

CENTRO UNIVESITÁRIO UNIFACVEST  
Curso de Ciência da Computação  
Matheus da Silva Sutil

**GREENHOUSE: CULTIVO DE PLANTAS EM ESTUFA COM  
AMBIENTE CONTROLADO**

LAGES

2023

MATHEUS DA SILVA SUTIL

**GREENHOUSE: CULTIVO DE PLANTAS EM ESTUFA COM  
AMBIENTE CONTROLADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Universitário UNIFACVEST como  
parte dos requisitos para a obtenção do grau  
de Bacharel em Ciência da Computação

Aluno: Matheus da Silva Sutil

Orientador: Marcio Sembay

Corientador: Marcelo Goulart Souza

Corientador: Clayton Zambon

Corientador: Jean Macedo

LAGES

2023

# **AUTO GREENHOUSE: CULTIVO DE PLANTAS EM ESTUFA COM AMBIENTE CONTROLADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

Aluno: Matheus da Silva Sutil

Orientador: Marcio Sembay

Orientador: Marcelo Goulart Souza

Orientador: Clayton Zambon

Orientador: Jean Macedo

Lages, SC \_\_/\_\_/2023. Nota \_\_\_\_  
(data de aprovação)

---

## RESUMO

A agricultura é de fundamental importância para toda a sociedade, pois é através dela que se produzem os alimentos, sendo a base da economia mundial. Nesse contexto, o cultivo de hortifruti em sistemas protegidos desempenha um papel fundamental na produção agrícola moderna. Esses sistemas proporcionam um ambiente controlado e protegido contra condições climáticas adversas, tais como pragas, doenças, plantas daninhas e estresses abióticos, garantindo as condições de cultivo controladas no que tendem a ter um aumento na produtividade, padronização e qualidade dos alimentos. Além disso, o cultivo em estufas e outros sistemas protegidos permite o cultivo durante todo o ano, garantindo um abastecimento constante de hortaliças, legumes e frutas frescas e saudáveis para a população. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi de realizar a criação de uma estufa de pequeno porte para o cultivo de plantas em pequena escala. Dessa forma, visa facilitar o cultivo de plantas de horta em ambientes protegidos. A metodologia adotada foi baseada no planejamento utilizando um sistema baseado através da plataforma *Arduino IoT Cloud*, com microcontroladores e sensores para o auxílio do controle do ambiente interno da estufa, como sensores de temperatura, umidade, luminosidade, sistema de refrigeração e renovação do ar interno. Controlando essas variáveis é possível o cultivo das plantas adequado para o sucesso para o desenvolvimento saudável das plantas.

Palavras-chave: Cultivo protegido, Controle local, Hortifruti, Arduino IoT Cloud.

## **ABSTRACT**

Agriculture is of fundamental importance for the whole society because it is through it that food is produced, being the basis of the world economy. In this context, the cultivation of fruit and vegetables in protected systems plays a fundamental role in modern agricultural production. These systems provide a controlled environment protected against adverse weather conditions such as pests, diseases, weeds, and abiotic stresses, ensuring controlled growing conditions that tend to increase productivity, standardization, and food quality. In addition, cultivation in greenhouses and other protected systems allow for year-round cultivation, ensuring a constant supply of fresh and healthy vegetables and fruits for the population. In this context, the objective of this work was to create a small greenhouse for the cultivation of plants on a small scale. In this way, it aims to facilitate the cultivation of garden plants in protected environments. The methodology adopted was based on planning using a system based on the Arduino IoT Cloud platform, with microcontrollers and sensors to help control the internal environment of the greenhouse, such as temperature, humidity, luminosity, lightning system and internal air emission sensors. By controlling these variables, it is possible to grow the plants suitable for success for the healthy development of the plants.

**Keywords:** Protected cultivation, Local control, Vegetables, Arduino IoT Cloud.

## 1 Introdução

Considerando a dificuldade e falta de praticidade para ter uma estufa em um ambiente com pouco espaço disponível, por exemplo, uma casa ou apartamento habitual, o projeto busca facilitar o controle do ambiente dentro da estufa, com um sistema de ventilação, iluminação e condicionamento da temperatura ambiente. De acordo com Silva (1976):

O cultivo de plantas é uma atividade que pode ser realizada em estufas de diferentes tipos, tamanhos e materiais, com o objetivo de proporcionar um ambiente controlado, em relação a fatores climáticos como temperatura, umidade, luz e quantidade de água (rega), para que as plantas possam ter um crescimento em um ambiente ideal. Silva (1976).

Pallavi; Mallapur e Bendigeri (2017) corroboram que:

Elas também evitam a penetração demasiada de luz, temperaturas extremas, doenças e proliferação de insetos. Elas possibilitam ainda, o cultivo durante todo o ano, independentemente das condições climáticas regulares, provendo ao produtor uma maior flexibilidade e garantindo uma vantagem no plantio e cultivo. (PALLAVI; MALLAPUR; BENDIGERI, 2017).

Com a estufa é possível produzir alimentos para consumo próprio, sem adição de agrotóxicos torna-se uma solução para o auxílio de uma alimentação saudável e rica em nutrientes. A agricultura urbana vem voltando a tornar-se uma prática comum em grandes centros, muito por conta de seu baixo custo e retorno para uma vida mais saudável.

Webber (2019) afirma que:

Nesse sentido a agricultura urbana acaba sendo uma alternativa a todas as faixas e classes sociais, e já vem sendo adotada em vários países. No Japão, Alemanha e Estados Unidos da América já se observa uma crescente utilização de fazendas verticais para o cultivo de hortaliças e outras frutas. (WEBER, 2019)

Com isso, é pretendido apresentar uma solução técnica da programação de um microcontrolador para seja possível utilizar a estufa em um ambiente doméstico, permitindo a produção em áreas urbanas. A programação utilizada permite que seja estabelecido configurações do ambiente como limite de temperatura utilizando sensores para realizar a captura da informação, podendo assim, criar um ambiente controlado e saudável para o cultivo.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi de propor de um sistema de controle e monitoramento do ambiente protegido de uma estufa de pequeno porte. Para tal, foi controlado as variáveis como temperatura, umidade, luminosidade, sistema de refrigeração e renovação do ar interno.

## 1.1 Objetivo Geral

Propor um ambiente controle de cultivo protegido de hortifruti para produção doméstica em pequena escala.

## 1.2 Objetivos Específicos

- 1) Implementar um sistema de monitoramento das condições ambientais na estufa utilizando microcontroladores.
- 2) Controlar de forma local as variáveis intempéris como temperatura, umidade e luz.
- 3) Realizar teste de qualidade no sistema como um todo com o intuito de verificar a sua usabilidade.

## 2 Fundamentação Teórica

O cultivo protegido em estufas estão se popularizando no Brasil todo, pois permitem um ambiente controlado, adotando como base à análise das características principais para o desenvolvimento das plantas, como a temperatura, luminosidade e umidade do ar e do solo.

Segundo a revista Agroendas (2018) e Hanna Instruments (2017), a técnica de cultivo protegido, que utiliza estufas projetadas especialmente para atender às demandas de cada espécie a ser produzida, tem se expandido no Brasil. Cada vez mais produtores têm aproveitado os benefícios dessa forma de cultivar vegetais em escala comercial, e a situação econômica do país favorece essa adesão. O Brasil já é líder em cultivo protegido na América do Sul, mas pode crescer ainda mais. (AGROREVENDA, 2021).

Em cultivos internos de hidroponia e estufas, a umidade excessiva e a condensação permitem a proliferação dos esporos e fungos, por isso é vital manter o ar circulando para assim evitar o excesso de umidade. Quando as plantas crescem muito perto uma da outra, a umidade resultante da transpiração pode cobrir as folhas e proporcionar o ambiente perfeito para o crescimento de fungos. Para os profissionais de estufas e hidroponia, existem medidas básicas que devem ser observadas de perto as condições que favorecem a colonização dos esporos e a disseminação dos fungos em às plantas: Assegurar uma ventilação adequada, mantendo o movimento do ar no jardim, estufas ou cultivo hidropônico. [...] (HANNA INSTRUMENTS, 2017).

Um dos principais problemas no cultivo em ambientes fechados são a propagação de doenças, principalmente de origem fúngicas, pois elas podem afetar o desenvolvimento das plantas. Desse modo, um sistema de ventilação para a estufa é muito importante. Irá ser utilizado um sistema de ventilação com um exaustor, para a prevenção da presença de fungos, pois ele irá realizar a renovação do ar presente no interior da estufa.

O controle de temperatura do ambiente, também é um fator importante, pois auxilia a reduzir os potenciais danos que temperaturas fora da faixa ideal para a cultura de interesse podem prejudicar o metabolismo e a fisiologia natural da planta, gerando estresses nos quais reduzem a produtividade do cultivo.

Bezerra (2003) e Figueiredo (2011), definem estufas como estruturas onde se pode criar e/ou manter microclimas favoráveis ao cultivo de qualquer espécie de planta, independente das condições ambientais existentes. (Ibid., 11-12). Além disso, a adoção das estufas permite o controle das condições ambientais e de pragas ou insetos nocivos que possam vir a danificar a produção, como formigas, lesmas e abelhas. (BEZERRA, 2003; FIGUEIREDO, 2011).

A iluminação do ambiente é essencial para que as plantas realizem o processo da fotossíntese, o qual é o processo em que as plantas utilizam dióxido de carbono e água para obter glicose através da energia solar, energia essa que por conta de estar em um ambiente fechado terá de ser substituída por um sistema de iluminação artificial, para que as plantas possam completar esse ciclo altamente necessário para elas.

Segundo Hopkins (2006, p.4-8)

A luz é fundamental para a sobrevivência das plantas, pois através do fenômeno da fotossíntese, as plantas transformam moléculas de água e dióxido de carbono em energia química e liberam simultaneamente o oxigênio, renovando e purificando o ar. Estas moléculas são, então, utilizadas pelas plantas em sua respiração. (HOPKINS, 2006, p.4-8).

### **3 Material e Métodos**

Segundo Nnadi, Idachaba (2018), estufas compõem uma parte significativa do setor agrícola, podendo ser empregadas para o cultivo de plantas sob condições climáticas controladas, objetivando a máxima produção. Elas se baseiam no efeito estufa, proporcionando um aumento nos níveis de dióxido de carbono e clorofila ao passo em que ocorre o máximo aproveitamento do calor do sol. (NNADI; IDACHABA, 2018).

O controle de temperatura em uma estufa de pequeno porte é importante para o cultivo de plantas saudáveis e produtivas. A temperatura desempenha um papel crucial no desenvolvimento das plantas, afetando seu crescimento, floração, frutificação e até mesmo a qualidade dos produtos colhidos.

De acordo com o Portal Adama (2022), a atividade agrícola é dependente das condições climáticas, as quais são impossíveis de serem controladas.

Toda e qualquer atividade relacionada à agricultura depende das condições climáticas da região, além de aspectos como qualidade do solo e outros. Por isso, tentar ter um bom desempenho no campo sem considerar fatores como a quantidade de chuva, a umidade do ar e a incidência solar, assim como quaisquer outras particularidades naturais, é praticamente impossível. (ADAMA, 2022)



Por esse motivo, a facilidade de controlar um ambiente reduzido que não terá relação com as condições adversas externas deve ser levado em consideração. Ao manter a temperatura adequada, é possível promover um ambiente propício ao desenvolvimento saudável das plantas, garantindo colheitas mais abundantes e de melhor qualidade.

De acordo com Santos (2023), dentre os principais fatores que afetam o metabolismo vegetal, temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica são os que exercem maior influência sobre o crescimento e desenvolvimento da planta. Embora algumas plantas respondam ao fotoperíodo, apresentando também diferentes requerimentos hídricos ao longo do desenvolvimento, sem dúvidas a temperatura é um dos fatores preponderantes para o crescimento e desenvolvimento da grande maioria das plantas, governando atividades metabólicas vegetais. (SANTOS, 2023)

O Sistema controlador do ambiente da estufa tem uma placa de prototipagem eletrônica Esp32, o qual armazena o código de programação e envia os comandos para o sistema de refrigeração da estufa, bem como para o sistema de iluminação. Recebendo também os dados dos sensores medidores de temperatura do ambiente. De acordo com Curto Circuito (2018)

Desenvolvido pela empresa Espressif, o ESP32 apresenta-se como um meio inovador no desenvolvimento de projetos automatizados. Esse pequeno componente demonstra ser mais versátil do que seu antecessor, o ESP8266, pois além do clássico módulo de comunicação Wi-Fi, apresenta um sistema com processador Dual Core, Bluetooth híbrido e múltiplos sensores embutidos, tornando a construção de sistema como internet das coisas (IoT) muito mais simples e compacto. (CURTO CIRCUITO, 2018)

Para o acionamento da lâmpada e o ventilador presentes na estufa, foi utilizado um módulo relé de 2 canais, o qual recebe diretamente os comandos da Esp32. O uso de um relé permite controlar circuitos de alta corrente ou tensão, usando uma corrente de controle menor e mais segura. Por exemplo, um microcontrolador ou um circuito eletrônico de baixa potência pode acionar o relé com uma tensão de 5V, enquanto o relé é capaz de controlar uma carga de alta tensão ou corrente.

Segundo Vida de Silício (2022)

O módulo relé 2 canais é uma placa de interface que agiliza e simplifica o uso de relés em seus projetos. O módulo relé 2 canais é usado para acionar cargas de variadas tensões e correntes. Com isso, pode-se ligar e desligar aparelhos de quase todos os tipos, com limite de corrente de 10A. Pode ser usado ligado diretamente a sensores, microcontroladores ou qualquer circuito que use lógica TTL. (VIDA DE SILÍCIO, 2022)

Para alimentação da lâmpada e do ventilador, foi utilizado uma fonte chaveada AC/DC EFM 1210. Segundo a Intelbras a fonte chaveada é uma alternativa às fontes convencionais, como as fontes lineares, oferecendo uma série de vantagens. Ela utiliza uma tecnologia de comutação (chaveamento) para controlar e converter a energia elétrica, resultando em um processo mais eficiente e com menor dissipação

de calor. Isso significa que a fonte chaveada Intelbras EFM 1210 é capaz de fornecer uma maior quantidade de energia com um consumo reduzido em relação às fontes lineares.

Segundo a Intelbras (2023)

A fonte EFM 1210 G2 é projetada para dispositivos 12 V com consumo de até 10 A. Ela possui proteção contra curto-circuito e sobrecarga, prevenindo danos decorrentes de avarias elétricas, e contra sobretensão, para evitar ou minimizar problemas causados por descargas atmosféricas ou manobras da rede de distribuição elétrica. Além disso, possui filtro contra ruídos. (INTELBRAS, 2023)

É realizado a análise a temperatura e umidade do ambiente por meio de um sensor DHT11, caso a estufa chegue na temperatura mínima definida, a Esp32 encaminha um comando para o módulo relé, o qual tem a lâmpada e o exaustor conectados a ele, o relé aciona automaticamente a lâmpada para que o ambiente aqueça. Quando a temperatura passar da máxima definida, o relé aciona o cooler de ventilação para que o ambiente seja refrigerado.

A definição segundo Warren Gay (2018)

O sensor de umidade e temperatura DHT11 é um periférico econômico fabricado pela D-Robotics UK ([www.droboticsonline.com](http://www.droboticsonline.com)). É capaz de medir umidade relativa entre 20 e 90% UR dentro da faixa de temperatura de operação de 0 a 50°C com uma precisão de  $\pm 5\%$  UR. A temperatura também é medida na faixa de 0 a 50°C com uma precisão de  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Ambos os valores são retornados com resolução de 8 bits. (GAY, WARREN, 2018)

Foi utilizado um exaustor para a ventilação do ambiente, o qual será posicionado na parte lateral direita superior da estufa, pois o ar quente tende a ficar na parte de cima do ambiente. O dispositivo será acionado a cada vez que o sensor de temperatura detectar que o ambiente superaqueceu. O acionamento do exaustor será controlado pela Esp32. A ventilação pode ser considerada como a troca de ar entre o meio externo e interno da estufa. O principal objetivo da ventilação é retirar a sobrecarga de calor de dentro da estufa. A importância de se fazer circular e renovar o ar interno se deve ao fato de evitar a presença e surgimento de pragas, controlando a umidade do ar na estufa.

Para Solerpalau e Estevão (2015)

A radiação infravermelha aquece o ar das camadas inferiores da estufa, formando correntes de convecção (massas de ar quente sobe e massas de ar frio descem) que vão levar o ar quente para as camadas superiores da estufa, sendo que, este ar é impedido de se propagar para o ambiente externo. (ESTEVÃO, 2015). Para tanto, existem dois tipos de ventilações, a natural e a mecânica. A primeira forma de ventilação é caracterizada por aberturas laterais ou superiores existentes na estufa, o que permite a renovação gasosa interna. Já a ventilação mecânica, conta com um ventilador que será utilizado para as trocas gasosas. (SOLERPALAU, 2015).

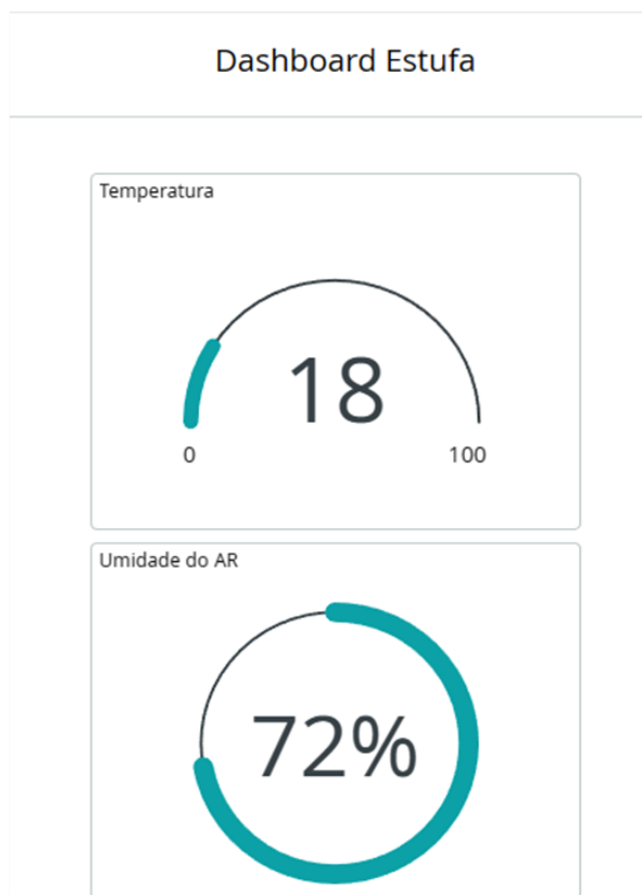
Realizando o vínculo da Esp32 na plataforma Arduino IoT Cloud, foi possível criar dashboards para acompanhamento em tempo real da temperatura e umidade do ambiente da estufa.

Segundo o Arduino Team (2019)

O Arduino IoT Cloud é uma plataforma de aplicação de Internet das Coisas fácil de usar. Isso torna muito simples para qualquer pessoa desenvolver e gerenciar aplicativos de IoT – liberando-os para se concentrar em resolver problemas reais em seus negócios ou na vida cotidiana. (ARDUINO TEAM, 2019) Desse modo, a Figura 1 demonstra os medidores de temperatura e umidade do ar.

Desse modo, a Figura 1 demonstra os medidos de temperatura e umidade do ar.

Figura 1. Medidores de Temperatura e Umidade do ar.



Fonte: Autor

#### **4 Resultados e Discussão**

No desenvolvimento do projeto, foram implementados os seguintes componentes: sensores de temperatura, umidade e luminosidade, sistema de refrigeração e renovação do ar interno, lâmpadas de iluminação artificial e um sistema de ventilação com exaustor. Esses componentes foram conectados ao microcontrolador Esp32, que foi programado para controlar e monitorar as variáveis ambientais.

A criação da estufa de pequeno porte e a utilização do sistema de controle e monitoramento mostraram-se viáveis para o cultivo protegido de hortaliças em ambientes urbanos ou com espaço limitado. Essa solução técnica permite que pessoas com pouco espaço disponível possam cultivar suas próprias plantas de forma controlada, garantindo uma alimentação saudável e livre de agrotóxicos. Além disso, a automação proporcionada pelo sistema *Arduino IoT Cloud* simplifica o gerenciamento das variáveis ambientais, tornando o processo mais eficiente e acessível para os usuários.

É importante destacar que o projeto da estufa de pequeno porte e do sistema de controle e monitoramento pode ser aprimorado e personalizado de acordo com as necessidades e recursos disponíveis de cada usuário. É possível adicionar ou adaptar componentes conforme as plantas cultivadas e as condições ambientais específicas.

## **5 Considerações Finais**

Utilizando a plataforma Arduino IoT Cloud, foi possível o monitoramento de variáveis como temperatura, ventilação luz e umidade interna da estufa. Essas medidas visaram proporcionar um ambiente controlado e saudável para o cultivo das plantas.

A estufa de pequeno porte é uma alternativa viável para a produção em áreas urbanas, contribuindo para a agricultura urbana e a oferta de alimentos saudáveis.

## Referências

NNADI, Susan Nnedimpka; IDACHABA, Francis E. Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype. 2018 IEEE 5G World Forum (5GWF), [s. l.], 2018. DOI 10.1109/5GWF.2018.8517006. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8517006>. Acesso em: 04 abril. 2022.

Hanna Instruments: Agricultura e Hidroponia - Diga adeus os fungos de seu cultivo, 2017. Disponível em: <https://hannainst.com.br/diga-adeus-para-os-fungos-deseu-cultivo>. Acesso em 04 abril. 2022.

Agrorevenda: Brasil e todo cultivo protegido, 2021. Disponível em <https://agrorevenda.com.br/brasil-e-todo-cultivo-protegido>. Acesso em 17 julho. 2022.

Portal Adama, Gestão do Tempo, 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/gestao-do-clima/> Acesso em 25 junho 2023.

CURTO CIRCUITO. Disponível em: <https://curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>. Acesso em 10 junho. 2023

SOLERPALAU. Disponível em: [http://www.solerpalau.pt/formacion\\_01\\_39.html](http://www.solerpalau.pt/formacion_01_39.html) Acesso em: 04 março. 2022.

SANTOS. Disponível em: <https://maissoja.com.br/como-a-temperatura-afetao-desenvolvimento-vegetal/>. Acesso em 25 junho 2023.

PALLAVI, S.; MALLAPUR, Jayashree D.; BENDIGERI, Kirankumar Y. Remote sensing and controlling of greenhouse agriculture parameters based on IoT. 2017 International Conference on Big Data, IoT and Data Science (BIG DATA), [s. l.], 2017. DOI 10.1109/BID.2017.8336571. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8336571>. Acesso em: 05 abril. 2022.

BEZERRA, F. Produção de Mudas de Hortaliças em Ambiente Protegido. Fortaleza, Embrapa, 2003.

ESTEVIÃO, Vanks. Como Funciona uma Estufa de Plantas. 2015. Disponível em: <https://efeitojoule.com/2008/05/vestibular-faculdades-funciona-estufa/>. Acesso 09 de junho. 2022

AOOSONG ELECTRONICS. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module: DHT22 (DHT22 also named as AM2302). Disponível em: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Acesso em: 11 abril. 2022.

HOPKINS, W. G. Photosynthesis and Respiration. [s.l.] Infobase Publishing, 2006.

WEBER, João Fernando. Iluminação Artificial em Led Aplicado em uma Mini Estufa. 2019. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Gay, W. (2018). Sensor DHT11. In: Raspberry Pi Avançado. Apress, Berkeley, Califórnia [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3_22). Acesso em: 23 junho. 2023