

Lucas Pampoline¹, Geovana Maciel², Marcos Guimarães³, Eliezer Guimarães⁴, Thalita Sales⁵, Marcos Campos Junior⁶, Thais Felicori⁷, Pedro Machado⁸

1 Lucas Pampoline, Bolsista IFMG, Eng. Controle e Automação, IFMG Campus Ibirité, Ibirité - MG; lpampoline@gmail.com

2 Geovana Maciel, Bolsista IFMG, Técnico em Automação, IFMG, Ibirité – MG

3 Marcos Guimarães, Eng. Controle e Automação, IFMG Campus Ibirité, Ibirité - MG;

4 Eliezer Guimarães, Eng. Controle e Automação, IFMG Campus Ibirité, Ibirité - MG;

5 Thalita Sales, Eng. Controle e Automação, IFMG Campus Ibirité, Ibirité - MG;

6 Marcos Campos Junior, Eng. Controle e Automação, IFMG Campus Betim, Betim - MG;

7 Thais Felicori, Pesquisadora do IFMG, Campus Ibiitê;

8 Pedro Machado: Pesquisador do IFMG, Campus Ibirité; pedro.machado@ifmg.edu.br

HORTA AUTOMATIZADA: ABORDAGEM PARA UMA PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

RESUMO

A disponibilidade desigual de água é um dos principais desafios enfrentados pela agricultura brasileira, afetando também o município em estudo. De acordo com dados do CIBAPAR (Consórcio intermunicipal da bacia do rio Paraopeba) das 189 outorgas vigentes na bacia, 40,2% estão relacionadas à irrigação e 20,6% se referem ao setor industrial. Ou seja, o uso descontrolado de recursos hídricos na irrigação tem impactos significativos na sociedade local como um todo. Para lidar com essa questão, o presente trabalho visa implementar conceitos básicos da Agricultura de Precisão na comunidade ao redor da região do rio Paraopeba, em especial na região do Rola Moça em Ibirité-MG, a fim de desenvolver um sistema de monitoramento e aquisição de dados relacionados à irrigação e consumo de energia, com foco na produção de hortaliças. Para alcançar esses objetivos, foram adotados métodos que compreendem um levantamento detalhado das características da região, incluindo o manejo do solo, a disponibilidade de água e energia, e as necessidades específicas da comunidade local. Com base nessas informações, um sistema de monitoramento foi desenvolvido utilizando sensores para coletar dados sobre o consumo de água durante a irrigação e o consumo de energia na produção agrícola. Os resultados obtidos incluem a implementação bem-sucedida do sistema de automação, permitindo o acompanhamento em tempo real do consumo de água e energia na produção de hortaliças.

INTRODUÇÃO:

A Agricultura de Precisão (AP) tem se mostrado uma abordagem promissora para o desenvolvimento sustentável da agricultura, especialmente no que diz respeito ao uso eficiente de recursos como água e energia (MOLIN, 2004). A escassez de água e a necessidade de otimizar o consumo energético são desafios enfrentados pela agricultura brasileira, e a implementação de práticas e tecnologias avançadas pode contribuir para soluções mais eficazes (SRBINOVSKA, 2015; ALMEIDA, 2009; SILVA, 2008).

O monitoramento do consumo de água é essencial para identificar padrões de uso e possíveis desperdícios. Com o uso de sensores e dispositivos de monitoramento em tempo real, é possível acompanhar o consumo de água na irrigação e adotar práticas mais eficientes, como a irrigação baseada nas necessidades específicas das plantas. Isso não apenas reduz o desperdício de água, mas também melhora a produtividade agrícola (BATTISTI, 2018; BISCARO, 2014; MAROUELLI, 2008).

Além disso, a eficiência energética é uma preocupação central na agricultura, uma vez que a operação de sistemas de irrigação e processamento pós-colheita requer uma quantidade significativa de energia (MOLIN, 2004; MAGALHÃES, 2012). A Agricultura de Precisão busca otimizar o consumo energético, utilizando motores mais eficientes e explorando fontes renováveis de energia, contribuindo para a redução dos custos e minimizando o impacto ambiental.

A análise de dados desempenha um papel fundamental na tomada de decisões embasadas na gestão de recursos hídricos e energéticos. Com o uso de algoritmos e modelos, é possível coletar e analisar dados para identificar padrões de consumo, prever demandas futuras e otimizar o uso de recursos (FRIZZONE, 2017; LINO, 2017; MAGALHÃES, 2012). Essa abordagem permite uma gestão mais eficiente e sustentável, resultando em uma maior produtividade agrícola e uma redução dos impactos ambientais (SIMPAL, 2021).

A pesquisa sobre a implementação da Agricultura de Precisão no monitoramento e gestão de recursos hídricos e energéticos na produção de hortaliças na região em estudo é motivada pela escassez de recursos hídricos na região e pela necessidade de buscar soluções sustentáveis para o setor agrícola. Além de contribuir para a preservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental, essa pesquisa busca identificar práticas e tecnologias que possam trazer benefícios econômicos para os agricultores e a comunidade local, promovendo a viabilidade econômica da produção de hortaliças.

Diante dessas perspectivas, foi essencial explorar o estado atual e pesquisas recentes sobre os conceitos básicos e relevantes da Agricultura de Precisão, a fim de embasar teoricamente o estudo e identificar as melhores práticas e tecnologias disponíveis. Isso permitiu a proposição de soluções eficientes e sustentáveis para o monitoramento e gestão dos recursos hídricos e energéticos na produção de hortaliças na região local, contribuindo para o desenvolvimento regional sustentável.

METODOLOGIA:

O projeto foi dividido em dois tópicos metodológicos. O primeiro tópico envolveu uma análise socioambiental por meio de entrevistas com produtores locais de hortaliças, visando obter dados sobre modelos de produção, custos e produtividade. Ainda neste tópico, focou-se, também, na inovação de produtos, com estudos para validar o mercado consumidor, a relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e a viabilidade econômica. O segundo tópico envolveu a construção e implementação de um protótipo de horta automatizada em ambiente controlado, com quatro canteiros representando diferentes sistemas de irrigação: aspersão com temporizador, gotejamento com temporizador, aspersão automatizada com monitoramento e controle inteligente, e gotejamento automatizado com monitoramento e controle inteligente.

Análise socioambiental local, inovação e sustentabilidade

Foi conduzida uma pesquisa junto aos produtores locais da região do campus Ibirité. No total, foram entrevistados onze agricultores locais, com o objetivo de compreender o funcionamento do método de irrigação e os principais desafios para ter uma produção de qualidade e otimizar o uso da água e energia elétrica.

Considerando o aspecto socioambiental, segundo a resolução Conama Nº 1 de janeiro de 1986, Artigo 1º, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam (ALMEIDA, 2009):

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

Na condução das entrevistas, foi utilizado um questionário com diversas perguntas, preconizando o levantamento de informações relacionadas a cultura de plantio, métodos convencionais de irrigação, manejo do solo e pesquisa de interesse do uso da solução de irrigação automatizada proposta. Informa-se, no entanto, que, para o presente trabalho, apenas duas perguntas tiveram relevância: i) qual o método de irrigação utilizado?; ii) o produtor faz uso de sistema de bombeamento de água para irrigação?

Do ponto de vista de inovação, buscou-se desenvolver uma proposta de valor da solução em questão, com o objetivo de trazer uma ideia clara, concisa e transparente de como a horta automatizada pode ser relevante para os produtores de hortaliças locais.

Ainda nesta etapa, foram desenvolvidos estudos para relacionar a dinâmica do projeto das hortas automatizadas com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que fazem parte da chamada "Agenda 2030" da ONU (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2022).

Protótipo horta automatizada

O protótipo do sistema de automatização da irrigação da horta considera o uso de sensores, um microcontrolador de baixo custo e atuadores eletromecânicos para abertura e fechamento dos canais de irrigação (TRIPATHY, 2015). Além disso, do ponto de vista de monitoramento, propôs-se que os dados coletados fossem registrados e armazenados em uma plataforma digital integrada ao microcontrolador por meio de comunicação sem fio, permitindo o acompanhamento remoto da horta automatizada.

A proposta tecnológica do sistema de irrigação automatizado, aqui definido como protótipo, foi baseada em uma estrutura eletrônica embarcada, que utilizou o microcontrolador ESP32 como elemento principal. O ESP32 possui capacidade de comunicação sem fio via Wifi. Além disso, são descritos os principais dispositivos presentes nas placas eletrônicas desenvolvidas e no sistema de bombeamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Em análise aos dados coletados na primeira etapa deste trabalho, destaca-se dois pontos: tipo de aspersão e uso de sistema de bombeamento de água. Como indicado na Figura 1, 64,3% dos entrevistados indicaram o uso de aspersão convencional, que é tido como o método de irrigação com maior desperdício de água (FRIZZONE, 2017). Além disso, na Figura 2 verifica-se que a maioria, 70% dos entrevistados, indicou o uso de bombeamento de água de poço ou rego d'água na irrigação. Ou seja, com o uso mais eficiente dos recursos hídricos, é possível resolver dois problemas, um relacionado ao menor uso de água devido a um tipo de irrigação mais eficiente, com conseqüente menor uso das bombas de irrigação, economizando, assim, recursos hídricos e energéticos.

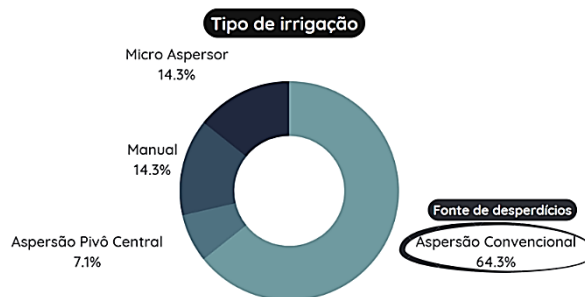


Figura 1: Métodos de Irrigação utilizados pelos entrevistados

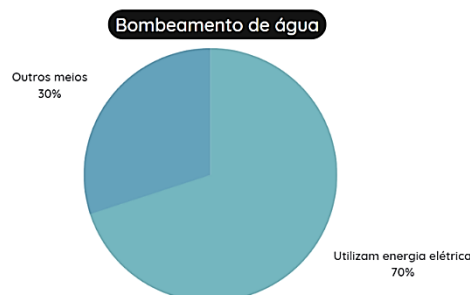


Figura 2: Uso de energia elétrica para bombeamento pelos entrevistados

Dentre os principais impactos ambientais negativos causados pela ação humana, podemos citar a diminuição dos mananciais e o uso da água sem o monitoramento na agricultura. Assim, para minimizar os impactos citados, pode-se aplicar soluções eficientes para:

- Economizar água;
- Reduzir o consumo de energia;
- Inovação no método de cultivo;
- Acesso a água para todos os habitantes da região;

Portanto, considerando os tópicos acima, há relação com os seguintes objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS): i) fome zero e agricultura sustentável, ii) energia limpa e acessível, iii) indústria, inovação e infraestrutura. A Figura 3 ilustra estes objetivos de forma gráfica.



Figura 3: Relação entre o projeto e os objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS)

O protótipo construído foi aplicado à uma horta de controle do local cedido dentro do *campus* do IFMG-Ibirité. O modelo criado, é apresentado na Figura 4. Nesta arquitetura, tem-se dois módulos eletrônicos e um servidor online. Com esta estrutura, permite-se o controle do acionamento das eletroválvulas e da bomba de irrigação, o monitoramento do índice de umidade do solo por meio de sensores, e o acompanhamento remoto do sistema através de um servidor. Em relação a lógica de controle, o algoritmo se mostrou eficiente. Nesta lógica utilizou-se um princípio básico de comparação, verificando se a umidade do solo estava acima ou abaixo de 35%. Neste caso, o sistema de irrigação é ligado apenas quando a umidade está abaixo de 35%. Vale ressaltar que a arquitetura proposta é uma solução definida pelos autores do presente trabalho, e teve como premissa o uso de componentes mercadologicamente consolidados, e com grande volume de documentação. Em destaque, temos os seguintes componentes: ESP32 série WROOM; sensor de umidade HD-38; sensor de vazão YS-S401; eletroválvula 24 VDC; bomba de submersão de 1 cv (750 W); bateria estacionária 12v 45ah/50ah.

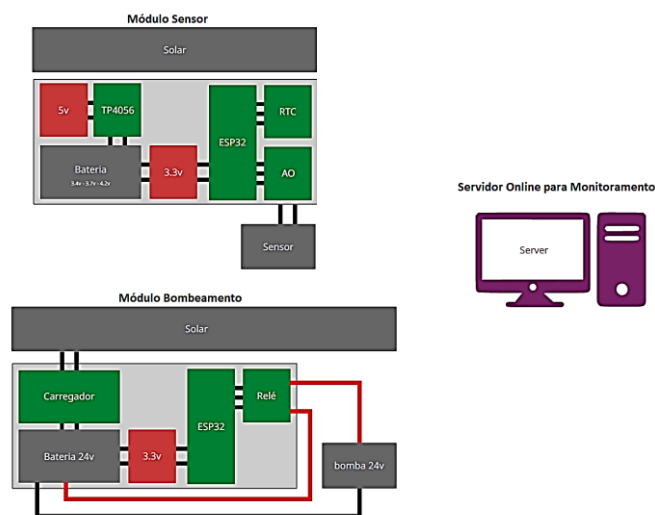


Figura 4: Arquitetura do sistema de irrigação automatizada

Do ponto de vista eletrônico, a arquitetura proposta funcionou de forma apropriada, executando a rotina de controle de irrigação de forma aceitável.

No entanto, em relação ao plantio das hortaliças, os resultados do projeto foram negativamente impactados devido às condições climáticas adversas, com chuvas intensas na região de Ibirité nos meses de dezembro de 2022 e janeiro de 2023. Os resultados de produção de alface da horta automatizada foram afetados, pois os sensores de umidade não puderam funcionar corretamente devido ao solo encharcado. Isso resultou em

baixa produtividade das plantas, desenvolvimento insuficiente e aparência deformada, impossibilitando a comercialização das hortaliças. Sendo assim, não foi possível validar qual o tipo de irrigação mais adequado para a cultura observada, bem como não foi possível comparar os métodos de irrigação tradicional com o método automatizado. A Figura 5 apresenta o protótipo montado e instalado nos canteiros do IFMG-Ibirité.



Figura 5: Canteiros de alface com os sistemas de irrigação automática

Outro ponto de destaque da arquitetura do protótipo, foi a interface de coleta de dados para monitoramento online. Nesse ponto, foram observados apenas os níveis de umidade do solo ao longo do dia 06/03/2023. A Figura 6 mostra uma captura de tela com os dados e o gráfico coletados nesse dia. Como indicado na figura, o banco de dados desenvolvido em planilha eletrônica (Google Planilhas) permite uma fácil visualização dos dados coletados em campo.

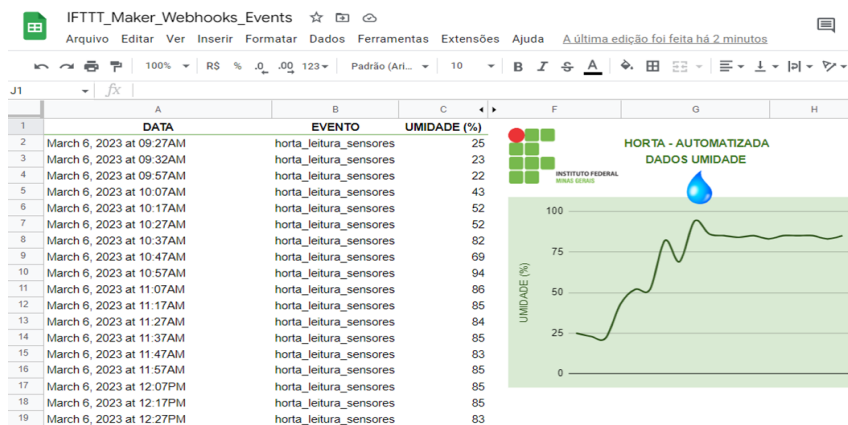


Figura 6: Captura de tela da Planilha de monitoramento de umidade no dia 06/03/2023 (Google Planilhas)

CONCLUSÕES:

Durante o desenvolvimento do projeto de cultivo de hortaliças, constatou-se que as técnicas de manejo atuais aplicadas pelos produtores locais, não estão alinhadas com os princípios da sustentabilidade, especialmente devido à falta de controle no uso dos recursos hídricos. A adoção de um sistema de irrigação automatizado se mostra como solução para otimizar o uso dos recursos e permitir um monitoramento mais detalhado. O projeto tem um potencial significativo de impacto socioambiental e tecnológico, oferecendo alternativas mais sustentáveis para a produção agrícola. Como próximas etapas, planeja-se reduzir o tamanho dos canteiros, aprimorar a arquitetura eletroeletrônica, otimizar o uso de cabos e conectores e obter um maior volume de dados do sistema de irrigação. Além disso, busca-se unir técnicas de inteligência artificial para previsão de chuva, otimizando ainda mais o uso de recursos hídricos e energéticos. Essas melhorias visam aperfeiçoar a eficiência do sistema e fornecer informações essenciais para tomadas de decisões mais acertadas em relação

ao consumo de água e energia elétrica. No entanto, é importante ressaltar que os resultados obtidos com os canteiros de alface montados para este experimento são insuficientes para validar a eficiência do protótipo, sendo necessários novos testes. O projeto destaca a importância de avançar em direção a práticas agrícolas mais sustentáveis, com o sistema de irrigação automatizado desempenhando um papel crucial nesse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. E. S.; CARNEIRO, F. F. ; VILELA, N. J.. Agrotóxicos em hortaliças: seguranças alimentares, riscos socioambientais e políticas públicas para promoção da saúde. *Tempus. Actas em Saúde Coletiva, Ceilândia*, v. 4, n. 4, p.84-99, 2009.

BATTISTI, Rafael et al. Soybean yield gap in the areas of yield contest in Brazil. *International Journal of Plant Production*, v. 12, n. 3, p. 159-168, 2018.

BISCARO, G. A. *Sistemas de Irrigação Localizada*. 1. ed. Dourados: Editora da UFGD, 2014. v. 1. 262p.

FRIZZONE, J.A. OS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO. Notas de Aula da disciplina LEB 1571 – Irrigação. Departamento de Engenharia de Biosistemas. Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica. ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 2017.

LINO, DAVID RIBEIRO et al. Irrigação automatizada com plataforma de desenvolvimento arduino na horta didática da universidade federal do ceará. *Irriga*, v. 1, n. 1, p. 85-93, 2017.

MAGALHÃES, F. F.; CUNHA, F. F. da. Desempenho do software SEVAP NA estimativa da evapotranspiração no Estado do Mato Grosso do Sul. *Agrarian*, 5, 16: 151-160, 2012.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. e; da SILVA, H. R. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

MOLIN, J. P. Tendências da agricultura de precisão no Brasil. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 2004.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVA, S. de M. Avaliação ambiental estratégica na Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH. Tese (doutorado), Pós-graduação em Desenvolvimento sustentável, UnB, Brasília, 2008.

SIMPAL, Mohamad et al. IoT-Based Automated Garden Irrigation and Monitoring System Using Advanced Technology. *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*, v. 5, n. 11, p. 44, 2021.

SRBINOVSKA, 2015; GAVROVSKI, C.; DIMCEV, V.; KRKOLEVA, A. BOROZAN, V. Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Journal of Cleaner Production* v. 88 p. 297–307, 2015.

TRIPATHY, A. K. et al. Open source hardware based automated gardening system using low-cost soil Moisture sensor. In: 2015 International Conference on Technologies for Sustainable Development (ICTSD). IEEE, 2015. p. 1-6.