

SUPERVISÃO E CONTROLE REMOTO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO EM UM HORTO

Hugo Perraro Ceron¹, Marcel Campos Inocencio², Matheus Leandro Ferreira³

Resumo: No contexto atual, o setor agrícola enfrenta desafios relacionados ao aumento da produtividade, à escassez de recursos hídricos e à necessidade de manter a umidade do solo em níveis ideais para garantir o crescimento saudável para a agricultura. O presente artigo tem o objetivo de desenvolver um protótipo para realizar o controle remoto e a supervisão da irrigação em plantações. Por meio de um simulador de plantio em pequena escala, realizou-se um estudo para o desenvolvimento do protótipo para a aplicação da irrigação 4.0, utilizando a metodologia da internet das coisas. Desta forma foram realizadas duas etapas de testes, sendo a primeira apenas com o solo e posteriormente com a cultura de maracujá, por meio dos dados coletados foi possível efetuar a supervisão e o controle de forma remota do sistema de irrigação desenvolvido, no entanto percebeu-se que quanto menor o valor de umidade estabelecido no Setpoint, maior é a dificuldade de manter a umidade do solo.

Palavras-chave: IoT; Microcontroladores; Sensores; Atuadores; Sistema de Irrigação.

1 INTRODUÇÃO

A prática da irrigação é amplamente empregada para aumentar a produtividade das lavouras e atender às necessidades hídricas específicas de cada cultura. No entanto, em todo o mundo, incluindo o Brasil, enfrentamos um desafio significativo relacionado ao desperdício de água nesse processo. Estatísticas indicam que em média 55% da água utilizada na irrigação é desperdiçada e/ou mal utilizada (AGRISHOW, 2019). Diante dessa realidade, torna-se essencial buscar

¹hugo98781@gmail.com

²marcel.inocencio@gmail.com

³mlf@unescc.net

novas técnicas que possam aprimorar as práticas de manejo hídrico. Esse cenário levanta a necessidade urgente de revisar os métodos de irrigação.

Bacci (AGRISHOW, 2019), especialista em agricultura digital e sistemas de gerenciamento e monitoramento de irrigação, destaca que a maioria dos produtores agrícolas enfrenta dificuldades para saber quando, como e com que frequência realizar estes processos. Apesar das melhorias ao longo das décadas nos sistemas de irrigação, a adoção de tecnologia na agricultura tem progredido de forma lenta. A agricultura precisa se alinhar com os avanços tecnológicos globais, que já estão revolucionando outros setores. Essa mudança é fundamental para aumentar a produtividade agrícola e garantir a sustentabilidade da produção ao longo dos anos (CANAL AGRO, 2020).

A necessidade de modernização e acompanhamento dos avanços tecnológicos levou ao conceito de agricultura digital, muitas vezes chamado de Agricultura 4.0, modelo que envolve a integração de soluções agrícolas e tecnológicas para otimizar os processos, propondo reduzir o desperdício de recursos naturais, em particular, o recurso hídrico. É nesse contexto que emerge o conceito de irrigação de precisão 4.0, no qual a gestão da água é realizada de forma inteligente e eficiente (JHURIA et al., 2013).

Além disso, é importante observar que a agricultura irrigada desempenha um papel crucial na produção de alimentos em todo o mundo. Embora cerca de 40% de todas as terras aráveis do planeta sejam dedicadas à agricultura de irrigação, no Brasil, apenas cerca de 9% da área total plantada é regada (RODRIGUES, 2020). Isso demonstra o potencial de crescimento na eficiência da irrigação em nosso país.

Pode-se mencionar a importância da Internet das Coisas (IoT) nesse contexto. A IoT, com seu rápido desenvolvimento, oferece inúmeras oportunidades para melhorar a agricultura de precisão. Ela possibilita a comunicação entre sistemas de irrigação, sensores meteorológicos e a automação dos processos de monitoramento, como a ativação e desativação dos sensores de umidade do solo conforme necessário (GUIMARÃES, 2019). Além disso, a IoT permite a análise da qualidade do solo, garantindo que os nutrientes adequados sejam fornecidos quando necessário, contribuindo para a agricultura sustentável e a tomada de decisões informadas (CHAUDHARY et al., 2019).

Dessa forma, os sistemas de irrigação de precisão 4.0 se destacam como tecnologia essencial na agroindústria, visando aprimorar o uso da água e do solo,

sem prejudicar a produção (JHURIA et al., 2013). A integração da IoT nesse contexto promete transformar a agricultura, tornando-a mais sustentável, eficiente e adaptada às demandas crescentes de produção de alimentos.

Conforme o levantamento bibliográfico foram encontradas pesquisas semelhantes, mas com abordagens diferentes. A pesquisa realizada por Santos (2015) com o tema “Estudo de um protótipo para controle e monitoramento em uma estufa de hortaliças baseado na internet das coisas e o microcontrolador ESP8266”,. A proposta central foi a aplicação do conceito de IoT em conjunto com o microcontrolador ESP8266 para o controle de uma estufa destinada ao cultivo de hortaliças. O objetivo principal do artigo consistiu em efetuar o controle e monitoramento eficientes da referida estufa. Como resultado, o autor destaca que o protótipo desenvolvido demonstrou capacidade para operar de maneira autônoma. No entanto, ressalta a manutenção com frequência do sensor de umidade por conta da corrosão na estrutura do componente.

Enquanto Luz (2019) aborda o uso de plataforma de prototipagem no monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico, desenvolveu um protótipo para o monitoramento de um cultivo específico com o objetivo a utilização de uma plataforma de prototipagem a fim de realizar o monitoramento de variáveis em um jardim hidropônico. Como resultado, o sistema de monitoramento se demonstrou capaz de analisar as variáveis disponibilizadas.

Conforme Brandão (2021) com o ponto desenvolvimento de um protótipo para irrigação automatizada de jardim colaborativo, realiza a utilização da irrigação automatizada em jardins, garantindo a vida das flores ali plantadas, contudo por conta da pandemia, teve a implantação em vasos de jardinagem ao qual foi possível analisar que o sistema desenvolvido é capaz de identificar a necessidade de irrigação, quando há necessidade.

Considerando o contexto apresentado, este projeto tem como objetivo ampliar os estudos sobre automação no setor agrícola. Ao finalizar o processo, busca-se demonstrar uma otimização na produção, a redução da necessidade de mão de obra no processo produtivo, a diminuição do consumo de água na irrigação e, conseqüentemente, a oferta de um produto de maior qualidade ao consumidor final.

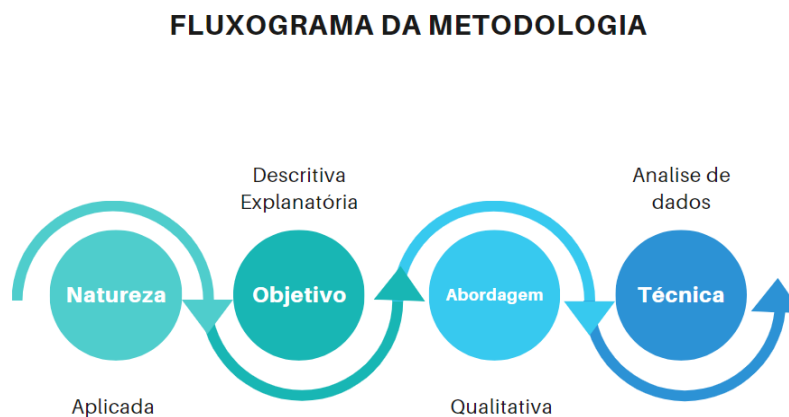
Os objetivos específicos da pesquisa consistem em: compreender o sistema de irrigação; desenvolver a automação do processo de irrigação; projetar e

selecionar componentes do sistema de automação; desenvolver um protótipo para monitoramento de irrigação; analisar e verificar os resultados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma pesquisa qualitativa aplicada, fundamentada em revisão bibliográfica, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Metodologia do projeto proposto



Fonte: Autor (2023)

Desenvolveu-se um protótipo de automação com irrigação de gotejamento embarcada para a cultura de maracujá. A solução foi prototipada e, por fim, testada em duas etapas, a primeira envolvendo o solo e a segunda à cultura do maracujá

2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O desenvolvimento da solução proposta, teve início por meio da confecção do Hardware e da parte elétrica, utilizou-se os seguinte materiais: uma caixa de PVC com fecho para abrigar o protótipo, um disjuntor bipolar de 20A para proporcionar proteção elétrica. Um contator tripolar para controlar o fornecimento de energia ao protótipo, e uma tomada, utilizada para alimentar a fonte de 9V do Arduino.

Na tampa da caixa, foi realizada a instalação de dois botões de pulso duplo para ligar e desligar o protótipo, além de indicadores luminosos de 12V para fornecer feedback visual no painel. A fonte chaveada de 12V foi destinada ao funcionamento dos indicadores no painel, da bomba de água e da eletro válvula. Para controlar esses componentes, empregou-se um módulo relé de 4 canais.

Além disso, uma placa de bornes de engate rápido foi utilizada para conectar os sensores. O protótipo contou com um Arduino Uno R3 como microcontrolador e um Shield Ethernet W5100 para possibilitar a comunicação entre o Arduino e a internet.

No canteiro de cultivo, foram instalados três sensores de umidade de solo capacitivos V1.2 e um sensor de umidade e temperatura de ar DHT11. No reservatório de água, uma eletro válvula de $\frac{3}{4}$ de 12V foi empregada para liberar o fluxo de água, e uma bomba de aquário de 12V foi utilizada para realizar a irrigação.

Após a conclusão do desenvolvimento do hardware e da parte elétrica, realizou-se a calibração dos sensores, possibilitando assim o início do desenvolvimento do controle dos atuadores, visando a automação do sistema de irrigação.

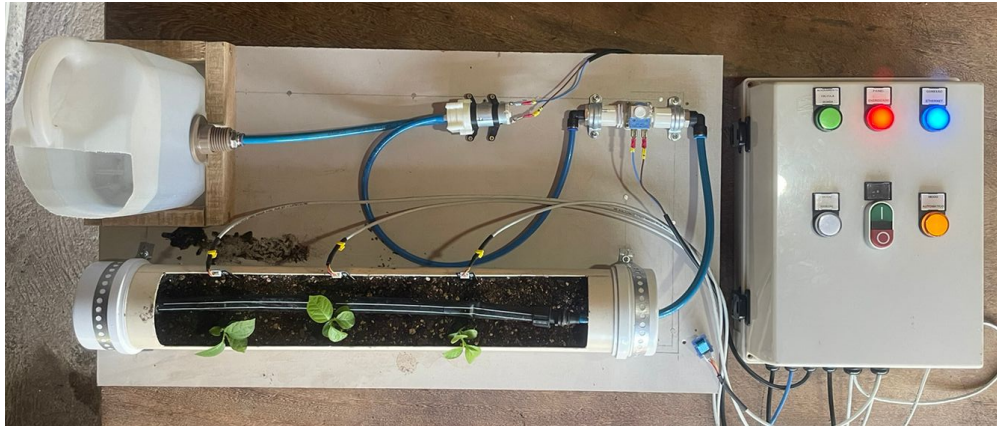
No que diz respeito à programação, foi criado um banco de dados em MySQL para armazenar os dados coletados pelo protótipo. A comunicação entre o Arduino e o banco de dados, bem como a comunicação entre o banco de dados e a página web, foi implementada por meio da linguagem de programação PHP. A programação do Arduino foi realizada em C++. Por fim, uma página web foi desenvolvida para exibir os dados, utilizando a linguagem de programação PHP.

2.2 IMPLEMENTAÇÃO

Para validar os dados, uma maquete foi construída com o propósito de simular um sistema de irrigação. A maquete inclui um reservatório de água para representar a caixa de água do sistema. Para representar a eletrobomba, utilizamos uma bomba de aquário para criar a pressurização necessária. Além disso, uma eletroválvula foi adicionada para simular a abertura dos encanamentos de água que se conectam ao sistema de irrigação, conforme as Figuras 1 e 2.

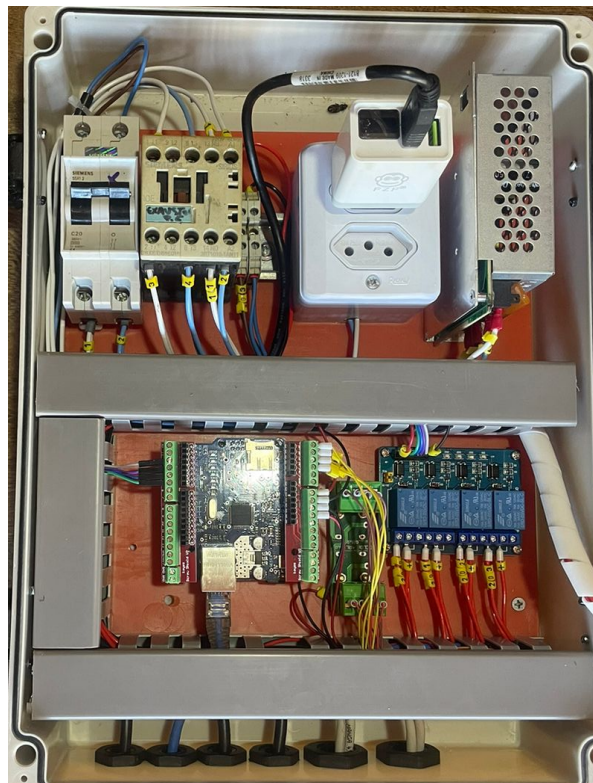
Por fim, foi criado um canteiro em menor escala, com substrato, para simular o cultivo de plantas. Neste canteiro, foram instalados três sensores de umidade do solo com o objetivo de coletar dados sobre a umidade do solo em tempo real.

Figura 1: Protótipo desenvolvido



Fonte: Autor (2023)

Figura 2: Interior do protótipo desenvolvido



Fonte: Autor (2023)

Desenvolveu-se uma página Web para a supervisão e o controle de forma remota do sistema de irrigação. Por meio desta, é possível estabelecer o valor de

Setpoint desejado para a umidade da cultura a ser irrigada, além da configuração sobre a forma de funcionamento do protótipo (modo automático buscando o valor de umidade estabelecido por meio do Setpoint ou de forma manual na qual o sistema é ligado e desligado manualmente, ou deixá-lo completamente desligado).

Nesta mesma página os dados coletados por meio do protótipo, podem ser visualizados e analisados, visto que são demonstrados os horários da medição, o valor coletado por cada sensor de umidade do solo em porcentagem, o valor da umidade e temperatura do ar, como pode-se observar na Figura 3.

Figura 3: Página Web



Fonte: Autor (2023)

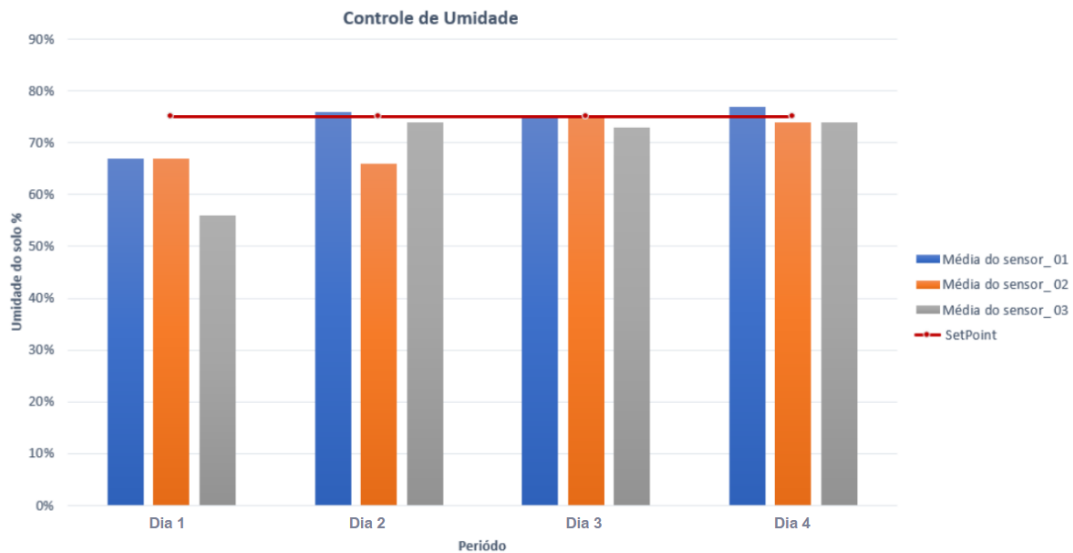
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o protótipo finalizado, iniciou-se a etapa de testes para validação, dividida em duas partes. A primeira envolveu apenas o solo, enquanto a segunda tratou da cultura de maracujá.

Na primeira etapa de testes, o objetivo foi verificar o funcionamento do protótipo. Utilizou-se um SetPoint de 75% para a umidade do solo desejada, com

uma duração de 4 dias. O primeiro dia foi destinado a regularização da umidade do solo, e os dias subsequentes para a validação da capacidade do protótipo em manter a umidade desejada. O gráfico 1 apresenta as médias obtidas por dia para os três sensores.

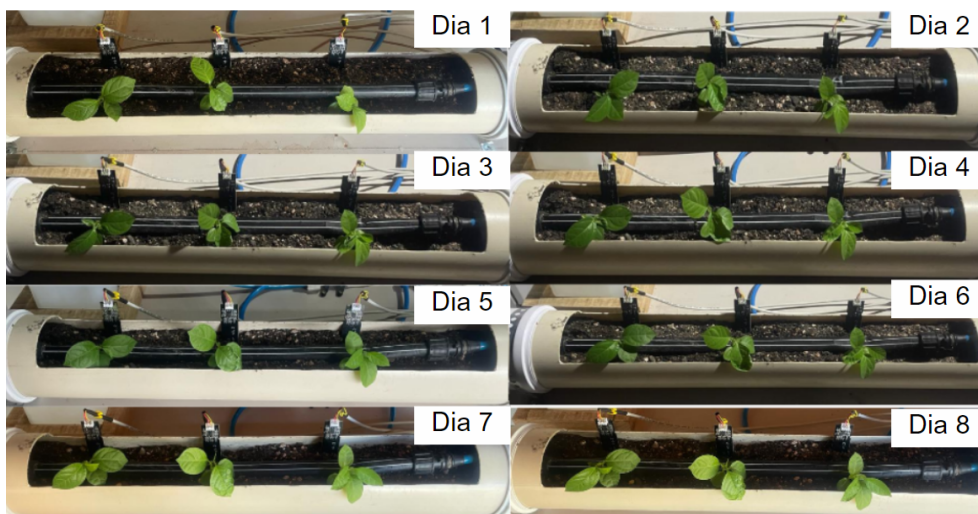
Gráfico 1: Controle de Umidade



Fonte: Autor(2023)

Para a segunda etapa de testes, utilizou-se como cultura o maracujá, conforme exemplificado por meio da Figura 4. A umidade do solo foi estabelecida como 60%, conforme recomendado pela EMBRAPA (2015).

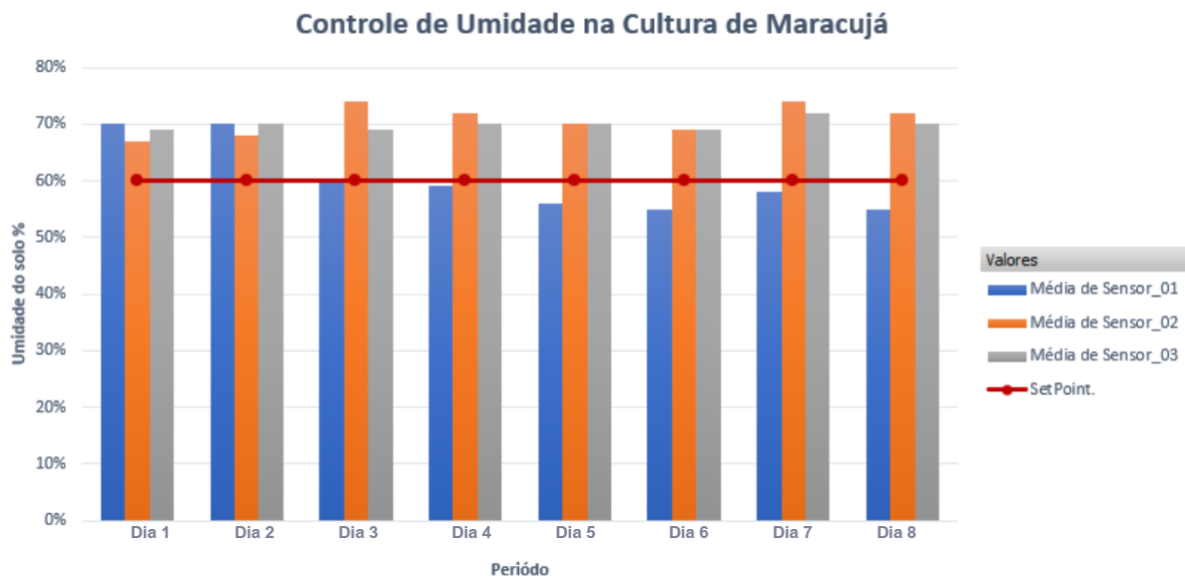
Figura 4: Cultura do maracujá



Fonte: Autor(2023)

Para a segunda etapa de testes, optou-se por um acréscimo no período de monitoramento, de 4 para 8 dias, conforme pode ser verificado no gráfico 2. Um motivador para este acréscimo, foi a variação de temperatura durante o período, bem como a obtenção de dados mais precisos sobre o funcionamento do protótipo. Como resultado das variações de temperatura, o protótipo enfrentou maiores desafios em manter o Setpoint estabelecido.

Gráfico 2: Controle de Umidade na Cultura de Maracujá



Fonte: Autor(2023)

Conforme apresentado na figura 5, é possível verificar que o solo não é irrigado de forma homogênea, exibindo maior concentração na região da cultura, devido à irrigação por gotejamento.

Figura 5: Cultura do maracujá



Fonte: Autor(2023)

Desta forma, com o intuito de analisar melhor as diferenças de umidade e temperatura do ar no decorrer da análise das duas etapas, é possível perceber por meio das Tabelas 1 e 2, que a média geral de umidade do ar na primeira etapa foi de 93,5% enquanto na segunda etapa foi de 79%, já em ambas etapas a média da temperatura do ar foi de 21°C.

Tabela 1: Umidade e temperatura do ar

Período	Média da umidade do ar	Média da Temperatura do ar
Dia 1	94%	21°C
Dia 2	93%	21°C
Dia 3	94%	21°C
Dia 4	94%	21°C

Fonte: Autor(2023)

Tabela 2: Umidade e temperatura do ar com a cultura de maracujá

Período	Média da umidade do ar	Média da Temperatura do ar
Dia 1	90%	27°C
Dia 2	95%	24°C
Dia 3	95%	22°C
Dia 4	94%	21°C
Dia 5	94%	21°C
Dia 6	94%	21°C
Dia 7	78%	20°C
Dia 8	83%	17°C

Fonte: Autor(2023)

CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse trabalho está relacionado com a criação de um protótipo para a realização da supervisão e do controle remoto de um sistema de irrigação, na qual sendo este um objetivo alcançado.

Contudo pode-se perceber que na primeira etapa de testes apresentou um controle de SetPoint mais estável, de acordo com o valor estabelecido de 75%. A umidade elevada, possibilitou a irrigação de forma homogênea do solo, adquirindo valores semelhantes nos três sensores, ocasionando o gráfico simétrico referente aos valores obtidos pela leitura da umidade do solo.

Em contrapartida, a segunda etapa apresentou um déficit da parte de controle de umidade, visto que os testes foram realizados com SetPoint inferior, de 60% de umidade em conjunto a baixa umidade do ar nos dias de aferição. Pelo fato do controle do sistema de irrigação ser realizado pela média dos três sensores e o valor de SetPoint ser mais baixo a umidade não se dissipou de forma homogênea pelo solo, apresentando diferentes valores de umidade nos pontos de aferição, prejudicando o desempenho do protótipo, mesmo que as médias dos sensores alcancem o valor estabelecido.

No entanto, é possível identificar ainda que o protótipo desenvolvido está relacionado com a supervisão, além de conter o históricos de dados para acompanhamento, redução de mão de obra no processo de irrigação, controle de umidade de forma controlada para haver a escassez ou saturação da umidade, redução de consumo de recursos hídricos para irrigação, apesar que menor a umidade estabelecida no Setpoint, maior é a dificuldade de manter a umidade do solo.

Por conseguinte, deve-se continuar o estudo para que possa ser analisada a possibilidade de alterações do desenvolvimento, visando uma forma de melhorar o controle da umidade do solo em especial para valores baixos de SetPoint.

REFERÊNCIAS

AGRISHOW. **Você conhece as principais causas do desperdício na irrigação?**.

Agrishow, 2021. Disponível

em:<<https://digital.agrishow.com.br/irrigacao/voce-conhece-principais-causas-do-desperdicio-na-irrigacao>> . Acesso em 19/05/2022.

BRANDÃO, Ana Carolina. **Desenvolvimento de um protótipo para irrigação automatizada de jardim colaborativo**. VI Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica - EnICT (ISSN: 2526-6772). Disponível em:

<<https://arq.ifsp.edu.br/eventos/index.php/enict/6EnICT/paper/viewFile/540/337>>. Acesso em 11/05/2023

CANAL AGRO. **Agricultura digital: o que é e quais são as vantagens**. Estadão, 2020 Disponível em:

<<https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/agricultura-digital-vantagens/>>. Acesso em 16/05/2022.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos**. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília: ABID, n.54, p. 46-55, 2002.

EMBRAPA Acre. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Maracujazeiro Amarelo cvs. BRS Gigante Amarelo e BRS Sol do Cerrado**. Comunicado Técnico 187, ISSN 0100-8668 Julho, 2015, Rio Branco, AC. Disponível em: <<https://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/minicursomaracuja/recomendacoes.pdf>>. Acesso em 02/10/2023

GUIMARÃES, Rayanne Dos Santos *et al.* **Protótipo de um sistema de irrigação por gotejamento automatizado utilizando plataforma arduino com o uso da internet das coisas**. Btda Ufra, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1401/1/RAYANNE%20DOS%20SANTOS%20GUIMAR%C3%83ES.pdf>. Acesso em 31/11/2022.

LUZ, Alexandre de Oliveira da Luz. **Uso de plataforma de prototipagem no monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico**. Criciúma, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8187/1/LUIZ%20ALEXANDRE%20DE%20OLIVEIRA%20DA%20LUZ.pdf>>. Acesso em 02/09/2023.

M. Jhuria, A. Kumar and R. Borse, "Image processing for smart farming: Detection of disease and fruit grading," *2013 IEEE Second International Conference on Image Information Processing (ICIIP-2013)*, Shimla, India, 2013, pp. 521-526, doi: 10.1109/ICIIP.2013.6707647. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6707647>>. Acesso em 16/05/2022.

Rodrigues, Lineu /Neiva. **Agricultura Irrigada : um breve olhar**. Fortaleza : Inovagri, 2020./ 377 p. : il. Color. Disponível em: < https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/ebook_webinaragricultura_irrigada_um-breve-olhar.pdf>. Acesso em 18/11/2022

SANTOS, Bernado Schmitz dos. **Estudo de um protótipo para controle e monitoramento em uma estufa de hortaliças baseado em internet das coisas e o microcontrolador ESP8266**. Criciúma, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8835/1/Bernardo%20Schmitz%20dos%20Santos.pdf>> . Acesso em 02/09/2023

S. Chaudhary, R. Johari, R. Bhatia, K. Gupta e A. Bhatnagar, "**CRAIoT: Concept, Review and Application(s) of IoT**," *2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT -SIU)* , Ghaziabad, Índia, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/IoT-SIU.2019.8777467. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8777467>>. Acesso em 11/05/2023

SANTOS, E. L. F. dos. "**A IEEE 802.15.4 como plataforma de comunicação de dados**", *Revista Ilha Digital*, Florianópolis, v. 4, 2013, p. 97– 105. Acesso em 18/22/2022

LUZ, Alexandre de Oliveira da Luz. **Uso de plataforma de prototipagem no monitoramento de variáveis de um jardim hidropônico**. Criciúma, 2019. Disponível em:

<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8187/1/LUIZ%20ALEXANDRE%20DE%20OLIVEIRA%20DA%20LUZ.pdf>>. Acesso em 02/09/2023.