

CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**EDUARDO BARALDI BECCALETTO
FÁBIO MOREIRA GENARI**

ESTUFA AGRO 4.0

**ESPÍRITO SANTO DO PINHAL
2023**

CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**EDUARDO BARALDI BECCALETTO
FÁBIO MOREIRA GENARI**

ESTUFA AGRO 4.0

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Engenharia da Computação do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal à Banca Examinadora sob orientação do Prof. Me. Jean Antonie de Almeida Vieira.

**ESPÍRITO SANTO DO PINHAL
2023**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Eduardo Baraldi Beccaletto

Fábio Moreira Genari

Título: Estufa 4.0

Avaliação: 9,52 (nove e cinquenta e dois)

Banca Examinadora



Prof. Me. Jean Antonie de Almeida Vieira

Orientador



Prof. Dr. José Tarcísio Franco de Camargo

Membro



Prof. Me. Manoel Peluso de Carvalho Filho

Membro

Espírito Santo do Pinhal, 22 de novembro de 2023

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão a todos que contribuíram para a conclusão deste projeto. Em primeiro lugar, agradecemos ao nosso orientador, cuja orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Também reconhecemos o apoio inestimável de membros importantes de nossas famílias, que estiveram ao nosso lado durante este período desafiador. A presença dessas pessoas, como a significativa contribuição de Antônio Genari e Sidney Genari, foi um suporte essencial para o sucesso deste projeto. Aos amigos e colegas que compartilharam suas experiências e conhecimentos, nosso sincero obrigado.

Estufa Agro 4.0

Eduardo Baraldi Beccaletto, Unipinhal,
eduardobaraldi5@gmail.com Fábio Moreira Genari, Unipinhal,
fabiojenari22@gmail.com

Orientador Jean Antonie de Almeida Vieira, Unipinhal, prof.jean.vieira@unipinhal.edu.br

Resumo

A Estufa Agro 4.0 é uma abordagem inovadora para a agricultura, que combina a automação de processos com a aplicação de tecnologias avançadas para otimizar a produção de alimentos e reduzir o impacto ambiental. Consiste em um ambiente controlado, onde é possível monitorar as condições ideais de temperatura, umidade e luminosidade para o cultivo de plantas. As principais tecnologias utilizadas em uma Estufa Agro 4.0 incluem sensores, dispositivos de IoT (Internet das Coisas), sistemas de irrigação automatizados, controle de sombreamento, entre outros. Essas tecnologias permitem um controle mais preciso do ambiente de cultivo, o que resulta em uma produção mais eficiente e sustentável. Seu uso oferece várias vantagens, como a redução do uso de água e pesticidas, aumento da produtividade e da qualidade dos alimentos produzidos, e a possibilidade de cultivo durante todo o ano. A Estufa Agro 4.0 pode contribuir para a segurança alimentar global, oferecendo uma solução para o aumento da demanda por alimentos saudáveis e sustentáveis. O objetivo deste trabalho é fornecer uma visão geral sobre a Estufa Agro 4.0 e discutir o seu potencial para revolucionar a agricultura e alimentação no futuro.

Palavras-chave: automação; sensores; cultivo; monitoramento.

Abstract

The Agro 4.0 Greenhouse represents an innovative approach to agriculture, merging process automation with advanced technologies to optimize food production and reduce environmental impact. It comprises a controlled environment capable of monitoring optimal conditions for plant cultivation, including temperature, humidity, and luminosity. Key technologies integrated into an Agro 4.0 Greenhouse encompass sensors, Internet of Things (IoT) devices, automated irrigation systems, shading control, among others. These technologies enable precise environmental control, resulting in more efficient and sustainable production. Their use offers various advantages, including reduced water and pesticide usage, increased productivity and food quality, and year-round cultivation. The Agro 4.0 Greenhouse holds the potential to contribute to global food security by providing a solution to the growing demand for healthy and sustainable food. This paper aims to provide an overview of the Agro 4.0 Greenhouse and discuss its potential to revolutionize agriculture and food production in the future.

Key words: automation; sensors; cultivation; monitoring.

1. Introdução

Segundo Grundling e Campos (2022) atualmente, o setor agrícola é responsável por mais da metade dos produtos exportados, conseqüentemente movimentando a economia brasileira a níveis exponenciais. Entretanto, Muller (2023)

nos apresenta diversos desafios enfrentados pelo setor dentro da produção no dia a dia, como por exemplo: mudanças climáticas, sustentabilidade, controle de pragas e principalmente produzir mais com menos mão-de-obra.

O avanço tecnológico proporciona melhorias em diversos setores ao redor do mundo, e com o agronegócio não poderia ser diferente pois, se tratando de um segmento tão importante para a situação socioeconômica do país é fundamental o investimento em novas tecnologias que contribuam com o aumento da produção de maneira sustentável, Neto (2023) nos mostra a importância que a tecnologia ocupa dentro do setor agrícola sendo elas eficiência produtiva onde é possível desenvolver produtos com qualidade em um curto período de tempo devido o controle e automação de sistemas, possibilidade de gestão mais assertiva devido emissão de análises baseadas em dados captados por sensores programados, exatidão na coleta de informações em tempo real sobre umidade, temperatura dentre outros, podendo converter em ações para melhorar a produção e ainda trazer uma estimativa de resultados.

Baseando nos fatos apresentados o projeto estufa agro 4.0 traz como alternativa a automatização de estufas, onde as problemáticas antes citadas sejam solucionadas de forma tecnológica e eficiente, minimizando custos e gerando aumento significativo na produção.

O projeto tem como principais objetivos: desenvolver um sistema automatizado para controle das condições ambientais de cultivo de plantas em estufa; enviar dados para a estufa; integrar os dados coletados a um banco de dados acessível através de um site; e avaliar a eficiência do sistema automatizado na otimização do cultivo de plantas em estufa, possibilitar o cultivo controlado de modo que aumente a produção e possibilite maior rendimento econômico e melhor exploração de cultivos entressafra.

2. Revisão Bibliográfica

Quando se ouve o termo "automatizar" ou "avanço tecnológico" a maioria das pessoas pensam em uma indústria onde tudo gira em torno de robôs e grandes máquinas que operam sem qualquer interferência humana, quando na verdade é uma ferramenta que quando agregada ao trabalho humano gera um resultado mais satisfatório.

Em uma sociedade há diversos segmentos que trazem benefícios para o País, dentre eles está o agronegócio, setor que desde o início enfrenta dificuldades, onde,

a maioria está relacionada a fenômenos naturais, nesse sentido se faz necessária uma abordagem que colabore tanto com a produção quanto com o meio ambiente, logo, se faz a idealização de trazer ao campo uma ferramenta tecnológica para o cultivo em estufas (PEREIRA; CASTRO, 2022).

Segundo Abbade (2014) o Brasil se enquadra entre os maiores produtores e exportadores mundiais, desde café e laranja até carne de frango, porém o título entre os primeiros foi conquistado recentemente, resultado de grande investimento no setor ao longo dos anos, que, atualmente cresce consideravelmente se levar em conta a tecnologia somada a projetos de pesquisa que visam o melhoramento da produção de modo geral.

Nos dias atuais a tecnologia se faz muito presente dentro de todas as áreas de atuação, e, no ramo da agronomia não seria diferente, sabemos que esse salto tecnológico que vivemos é importante e traz junto de si muitos benefícios para a sociedade, principalmente no aspecto econômico, uma vez que é possível trabalhar com maiores resultados devido aos sistemas de controle climático, controle de pragas, sustentabilidade e redução de desperdícios (ARNS et al, 2023).

2.1 Estufa

Para Purquerio e Tivelli (2006) legumes e verduras sofrem grande impacto de diversos fatores ambientais, dentre eles podemos citar temperatura, pragas, luminosidade e umidade, perante essa questão o uso de ambiente protegido se faz necessário e de grande importância para a produção, trazendo o uso de estufas que garantem um cultivo mais preciso, produtivo e adequado quando comparado à atividades realizadas a campo, além da possibilidade de cultivo em períodos entressafra onde determinadas hortaliças deixam de ser produzidas devido ao fator climático.

2.1.1 Microcontroladores ESP32

O ESP 32 é basicamente uma placa de desenvolvimento onde a partir dela é possível criar projetos de automação, foi fabricada pela multinacional Empressif Systems, empresa fundada em 2008 e localizada em Xangai e é especializada em desenvolver soluções com wifi inovador e Bluetooth de baixa potência que conquistou seu lugar no mercado com o modelo ESP01 em 2014 pela sua eficácia em realizar conexões com rede wifi e grande capacidade de processamento de dados com baixo

custo, conseqüentemente passando à frente da placa comumente conhecida como Arduino (DIAS, 2022).

Tecnicamente a placa ESP 32 possui processador dual core que atinge uma velocidade de até 240 MHz, com conexão bluetooth e wifi além do software que permite realização de multitarefas e gerenciamento dos núcleos da placa e se tratando de internet das coisas, pode-se dizer que a ESP 32 tem seu lugar definitivo no mercado sendo aclamada pelos desenvolvedores e projetistas (DIAS, 2022).

Segundo Dotta e Severo (2020), algumas das aplicabilidades do microcontrolador ESP32 podem ser descritas como a capacidade de controle e armazenamento em nuvem dos dados coletados do projeto.

3. Materiais e Métodos

Se tratando da parte prática iniciou-se a montagem da estrutura com madeira e construção de um eixo de ferro para a movimentação do sombrite (Figura 1).



Figura 1: Início da construção da estrutura de madeira. Fonte: autoria própria.

Foi desenvolvido um suporte (Figura 2), também de ferro, com função de sustentar o plástico invólucro que foi adicionado na estufa, em seguida, foi aplicado verniz por toda estrutura de madeira para preservar a mesma, e pintura dos suportes de ferro com tinta preta para melhor acabamento.



Figura 2: Adição da estrutura de ferro. Fonte: autoria própria.

A estufa agro 4.0 conta com uma calha de chapa galvanizada, utilizada como um reservatório de água durante seu funcionamento e junto da mesma foi acoplado uma bomba d'água, que constitui o sistema de irrigação como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3: Reservatório com bomba d'água. Fonte: autoria própria.

V Para finalização da estrutura foi adicionado uma polia de ferro e um motor 12 V (Figura 4), responsável pelo acionamento do sombrite



Figura 4: Motor 12 V com polia. Fonte: autoria própria.

A energia responsável pelo funcionamento do microcontrolador (Figura 5) e motor é proveniente de uma fonte ATX (Figura 6), na qual foi realizada a separação da voltagem dos fios, sendo elas 12 V, 5 V e 3,3 V. Os sensores utilizados foram: sensor de umidade de solo, sensor dht22, sensor LDR e módulos relé.



Figura 5: Microcontrolador esp32. Fonte: autoria própria.



Figura 6: Fonte ATX com separação de voltagem. Fonte: autoria própria.

Para o desenvolvimento do código do projeto, foram empregadas diversas tecnologias e ferramentas essenciais. Entre elas, destaca-se a utilização do XAMPP, um ambiente de desenvolvimento que inclui um servidor web Apache, um banco de dados MySQL, PHP e outras ferramentas relacionadas. O MySQL, como parte integrante do XAMPP, foi adotado como sistema de gerenciamento de banco de dados para armazenar e gerenciar os dados fundamentais do projeto.

Na construção da interface do usuário e a experiência do aplicativo, utilizou-se a linguagem Flutter, em conjunto com a IDE Visual Studio Code (VSCode). Flutter, uma estrutura de desenvolvimento de código aberto da Google, permitiu a criação de uma interface de usuário atraente e responsiva. O VSCode serviu como um ambiente de desenvolvimento altamente flexível, oferecendo suporte às funcionalidades avançadas de programação, facilitando a codificação e depuração do projeto.

Para controlar e interagir com o microcontrolador ESP32, foi utilizada a linguagem Arduino, com o auxílio da IDE Arduino. O ESP32, um poderoso microcontrolador, foi programado em Arduino, permitindo implementar uma variedade de funcionalidades personalizadas, desde aquisição de dados até o controle de dispositivos externos.

4. Resultados

Os resultados refletem um avanço significativo no cultivo de plantas em ambientes controlados. A utilização de sensores de luminosidade, umidade do solo, temperatura e umidade do ar, juntamente com a integração a um banco de dados

MySQL, proporcionou um monitoramento detalhado das condições ambientais na estufa. Os dados coletados são acessíveis a partir de um site desenvolvido em Flutter, permitindo que os usuários visualizem informações recentes na página principal e filtrem as exibições de dados na segunda página do menu lateral.

Uma das características notáveis deste sistema é a capacidade de ação automática em resposta às condições do ambiente. Quando o sensor de umidade do solo detecta níveis baixos, o sistema aciona uma bomba d'água para garantir a irrigação adequada. A estufa (Figura 7) também utiliza um motor para controlar a posição de um sombrite em resposta à intensidade da luz captada pelo sensor de luminosidade. Essas ações automatizadas visam manter as condições ideais para o crescimento das plantas.

Os resultados deste projeto demonstram não apenas um controle mais preciso do ambiente de cultivo, mas também benefícios tangíveis, como a economia de recursos hídricos, a melhoria da qualidade das plantas cultivadas, a capacidade de cultivo durante todo o ano e a capacidade de tomar decisões informadas e ajustar as condições da estufa de forma remota.



Figura 7: Estufa. Fonte: autoria própria.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que a aplicação da tecnologia e automação oferece uma abordagem altamente eficaz e promissora para a otimização do cultivo de plantas em ambientes controlados.

O controle preciso do ambiente de cultivo junto com a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, uma vez que reduz o uso de água e pesticidas, essencial à medida que enfrentamos desafios globais de recursos limitados e sustentabilidade ambiental, resulta em produtos mais saudáveis e de alta qualidade, um fator crítico na agricultura moderna.

No entanto, é importante reconhecer que a automação e a tecnologia na agricultura são campos em constante evolução. À medida que novas inovações surgem, há espaço para aprimorar ainda mais esse sistema. A pesquisa e o desenvolvimento contínuos são essenciais para explorar oportunidades adicionais de otimização e sustentabilidade.

6. Referências Bibliográficas

ABBADE, Eduardo B. O papel do agronegócio brasileiro no seu desenvolvimento econômico. **Gestão da Produção, Operações e Sistema**, Bauru, v. 9, n. 3, p. 149 – 158, jul./set. 2014. Disponível em:

<<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1053/594>> Acesso em: 30 abr. 2023

ARNS, Valquíria D., BORGES, Carlos A. B. S., CARDOSO NETO, Geraldo. **O. Avaliação da adoção de tecnologias da Indústria 4.0 em conjunto com os conceitos de Economia Circular para desenvolver a sustentabilidade para o setor de Agronegócio**. 2023. Disponível em: <

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos22/3173327.pdf>> Acesso em: 30 abr. 2023

DIAS, Matheus., **O que é ESP32? Para que serve? Quando usar**. Lobo da robótica. 2022. Disponível em: <<https://lobodarobotica.com/blog/o-que-e-esp32-para-que-serve-quando-usar/>> Acesso em: 01 mai. 2023

DOTTA, Frederico P.; SEVERO, Lucas C.; Estudos e aplicações iniciais do processador ESP-32 em sistemas de Internet das Coisas - IOT. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 2, 4 dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/107509>> Acesso em: 01 mai. 2023

GRUNDLING, R. D. P.; CAMPOS, S. K. Crescimento das exportações brasileiras e atendimento a novos mercados. In: Plataforma Visão de futuro do Agro. 2022

Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/documents/10180/80318395/Crescimento+das+exportações+s+brasileiras+e+atendimento+a+novos+mercados+-+mega+4.pdf/61d0bb89-85f6-c5c1-b868-e7c936d416b3>>. Acesso em: 05 mai. 2023

MULLER, Arthur. **6 impactos das mudanças climáticas no agronegócio.**

EMBRAPA. 21 março 2023. Disponível em:

<<https://www.canalrural.com.br/noticias/tempo/6-impactos-das-mudancas-climaticas-no-agronegocio/>> Acesso em: 15 mai. 2023

NETO, Nikolly. **Tecnologia no agronegócio: entenda o impacto e a importância.**

2023. Disponível em: <<https://www.siaagri.com.br/tecnologia-no-agronegocio/>>.

Acesso em 03 out. 2023

PEREIRA, Caroline N.; CASTRO, Cesar N. **Expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, Aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio.** 2022. Disponível em:<

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11187/1/td_2765.pdf> Acesso em: 15 mai. 2023

PURQUERIO, Luis F. V.; TIVELLI, Sebastião W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo:**

Codeagro, p. 15-29, 2006. Disponível

em:<https://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/25.pdf> Acesso em: 01 mai. 2023