

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE LUMINOSIDADE AUTOMATIZADO PARA PRODUÇÃO DE LÚPULO NO VALE DO RIBEIRA-SP

VICTOR H. SOUSA¹, GUEDES², SILVA³ e SIQUEIRA²

¹ Graduando em Engenharia de Produção, IFSP, Campus Registro, v.sousa@aluno.ifsp.edu.br.

² Graduando em Engenharia de Produção, IFSP, Campus Registro, nicolas.guedes@aluno.ifsp.edu.br.

³ Professor Me. no IFSP, Campus Registro, raphael.abreu@ifsp.edu.br.

⁴ Graduanda em Engenharia de Produção, IFSP, Campus Registro, eiflavianesiqueira@gmail.com.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.00.00.00-4 Ciências Agrárias

RESUMO: O lúpulo é um dos principais ingredientes na produção da cerveja, pois é responsável pelo amargor, sabor e conservação da bebida. Para que haja níveis ideais de produtividade e se alcance uma boa qualidade, é necessário um fotoperíodo entre 10 à 16 horas. Nesse contexto, as implementações de tecnologias da agricultura 4.0 visam otimizar os recursos utilizando ferramentas para aumentar a competitividade. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de controle de iluminação eficiente para uma plantação de lúpulo de 900 m² localizada na região do Vale do Ribeira - SP, utilizando um sensor de luminosidade e um microcontrolador integrado à internet das coisas (IoT). No desenvolvimento do protótipo, foram realizadas simulações no Tinkercad, que permitiram testar e ajustar diversos aspectos do projeto. Após a validação das simulações, foi elaborado um protótipo físico, permitindo a avaliação prática do modelo. Objetivos específicos são: realizar entrevistas e visitas de campo para compreender as necessidades; adaptar o sistema às condições reais da plantação; realizar um benchmarking. Dessa maneira, o protótipo mostrou-se promissor, apresentando um diferencial competitivo quanto à sua eficiência energética e automação, contribuindo para uma produção de lúpulo mais sustentável, economicamente viável e com otimização eficiente dos recursos.

PALAVRAS-CHAVE: controle de luminosidade; IoT; agricultura 4.0; produção de lúpulo.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC LIGHT CONTROLLER SYSTEM FOR HOP PRODUCTION IN RIBEIRA VALLEY-SP

ABSTRACT: Hops are one of the main ingredients in beer production, as they are responsible for the bitterness, flavor and preservation of the beverage. In order to achieve ideal levels of productivity and achieve good quality, a photoperiod of between 10 and 16 hours is necessary. In this context, the implementation of Agriculture 4.0 technologies aims to optimize resources using tools to increase competitiveness. This work aims to develop an efficient lighting control system for a 900 m² hop plantation located in the Ribeira Valley region - SP, using a light sensor and a microcontroller integrated with the Internet of Things (IoT). In the development of the prototype, simulations were performed in Tinkercad, which allowed testing and adjusting several aspects of the project. After validation of the simulations, a physical prototype was developed, allowing practical evaluation of the model. Specific

objectives are: conducting interviews and field visits to understand the needs; adapting the system to the actual conditions of the plantation; and performing benchmarking. In this way, the prototype proved to be promising, presenting a competitive advantage in terms of its energy efficiency and automation, contributing to a more sustainable, economically viable hop production with efficient optimization of resources.

KEYWORDS: light control; IoT; agriculture 4.0; hop production.

INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma das principais matérias primas na produção de cerveja, pois auxilia no amargor, sabor e conservação da bebida (RIGHI *et al*, 2024). O Brasil ocupa a 3ª posição mundial em produção de cerveja (CARVALHO *et al.*, 2018). Sendo assim, a produção de cerveja apresenta relevância econômica para o país, com uma produção anual em 2023, superior a R\$14 de litros de cerveja e equivalente a cerca de R\$150 bilhões (CERVBRASIL, 2024).

Contudo, para que se tenha uma produção de lúpulo com boa produtividade e qualidade, é necessário um fotoperíodo entre 10 à 16h. E no Brasil, há períodos em que a iluminação natural não é suficiente para o tempo de exposição necessário, induzindo a planta à dormência prematura (LEITE; PADOLFO, 2022).

Nesse contexto, na Agricultura 4.0 ou agro 4.0 auxilia na implementação da tecnologia no campo para otimizar a aplicação de recursos naturais e dos insumos, auxiliando na tomada de decisão e aumentando sua competitividade no mercado (MASSRUHÁ, *et al*, 2023).

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema de controle de iluminação eficiente para uma plantação de lúpulo de 900m² no Vale do Ribeira - SP, utilizando um sensor de luminosidade e um microcontrolador IoT aplicado à agricultura.

Os objetivos específicos são: Realizar entrevistas e visitas de campo para entender as necessidades da plantação; adaptar o sistema às condições reais; e conduzir um benchmarking para comparar soluções existentes no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizada uma visita de campo, em que foi entrevistado o pequeno produtor para identificar suas dificuldades nessa produção. Foi relatado que um dos maiores problemas é o consumo de energia elétrica e a falta de ferramentas de automação acessíveis aos pequenos produtores.

Posteriormente, foi realizado um *benchmarking*, para identificar tecnologia similares que o mercado oferece no momento para adequação ao fotoperíodo na produção de lúpulo. Também, foram realizadas simulações no *Tinkercard* para desenvolver um protótipo que a partir da intensidade luminosa recebida, seja capaz de forma automática, acionar as lâmpadas.

Após realizada essa simulação, foi construído um sistema físico para testes em bancada dentro dos laboratórios presentes no Instituto Federal Campus Registro, esse teste em bancada seria para testar os componentes para a checagem do funcionamento individual deles e assim testando o sistema que será proposto com os componentes em conjunto. Para isso, inicialmente utilizou-se um Arduino que posteriormente foi substituído por um ESP-32 por conta da conectividade de Wi-Fi integrada. Essa substituição possibilitou conexão com o Arduino IoT Cloud, contribuindo para um controle mais eficiente dessa produção de lúpulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do benchmarking em relação ao controle de luminosidade, permitiu compreender o que o mercado oferece para auxiliar no controle de iluminação. Dito isso, a Quadro 1, elucida os principais produtos encontrados em sites de e-commerce que oferece esse auxílio para o monitoramento de iluminação.

QUADRO 1. Benchmarking

Produto	Imagem	Função
Temporizador Analógico		Controla o tempo usando o mostrador rotativo;
Temporizador Digital		Controla o tempo usando os botões; Consegue programar até 20 ações;
Relé Fotoelétrico		Controla a lâmpada com base na intensidade luminosa
Philips Hue Plugue inteligente		Acionar de forma remota
Grow		Fornecer um ambiente controlado para plantas

Fonte: Adaptado de sites de e-commerce (Amazon; Mercado Livre; Grower)

De acordo com a Quadro 1, é possível observar que um pouco da evolução tecnológica acerca dessa problemática. O primeiro trata-se de um temporizador analógico que é pouco utilizado na aplicação do lúpulo no vale da ribeira, ele é mais simples. Em contrapartida, o temporizador digital, que muito utilizado nessa aplicação, ele permite um controle mais detalhado de ajuste de tempo, é mais intuitivo e mais robusto. Ambos os equipamentos não permitem um controle detalhado do fotoperíodo.

Por outro lado, os últimos três produtos mostrado no Quadro 1, apresentam soluções mais automatizadas. Dito isso, o relé fotoelétrico, ajusta a iluminação com base na intensidade luminosa percebida pelo ambiente, mas ele não tem o funcionamento remoto. Agora quanto o Philips Hue Plugue Inteligente, possibilita a automatização, sendo até compatível com alexa, e mais voltado para o conceito de cidade inteligente, pois ele permite ajustes em tempo real a iluminação por meio da conexão com wifi e da compatibilidade com outros dispositivos eletrônicos. No entanto, esse aparelho não é capaz detectar a luminosidade presente no ambiente.

Por último, têm-se o Grow, que um ambiente controlado ideal para plantas, esse produto promete a excelência da qualidade da produção, porém ele é bem limitado no quesito de cultivo.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um protótipo de sensor de luminosidade com IoT, representa uma inovação tecnológica em relação ao que está sendo ofertado no mercado da região de estudo. Esse sistema permitiria um controle mais preciso e dinâmico do fotoperíodo, ajustando a iluminação de acordo com as condições reais de cada área do cultivo. Com isso, é possível que melhore a qualidade dos produtos e a eficiência energética no lupulal.

O projeto foi desenvolvido em uma fazenda apresentada na Figura 1. Essa fazenda está localizada na região do Vale do Ribeira, com uma extensão de 900 m², sendo composta por 13 linhas, cada uma com 8 lâmpadas de 15W, totalizando 104 lâmpadas. As linhas possuem 16 metros de comprimento, com um espaçamento de 3 metros, garantindo uma distribuição uniforme da luz sobre as plantas.



Figura 1. Fazenda de lúpulo A Colina em Sete Barras na região do Vale do Ribeira SP.

Ao longo do projeto, diversas simulações foram realizadas para desenvolver dois modelos base do protótipo. O primeiro modelo apresentado na Figura 2, utiliza um fotoresistor para captar a intensidade luminosa. Conforme o sinal recebido, os LEDs são acionados em corrente contínua (CC),

representando o comportamento de controle de iluminação baseado na luz ambiente detectada. Este modelo permite que todos os LEDs sejam ativados ou desativados em resposta direta às variações de luminosidade.

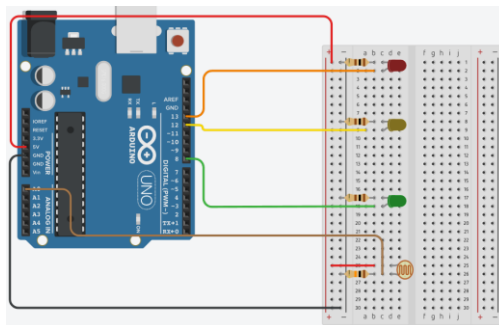


Figura 2. Simulação do protótipo no *TinkerCard* com LEDs

O segundo modelo de simulação avançou para o uso de uma lâmpada em corrente alternada (CA), aproximando o protótipo das condições reais. Como pode ser observado na Figura 3, o circuito inclui a substituição dos LEDs por uma lâmpada, além da integração de um módulo relé para controlar o acionamento da lâmpada e uma fonte de corrente alternada foi implementada para alimentar o sistema. Essa configuração permite o controle automático da iluminação em CA com base nos dados de luminosidade captados pelo sensor fotoreistor, simulando o comportamento esperado em uma plantação real.

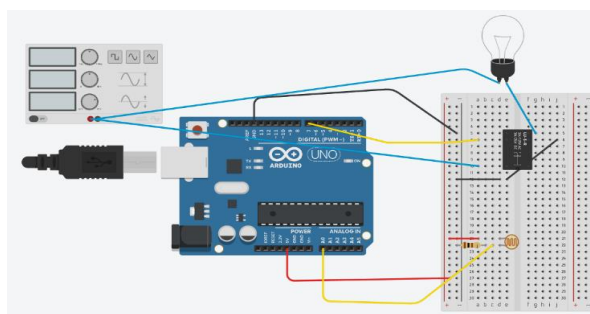


Figura 3. Simulação do protótipo no *TinkerCard* com lâmpada

Para a criação deste protótipo físico, foram consideradas algumas adaptações: substituição da fonte de bancada por uma mini fonte de 3,3V; fusível para proteger o sistema contra descargas elétricas; e uma caixa de acrílico para proteger de fatores externos presentes em campo.

Esse protótipo mostrado na Figura 4 está na fase de testes de bancada. Contudo, para ser testado nas condições reais em campo, precisa ser aprimorado para suportar as intempéries.



Figura 4. Protótipo do sensor de luminosidade físico.

O IoT conectará o protótipo desenvolvido aos sistemas através da internet, facilitando o compartilhamento de dados em tempo real. Com essa tecnologia, o proprietário poderá monitorar a luminosidade de sua produção de forma eficiente e controlar remotamente o acionamento das lâmpadas manualmente.

Para isso, com o auxílio do ArduinoCloud, foi criado um dashboard, apresentado na Figura 5, em que mostra para o usuário: qual lâmpada está selecionada; ligar/desligar a lâmpada escolhida; a situação atual da lâmpada; e a intensidade luminosa recebida. Com o uso do IoT, o proprietário pode analisar dados em tempo real sobre sua produção desde que tenha acesso à internet. O sistema pode indicar que a lâmpada está queimada com a instalação de mais sensores no campo. Dessa maneira, a integração do IoT atua como um facilitador e gestor das operações, permitindo identificar e resolver rapidamente problemas relacionados à iluminação, aumentando a eficiência e a agilidade na manutenção do sistema.



Figura 5. Dashboard do protótipo de controlador de luminosidade IoT para produção de lúpulo.

O fluxograma demonstrado na Figura 6, apresenta para o usuário uma forma mais intuitiva do funcionamento do sistema. Através dele, o usuário pode verificar remotamente o status de cada lâmpada, incluindo a análise da intensidade luminosa e a detecção de possíveis falhas, como uma lâmpada queimada. Esse processo automatizado simplifica a tomada de decisões, permitindo que o usuário controle o sistema de forma eficiente e sem a necessidade de inspeção física constante, garantindo maior praticidade e eficiência na gestão da iluminação.

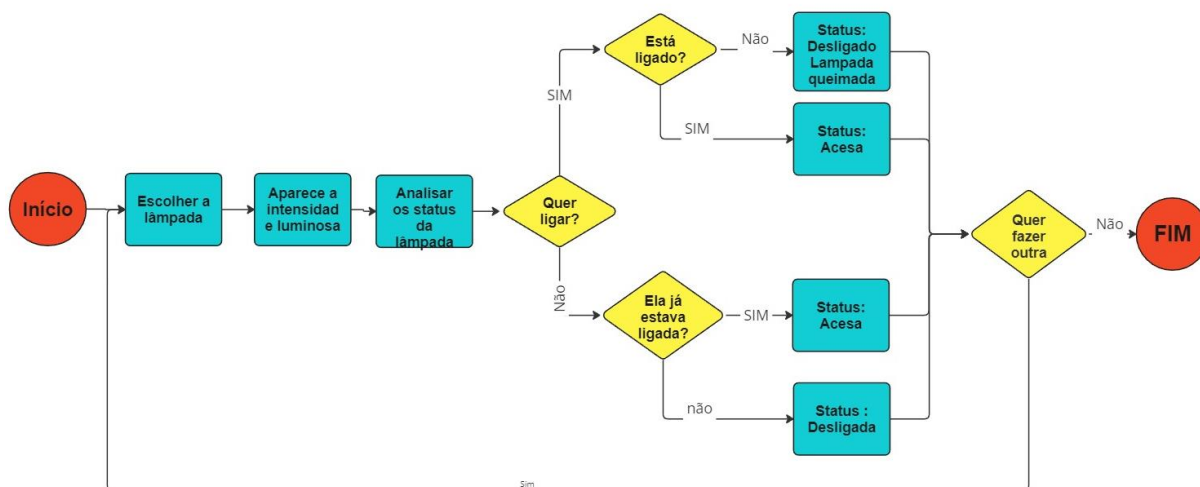


Figura 6. Fluxograma da dashboard

CONCLUSÕES

Portanto, o desenvolvimento do sistema de controle de iluminação eficiente para a produção de lúpulo no Vale do Ribeira, SP, está em andamento, no qual passou pelo processo de prototipagem e da implementação de testes em bancada. O protótipo, que integra tecnologia IoT para monitoramento e controle da intensidade luminosa, representa uma inovação promissora para os pequenos e médios produtores, proporcionando uma solução adaptada às suas necessidades específicas.

Os resultados do benchmarking destacaram a escassez de soluções automatizadas disponíveis no mercado, o que ressalta a relevância do nosso projeto. Embora a fase atual de prototipagem tenha demonstrado a viabilidade técnica do sistema, a próxima etapa será a realização de testes em condições reais de campo. Esses testes permitirão avaliar o desempenho do protótipo em um ambiente operacional, assim como a sua capacidade de responder adequadamente às variações de luminosidade e às demandas do cultivo de lúpulo.

A implementação desse sistema pode, portanto, aumentar a competitividade dos produtores locais, alinhando-se aos princípios da Agricultura 4.0 e promovendo uma produção mais eficiente e consciente. Futuras etapas do projeto incluirão testes em campo para validar o desempenho do protótipo sob condições reais, além da coleta de feedback dos usuários, permitindo ajustes e melhorias contínuas. Assim, este trabalho não apenas oferece uma solução tecnológica inovadora, mas também contribui para o fortalecimento da cadeia produtiva de lúpulo no Brasil, um setor com grande potencial de crescimento econômico.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

SOUSA, V.H: escrita do trabalho, programação do código e montagem do protótipo

GUEDES, N.C: programação do código e montagem do protótipo.

SIQUEIRA, F.A.C: escrita e revisão do trabalho.

SILVA, R.A.A: revisão do trabalho.

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por essa oportunidade, a minha namorada incrível e a minha família, que são fundamentais na minha vida.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, N. B., MINIM, L. A. NASCIMENTO, M., FERREIRA, G. H. D. C., & MINIM, V. P. R. **Characterization of the consumer market and motivations for the consumption of craft beer**. British Food Journal, [s.l.], v. 120, n. 2, p. 378-391, fev. 2018. Emerald. DOI: <https://doi.org/10.1108/bfj-04-2017-0205>.

DA, Anuário. **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA**. [s.l.: s.n.], 2024. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2024/06/Anuario-da-cerveja-2024-referencia-2023-MAPA-versao-web.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.

LEITE, G. B., & PANDOLFO, C.. Requerimentos agroclimáticos para a cultura do lúpulo. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 83-86, 2022.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M. D. A., & BOLFE, E. **Agro 4.0: o papel da pesquisa e perspectivas para a transformação digital na agricultura**. 2023.

RIGHI, E., DUARTE, E., da FONSECA, F. L., & Putti, G. Análise bibliográfica da produção científica sobre lúpulo. **Cadernos de Gestão e Empreendedorismo**, v. 12, n. 1, p. 49-62, 2024.