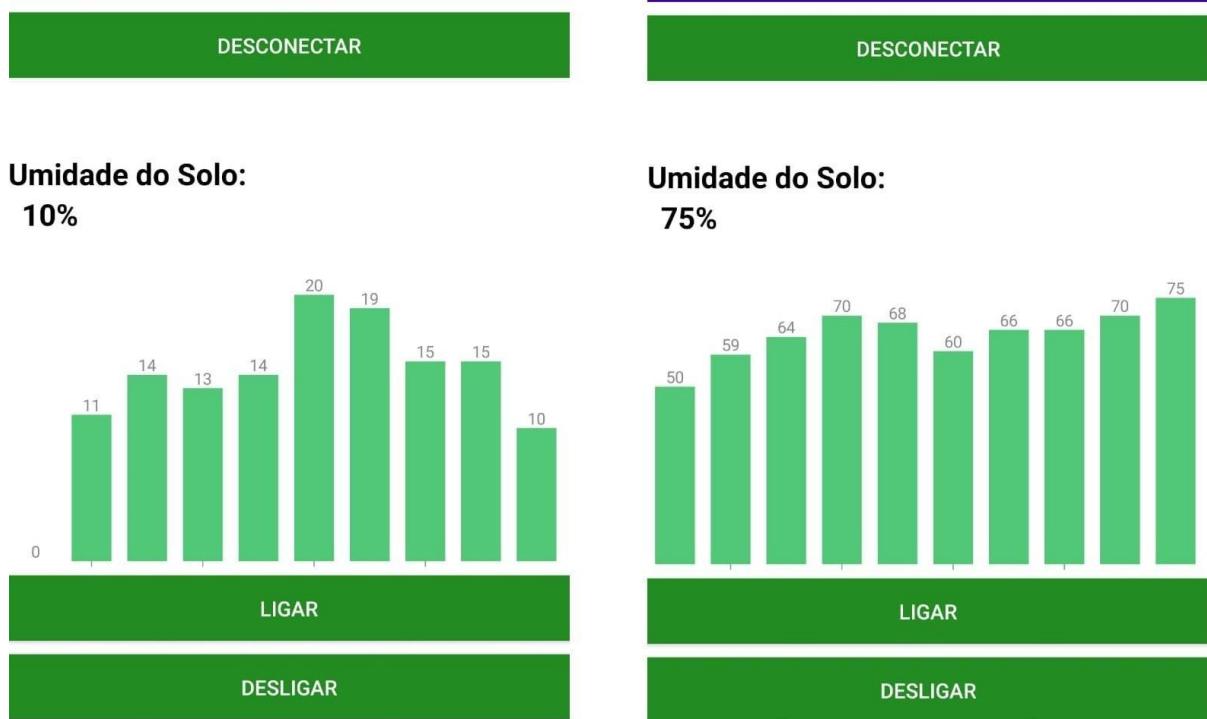
recipientes se deveu ao fato de facilitar os testes rápidos, uma vez que encher o protótipo com terra e depois adicionar água resultaria em uma espera até o solo se tornar seco novamente, isso porque o protótipo não possui plantas reais que utilizaram essa água.

Para esses testes foram utilizadas as portas analógicas do Arduino, com as quais os dados do sensor se tornam mais detalhados visualmente, permitindo um entendimento melhor em relação à umidade do solo.

O primeiro teste, realizado medindo a falta de umidade no solo, colocando o sensor no recipiente com terra seca, fez o sensor registrar valores baixos, em torno de 0% a 20%, indicando que o solo estava bastante seco; portanto, o teste foi um sucesso.

Já o segundo teste consistia em colocar o sensor de umidade no recipiente com água. Após verificar os dados que o sensor fornece, foram registrados valores crescentes, variando entre 50% e 75% cento de umidade no solo, indicando que o sensor detectou a umidade com sucesso.

Figura 5 - Interface do aplicativo



Fonte: os autores.

Interface

Foram realizados testes para avaliar a interface do aplicativo e validar as suas funcionalidades. O aplicativo é simples, como mostrado na Figura 3, e os testes consistiam em verificar a conexão do aplicativo junto ao sistema Arduino, além de validar os botões que controlam o acionamento e desligamento do sistema de irrigação; e, por fim, analisar os dados coletados e representados por um gráfico.

Os testes mostraram que a conexão possui um alcance de 10 metros, ou seja, de baixo alcance, porém com uma eficiência ótima, conseguindo enviar informações do aplicativo para o Arduino de forma rápida e prática. Além disso, os botões de acionamento e desligamento funcionaram perfeitamente, conseguindo controlar o fluxo de água de forma rápida e, dessa maneira, evitando desperdício.

O gráfico retorna os últimos 10 registros do sensor de umidade, o que permite ao usuário ter uma noção bem detalhada do solo e ter um controle melhor da irrigação.

CONCLUSÃO

A área de automação mostra-se com possibilidades incríveis para a construção de diversos tipos de projetos; entre eles, o sistema de irrigação automatizado.

A automação de projetos possui ótima acessibilidade e baixo custo, além de requerer um conhecimento mínimo para o desenvolvimento do projeto, permitindo que se alcance o objetivo de monitoramento do solo. Além disso, com poucas configurações, foi possível que o sensor de umidade alcançasse resultados satisfatórios com o aplicativo mobile, gerando uma interatividade entre o sistema e o usuário de forma simples e prática.

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser utilizada como base para futuros projetos e desenvolvimentos no setor de irrigação. É importante destacar a importância da utilização de sistemas de irrigação automatizados, não apenas para a economia de recursos naturais, mas também para aumentar a eficiência na produção agrícola e garantir o sucesso das plantações.

Ao mesmo tempo, é importante destacar que a utilização desse tipo de sistema também exige responsabilidade por parte dos agricultores, garantindo o correto funcionamento e manutenção dos equipamentos, para que se possa aproveitar ao máximo as suas vantagens.

Por fim, este trabalho foi importante para consolidar conhecimentos e apresentar uma possível solução para melhorar a eficiência na irrigação, contribuindo para o desenvolvimento do setor agrícola e para a preservação dos recursos naturais.

TRABALHOS FUTUROS

Com o aumento da conscientização sobre a importância da gestão eficiente de recursos hídricos, tem sido cada vez mais necessário desenvolver tecnologias e sistemas de irrigação que permitam a utilização de água de forma responsável e eficiente. Nesse sentido, o sistema de irrigação automatizado tem se destacado como uma solução promissora, permitindo não apenas otimizar o uso de água, mas também garantir o sucesso das atividades agrícolas.

Apesar dos avanços já alcançados com a utilização desse sistema, existe ainda um amplo espaço para a criação de trabalhos futuros que possam aprimorá-lo ainda mais. Algumas possibilidades incluem a integração de sensores avançados de umidade do solo, que permitam ajustar automaticamente a quantidade de água aplicada, e a utilização de inteligência artificial para otimizar a gestão da irrigação, levando em consideração fatores como o clima, o ciclo de crescimento das plantas e o tipo de solo.

Outra possibilidade é a utilização de fontes de energia renovável, como painéis solares, para alimentar o sistema de irrigação automatizado, tornando-o ainda mais sustentável e viável economicamente. Além disso, é possível desenvolver aplicativos que permitam ao usuário controlar e monitorar o sistema remotamente, tornando a gestão da irrigação ainda mais prática e eficiente.

Em resumo, as perspectivas futuras para o sistema de irrigação automatizado são muito positivas, e há uma ampla gama de possibilidades para aprimorá-lo ainda

mais, garantindo uma gestão eficiente e responsável dos recursos hídricos, além do sucesso das atividades agrícolas.

REFERÊNCIAS

AGROPÓS. O que é agricultura de precisão? Aprenda como monitorar!. Disponível em: <https://agropos.com.br/o-que-e-agricultura-de-precisao/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

AGROPÓS. Irrigação por aspersão: saiba tudo sobre esse assunto! Disponível em: <https://agropos.com.br/irrigacao-por-aspersao/>. Acesso em: 19 set. 2022.

ELETROGATE. NO R3 SMD CH340. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/uno-r3-smd-ch340>. Acesso em: 23 nov. 2022

ELETROGATE. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MAROUELLI, W. et al. Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, 6 set. 2000, p. 238-243.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2011.

STONE, L. F. **Irrigação por aspersão**. Embrapa, 2011 Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/metodos-de-irrigacao/irrigacao-por-aspersao> Acesso em: 18 set. 2022.

REIS, J. S. **Sistema de controle aplicado à automação agrícola**. Tese (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2015.