

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Modelo de Cultivo Hidropônico Vertical Controlado e Monitorado Remotamente

CAIAN R. TOALDO¹, FABIO R. LEANDRO², GABRIEL R. QUINALIA³, MAURO S. BRAGA⁴

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Câmpus Salto, caian.toaldo@aluno.ifsp.edu.br.

² Graduando em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Câmpus Salto, rocha.leandro@aluno.ifsp.edu.br.

³ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Câmpus Salto, gabriel.quinalia@aluno.ifsp.edu.br.

⁴ Professor EBTT em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Câmpus Salto, mauro@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.02.05-0 Sistemas Eletrônicos de Medida e de Controle.

RESUMO:

O presente artigo relata o desenvolvimento de um modelo de cultivo hidropônico vertical, controlado e automatizado. O objetivo do projeto foi criar um sistema de cultivo hidropônico que dependesse minimamente da atuação humana para seu funcionamento. Para tanto, foram utilizados diversos sensores e atuadores eletrônicos e eletromecânicos, além de um microcontrolador. Após os primeiros testes, concluiu-se que o cultivo de hortaliças por hidroponia verticalizada de maneira controlada e monitorada de forma remota demonstrou capacidade considerável e trouxe consigo grandes vantagens quanto ao possibilitar o cultivo livre de defensivos agrícolas e também pela otimização de espaços em um ambiente urbanizado e em virtude da crescente verticalização das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo hidropônico; Verticalização; Automação; Sensores e atuadores; Hortaliças.

“Controlled and Remotely Monitored Vertical Hydroponic Cultivation Model”

ABSTRACT:

This article reports the development of a vertical hydroponic cultivation model, controlled and automated. The project's objective was to create a hydroponic cultivation system that relied minimally on human intervention for its operation. To achieve this, various electronic and electromechanical sensors and actuators were used, along with a microcontroller. After the initial tests, it was concluded that vertically hydroponic cultivation of vegetables in a controlled and remotely monitored manner demonstrated considerable capability and brought significant advantages by enabling pesticide-free cultivation. Additionally, it optimized space in urban environments due to the ongoing verticalization of cities.

KEYWORDS: Hydroponic Cultivation; Verticalization; Automation; Sensors and Actuators; Vegetables.

INTRODUÇÃO

Neste artigo, foi explorado o desenvolvimento de um modelo de Cultivo Hidropônico Verticalizado e Controlado, um protótipo inovador que incorpora princípios fundamentais de engenharia de controle e automação em conjunto com as aplicações da agronomia moderna.

Através da descrição das estratégias de controle das variáveis intrínsecas ao desenvolvimento vegetal, integração de sensores, algoritmos de decisão por meio de um microcontrolador e tecnologias de comunicação sem fio, foi examinado como a engenharia de controle e automação pode criar sistemas altamente adaptáveis e eficientes com relação ao meio externo (Ogata,2010), quando aplicado a hidroponia, a arte de cultivar sem solo, que possibilita principalmente a produção de hortaliças de pequeno e médio porte em espaços otimizados e também o alívio do uso de defensivos agrícolas (Rodrigues,2020). De modo a garantir o controle em malha fechada do projeto, os estudos feitos visam aprimorar a eficiência hídrica e otimizar a cultura, tendo a sustentabilidade como objetivo principal da produção em modelo hidropônico.

Frente aos benefícios práticos da engenharia de controle e automação, foi possível a ampla implementação no protótipo do modelo projetado possibilitando a produção de hortaliças de pequeno porte para a fase colheita dos primeiros resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Os componentes empregados no escopo deste projeto abrangem uma seleção de elementos de hardware, notadamente o microcontrolador ESP 32, o sensor de condutividade (TDS), o sensor de temperatura (DS18B20), o sensor de nível (Boia Digital), uma bomba de água com capacidade de 1000 litros por hora, uma rede de tubulações e conexões de PVC, o sistema de nutrientes hidropônicos contido em um reservatório, bem como uma fonte de alimentação apropriada.

O circuito subjacente ao microcontrolador ESP 32 foi implementado englobando a integração dos sensores de condutividade e temperatura para monitorar as variáveis ambientais e desencadear o acionamento preciso da bomba de irrigação. Para esse propósito, os sensores foram meticulosamente conectados ao microcontrolador, enquanto a operação da bomba foi gerenciada por um relé interligado a um pino digital.

A lógica de controle foi programada utilizando a linguagem C#, tendo como ambiente de desenvolvimento a plataforma Arduino IDE, proporcionando um ambiente familiar e altamente configurável. A estruturação do código foi cuidadosamente organizada em um conjunto de funções, o que se revela fundamental para a facilitação da manutenção e a adaptabilidade do sistema ao longo do tempo.

Os sensores de condutividade e temperatura foram posicionados estrategicamente no interior do reservatório, permitindo uma monitorização precisa das condições do meio. A bomba de água foi posicionada na base da estrutura hidropônica, sendo o fluxo de água conduzido através de uma rede de tubulações até o gotejador situado no vértice superior da torre hidropônica fechando assim o sistema de recirculação e foi realizado também um ensaio para a parametrização do espectro da luz da lâmpada utilizando o sensor multiespectral simulando apenas o espectro de luz azul, após isso o espectro puramente vermelho e a combinação de ambos (roxo) em um ambiente controlado.

A interface de comunicação Blink IoT foi selecionada para possibilitar a supervisão remota das variáveis do sistema, fornecendo uma plataforma interativa e versátil para monitorização e controle. A eficácia do sistema foi submetida a testes exaustivos sob condições controladas, resultando em ajustes refinados no código do microcontrolador ESP 32 para otimizar sua precisão e eficiência.

Dados quantitativos relativos ao crescimento e produção vegetal foram adquiridos de forma contínua durante o ciclo de cultivo, permitindo uma comparação com métodos hidropônicos convencionais. A análise estatística abrangente dos dados coletados proporcionou insights essenciais sobre o desempenho do sistema automatizado, validando sua efetividade e aplicabilidade no contexto agrícola moderno.

Elétrica:

Os itens que compõem a categoria elétrica do projeto são responsáveis pelo fornecimento de energia para todo o sistema por isso foram dimensionados com base no consumo de potência total dos componentes:

- 1 x Fonte de Tensão;
- 20 x Cabos tipo Jumper;

- 1 x Válvula Solenóide;
- 1 x Motobomba Submersa.

Eletrônica:

Os itens que compõem a categoria eletrônica do projeto são responsáveis pelo controle e a interface do controlador com os atuadores:

- 1 x ESP 32 - Placa de Desenvolvimento com Microcontrolador;
- 1 x Sensor de Condutividade Gravity - TDS;
- 1 x Sensor de Temperatura - DS18B20;
- 1 x Sensor Multiespectral AS7341;
- 2 x Sensor de Nivel - Boia Digital;
- 1 x Lâmpada para Crescimento Vegetal 67W.

Mecânica:

Os itens que constituem a estrutura do modelo de cultivo hidropônico vertical consistem em:

- 1 x Reservatório Cilíndrico de 16L;
- 2 x Metro de Cano PVC 4 Polegadas;
- 1 x Gotejador;
- 2 x Metro de Mangueira de Silicone.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados e discutidos em termos de eficiência de uso de recursos, crescimento e produção das plantas e viabilidade econômica do sistema de automação. Foram identificados os pontos fortes a melhorar do projeto, bem como as possibilidades de melhorias futuras, ponto positivo resultado de testes anteriores foi a implementação da luz artificial principalmente pensando em cultivos dentro de casa ou de um apartamento nos quais a incidência de luz solar não é abundante, por meio do ensaio realizado com o sensor multiespectral foi possível parametrizar e comparar com a faixa de ondas fornecidas e a necessária para o desenvolvimento saudável do cultivo.



FIGURA 1. Implementação da Iluminação artificial para controle de luminosidade.

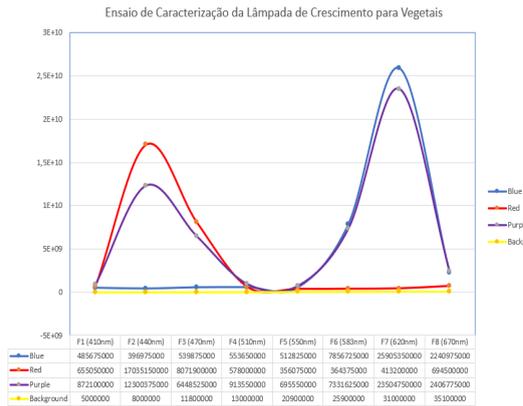


Gráfico 1 (a). Parametrização do Espectro de Onda da Lâmpada para Iluminação artificial (Autor).

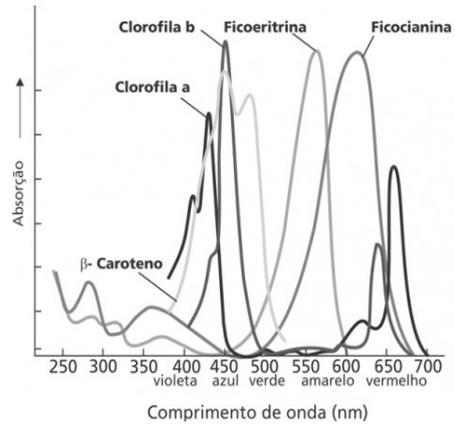


Gráfico 1 (b) O espectro de absorção de luz de diferentes pigmentos (Fundação CECIERJ).



FIGURA 2 (a). Muda de alface cultivada no protótipo desenvolvido (autor).



FIGURA 2 (b). Muda de alface cultivada no solo (autor).

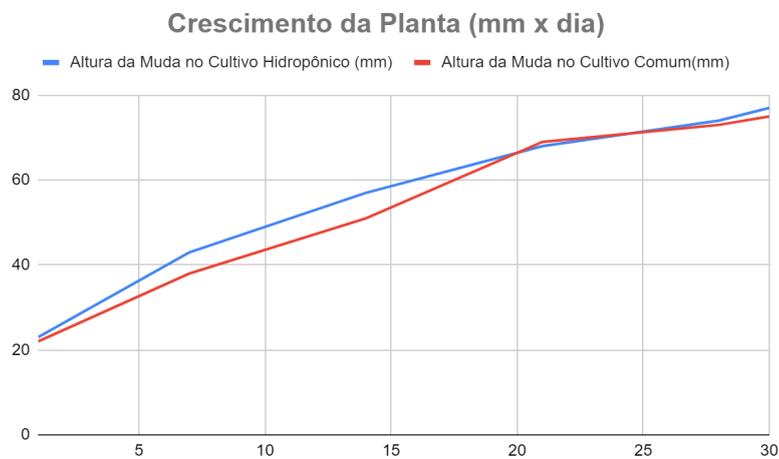


FIGURA 3. Gráfico de Linhas de Crescimento em Milímetros das Mudas Cultivadas no Modelo Hidropônico x Modelo Convencional durante 30 Dias.

Durante os 30 dias foi possível perceber que o cultivo hidropônico se mostrou na maior parte do tempo mais efetivo quando se levado em consideração o crescimento da alface cultivada.

CONCLUSÕES

Este artigo descreveu o desenvolvimento de um modelo de cultivo hidropônico verticalizado e supervisionado remotamente, utilizando ferramentas de controle e automação para construir um protótipo funcional e que gerou seus primeiros resultados de forma a propor novas implementações para melhorias futuras no projeto. Os resultados mostraram que a hidroponia automática produziu um crescimento significativo e saudável para a cultura de alface, tendo como principal vantagem a economia de água e a produção isenta de defensivos agrícolas além da grande praticidade de um cultivo autônomo. Este artigo contribui para a literatura atual sobre agricultura hidropônica, fornecendo uma descrição detalhada da construção e automação de um modelo de cultivo vertical e apresentando evidências de sua eficácia e eficiência no cultivo de plantas. Os resultados podem ajudar a orientar futuras pesquisas sobre a automação e melhoria da técnica de cultivo hidropônico em torres.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

C.R.T, G.R.Q e F.R.L contribuíram com o desenvolvimento do protótipo, F.R.L desenvolveu a programação do microcontrolador e a comunicação remota, G.R.Q com a configuração do hardware e C.R.T com o monitoramento físico e os autores conduziram juntos a metodologia e experimentos e a redação do trabalho.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

REFERÊNCIAS

- Beninni, E. R. Y.; Takahashi, H. W.; Neves, C. S. V. J. **Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional.** Semina: Ciências Agrárias, v.26, p.273-282, 2005
- Cometti, N. N.; Matias, G. C. S; Zonta, E; Mary, W; Fernandes, M. S. **Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico - Sistema NFT.** Horticultura Brasileira, v.26, p.252-257, 2008.
- Hoagland, D. R.; Snyder, W. C. **Nutrition of strawberry plants under controlled conditions: (A) Effects of deficiencies of boron and certain other elements: (B) Susceptibility to injury from sodium salts.** Proceedings of the American Society of Horticultural Science, v.30, p.288-294, 1933.
- ABRANTES, José. **O associativismo/cooperativismo na produção hidropônica de hortaliças folhosas e a viabilidade de organização no estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Novembro de 2001. (Tese de Doutorado).
- SANTOS, Osmar Souza dos. **Hidroponia da alface.** Centro de Ciências Rurais da Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RGS, 2000.
- Yan, Z., He, D., Niu, G., Zhou, Q., and Qu, Y. (2019). **Growth, Nutritional Quality, and Energy Use Efficiency of Hydroponic Lettuce as Influenced by Daily Light Integrals Exposed to White versus White Plus Red Light-emitting Diodes.** HortScience horts 54, 10, 1737-1744, available from: <<https://doi.org/10.21273/HORTSCI14236-19>> [Acesso 7 de Agosto 2023]
- Gent, M.P.N. 2014. **Effect of daily light integral on composition of hydroponic lettuce.** Hort-Science 49:173–179.
- Ogata, K. (2010). **Engenharia de Controle Moderno.** Prentice Hall Brasil.
- RODRIGUES, Paula. **Pesquisa desenvolve modelos para produção de hortaliças em fazendas verticais.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56018612/pesquisa-desenvolve-modelos-para-producao-de-hortalicas-em-fazendas-verticais>>.

