# Controle de estufa com Arduino Uno e Dashboard interativo

**Luiz Felipe de Souza Dias**[1], **Nairon Neri Silva**[1]

[1]Centro Universitário Presidente Antônio Carlos(UNIPAC)-
Rua Dr. Antonio Sena Figueiredo,nº807 - Santa Tereza I, Barbacena - MG - Brasil

lfsdias34@gmail.com, naironsilva@unipac.br

***Resumo.*** *Usualmente, uma estufa de cultivo em pequeno espaço, para o seu adequado funcionamento, necessita do gerenciamento humano em todas as etapas que compreendem essa atividade. No modelo tradicional, entre o plantio e a colheita, que acontecem em momentos definidos, requer-se monitoramento constante, quanto aos níveis de hidratação do solo, de umidade e temperatura no ambiente interno na estufa, assim como a atuação direta, para que todos esses níveis se mantenham sob controle e conforme o necessário para o melhor resultado. Entretanto, no dia a dia, pelas mais diversas razões e particularidades, pode acontecer de não ser possível a execução do monitoramento continuado aproximado, o que pode levar a perdas. Em virtude disso, a automação de algumas das atividades do processo, que tradicionalmente precisam da interferência humana, pode contribuir para o aprimoramento do cultivo e para o alcance de melhores resultados.*

***Abstract.*** *Usually, a greenhouse for cultivation in small spaces, for its proper functioning, needs human management in all stages that comprise this activity. In the traditional model, between planting and harvesting, which take place at defined times, constant monitoring is required regarding soil hydration levels, humidity and temperature in the internal environment of the greenhouse, as well as direct action, so that all these levels are kept under control and as necessary for the best result. However, on a day-to-day basis, for the most diverse reasons and particularities, it may not be possible to carry out approximate continuous monitoring, which may lead to losses. As a result, the automation of some of the process activities, which traditionally require human interference, can contribute to improving cultivation and achieving better results.*

## 1. Introdução

A demanda por alimentos orgânicos no Brasil tem aumentado nos últimos anos, impulsionada pela crescente conscientização dos consumidores sobre a importância de uma alimentação saudável e sustentável. Segundo a Pesquisa Organis 2021, o crescimento no consumo de alimentos de orgânicos foi 2,4 vezes maior entre 2019 e 2021, sendo que 3/4 do consumo foi de hortifrutis [Organis 2021].Um fato importante a ser destacado, que decorre dessa realidade, é o aumento do cultivo de alimentos orgânicos em espaços confinados.

Acerca dessa questão, conforme noticiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em seu relatório "Panorama, Análises e Reflexões", o livro intitulado "Horta em Pequenos espaços", de 2012, teve mais de trinta e seis mil acessos,

sendo o mais visto, dentre outros, que versavam sobre temas semelhantes [Macedo 2016]. Esse fato demonstra que há um contínuo incremento no interesse das pessoas por essa modalidade de cultivo. Para essa finalidade (o cultivo de alimentos em pequenos espaços), há diversas soluções tecnológicas, tais como o Sistema de irrigação automatizado, Sistema de cultivo hidropônico e mini-estufa, por exemplo. De maneira geral, essas tecnologias ainda necessitam da ação humana para o adequado processamento de todas as etapas compreendidas entre o plantio e a colheita.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da adaptação de recursos de tecnologia da informação - de *hardware, software* e de monitoramento sem fio -, a uma dessas soluções tecnológicas, no caso mini estufa, pela automatização de alguns dos processos e controles que usualmente são dependentes da atenção humana direta ou fator do ambiente, como controle de irrigação, temperatura do ambiente e irrigação. Ademais, viabiliza que esse monitoramento e controle sejam realizados de forma remota, com o emprego de tecnologia sem fio.

## 2. Trabalhos Relacionados

O interesse em otimizar processos relacionados ao controle da produção de alimentos em pequenos espaços não é recente.Cada vez mais pessoas desejam aprender sobre plantas e técnicas para cultivar espécies alimentícias em casa, seja como uma atividade de lazer, de estudo e integração com o mundo natural, para combater o stress diário e ainda desenvolver hábitos mais saudáveis de alimentação [Dumke 2021].

Especificamente para o propósito deste trabalho, destaca-se o trabalho de [Calmon et al. 2022], com a implementação de um protótipo de estufa de PVC para apartamentos, com o monitoramento e acompanhamento do processo de cultivo por monitor do tipo LCD (*Liquid Crystal Display*). Em sua técnica de irrigação, diferentemente das estufas tradicionais, foi utilizado o recurso de solenóide, fazendo com que a manutenção de um reservatório em nível elevado, acima do solo, não fosse mais necessária. A manutenção de reservatório de água sobre a estufa gerava estresse sobre as suas estruturas, implicando na diminuição de sua vida útil. A solenoide também permite que a estufa seja deslocada com mais facilidade, pelo fato de poder ser ligada a fortes de água (torneiras) em diversos locais, não limitando seu uso a local específico.

Nesse projeto de [Calmon et al. 2022], um dos problemas apresentados foi quanto à efetivação do controle de temperatura. O obstáculo foi contornado com a implementação do controlador PID (Controlador proporcional integral derivativo), que recebe um valor de referência, sendo o mesmo desejado para a temperatura, que é comparado com a temperatura ambiente presente. Com base no resultado da diferença entre as temperaturas, um sinal de controle é enviado para ajustar o sensor e tentar manter o padrão de temperatura desejado.

Outro trabalho que merece destaque, no sentido de congregar recursos de *hardware e software* no controle automatizado e tecnologia sem fio, é um projeto feito por [Lorenzoni 2020], focado na agricultura urbana. Ele desenvolveu uma estrutura portátil com monitoramento a distância, usando o microcontrolador ESP-32. Microcontroladores são chips que contém um pequeno computador embutido, e são projetados para a criação de aplicações embarcadas ou sistemas específicos [Reis 2020].

O Projeto e desenvolvimento de estufa doméstica automatizada de baixo custo

empregando o uso de uma placa microcontroladora [Mata 2019], neste projeto os autores falam sobre o desenvolvimento de uma estufa a partir de analisar propostas de mercado com seus prós e contras, e montar um projeto com baixo orçamento. Usando o Arduino mega, e módulo de Wi-fi, o mesmo implementou um *dashboard* com um criador de apps online(*MIT APP INVENTOR*).Segundo [Mata 2019] eles relatam que houve dificuldade quanto à parte mecânica da estufa, em que foram realizados diversos testes e modificações até o modelo final apresentado.

A partir da leitura desses trabalhos, verificou-se que, de maneira geral, eles se orientam sobre uma mesma linha metodológica na aplicação de recursos de *software*, havendo alteração no conjunto de sensores, de atuadores e placas microcontroladoras. Vale ressaltar que cada um deles conclui com seu propósito de um monitoramento automatizado.

## 3. Materiais e Métodos

O protótipo projetado possui três premissas principais: a estrutura física da estufa; os recursos de *hardware*; e os recursos de *software*:

A estrutura física da estufa compreende os componentes que dão a ela sustentação, que a recobrem, que servem como forro.

Os recursos de *hardware* compreendem a placa microcontroladora (ARDUINO UNO), os sensores e atuadores, bem como o material usado para pinagem e cabeamento.

Os recursos de *software* compreendem a linguagem de programação embarcada na placa controladora e a linguagem C utilizada para o desenvolvimento do sistema, junto a um recurso de *software* gratuito para dashboard(*Blynk*).

Para o monitoramento da estufa foram empregados módulos sensores e atuadores. Os sensores servem para captar alterações no meio ambiente. Essas alterações são traduzidas em sinais, os quais podem ser processados, para alguma finalidade. Os atuadores servem para executar alguma ação de interesse, a partir de um comando. Esses componentes foram selecionados, considerando-se o conhecimento pregresso no seus empregos e na viabilidade financeira e disponibilidade para aquisição no mercado interno.

### 3.1. Sensor de Temperatura

O DHT 11 é um sensor que permite fazer leituras de temperatura, umidade do ar e ponto de orvalho. ”Este sensor faz medições de temperatura de 0º até 50º celsius e mede a umidade do ar nas faixas de 20% a 90%. A precisão (margem de erro) do sensor para medição de temperatura é de aproximadamente 2º celsius e para umidade é de 5%”[Oliveira 2018a], como mostrado abaixo na Figura 1.

**Figura 1. Sensor DHT11. Fonte: Eletrogate 2023.**

### 3.2. Sensor de Umidade do Solo

O sensor de umidade de solo mostrado na Figura 2 é um módulo eletrônico que capta a variação da umidade do solo a partir da tensão. Quanto maior a tensão medida pelo microcontrolador, menor será a umidade do solo. No caso do solo úmido, a tensão deverá ser mais baixa [Oliveira 2018b].

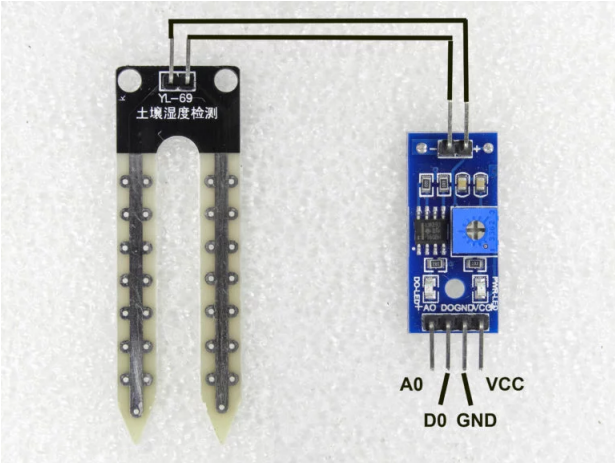


**Figura 2. Sensor de Umidade do Solo. Fonte: Eletrogate 2023.**

### 3.3. Sensor de Luminosidade LDR

O LDR *(Light Dependent Resistor* ou Resistor Dependente de Luz) mostrado na Figura 3, é um sensor que varia a resistência dependendo da quantidade de luz que recebe. Este componente é sensível à luz e tem como finalidade limitar a passagem de corrente em um circuito [Oliveira 2019].

**Figura 3. Sensor de Luminosidade LDR. Fonte: Makerhero 2023.**

### 3.4. Sensor de Nível da Água

O sensor de nível com boia horizontal foi escolhido pela simplicidade de usar.Conforme a Figura 4 um sinal para detecção junto ao microcontrolador é gerado através de um dois ímãs(um *Reed Switch* e um ímã normal), um instalado na base e outro na boia.Sempre que o ímã localizado na boia aproxima-se do reed switch, o mesmo gera um sinal através do contato estabelecido. Este contato faz com que a alimentação introduzida em uma das extremidades do fio circule até a outra[Gebert 2019].

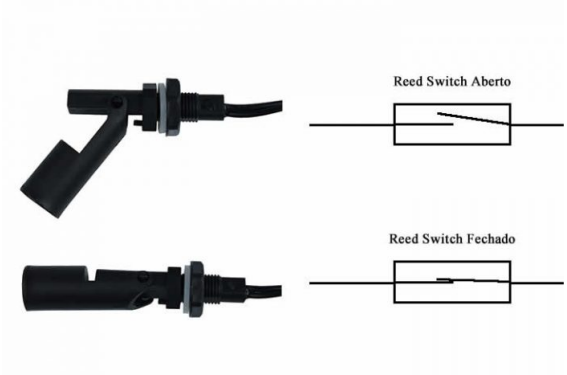


**Figura 4. Sensor de Nível com Boia Horizontal. Fonte: Usinainfo 2023.**

### 3.5. Bomba d'água

A bomba d'água é um componente que impulsiona a água quando submersível, conseguindo esguichar uma quantidade razoável de água, ilustrada na Figura 5 [Eletrogate 2023b].

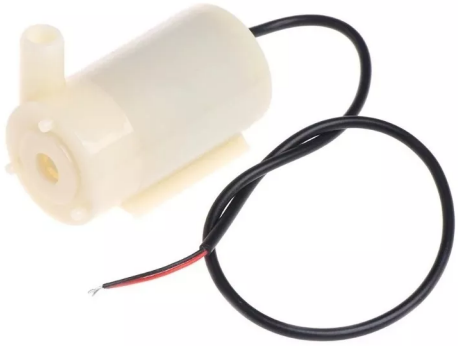

**Figura 5. Mini bomba d'água. Fonte: Mercado Livre 2023.**

### 3.6. Lâmpada de Cerâmica

A lâmpada de cerâmica mostrada na Figura 6 gera energia térmica sem emissão de luz, evitando a interrupção no ciclo normal (dia/noite) das plantas [Ezootique 2023], mostrada na Figura 6.

**Figura 6. Lâmpada de Cerâmica. Fonte: Ezootique 2023.**

### 3.7. Cooler Fan

*Cooler* é comumente utilizado para resfriamento de ambiente com ventilação interna, podendo ser usado para exaustão direcionando a ventilação como externa [Eletrogate 2023a], ilustrado na Figura 7.

**Figura 7. Cooler Fan. Fonte: Shopee 2023.**

### 3.8. Modulo Relé

O Módulo relé mostrado na Figura 8 é um módulo utilizado para facilitar o acionamento de cargas através de um microcontrolador, necessitando apenas conectar *Jumpers* no relé e em uma placa arduino, por exemplo, dispensando a necessidade de montar placas ou circuitos para a sua ligação, tornando o projeto mais prático e organizado [Eletrogate 2023c].

**Figura 8. Modulo Relé. Fonte: Eletrogate 2023.**

### 3.9. Lampada Led

Lâmpada led é utilizada para cultivos em locais internos (*indoor*) de plantas comuns ou plantas que necessitam de luzes específicas e sistema de Hidroponia. Perfeita para todas as fases de crescimento (Floração e Vegetação). Propagação completamente suave e uniforme da luz, resolvendo o problema luminoso desigual [Palma 2023], mostrada abaixo na Figura 9.

**Figura 9. Lampada Led. Fonte: Bruno Palma Hidroponia 2023.**

### 3.10. Blynk IOT

O *Blynk* 2.0 é uma plataforma completa desenvolvida para prototipação, implantação e gerenciamento remoto de dispositivos eletrônicos na Internet das Coisas (Internet of Things – IoT). O *Blynk* possibilita conexão do *hardware* à nuvem e facilita a construção de aplicativos.Esses aplicativos podem ser usados nas plataformas iOS, Android e Web podendo analisar dados históricos e em tempo real provenientes de dispositivos, controlá-los remotamente de qualquer lugar [Serrano 2018], mostrado na figura 10.

O *Blynk* é composto por três módulos o *Blynk App*, o *Blynk Server* e a *Blynk Library*. O *App* é um aplicativo permite ao usuário criar aplicações que interagem com o *hardware*, eles podem inserir *Widgets* que implementam funções de controle a uma determinada aplicação. O servidor é responsável por transmitir os dados ao *hardware*, armazenar estados do aplicativo e do *hardware* e também armazenar dados de sensores lidos pelo *hardware* mesmo se o aplicativo estiver fechado. Essa biblioteca é responsável por gerir toda a conexão do *hardware* com o servidor *Blynk* e gerir as requisições de entrada e saída de dados e comandos [Serrano 2018].

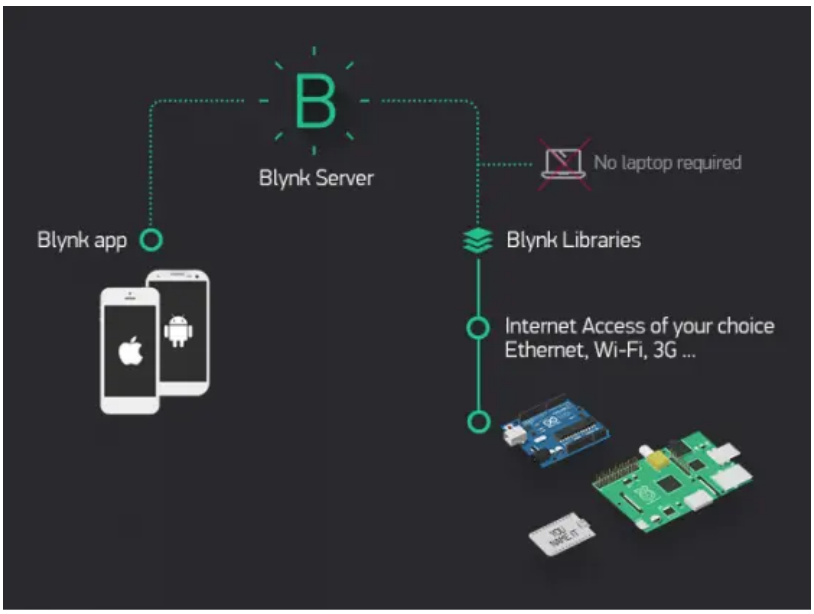


**Figura 10. Organização do Blynk. Fonte: Embarcados 2018.**

### 3.11. Arduino Uno

Segundo [Arduino.cc 2021], Arduino Uno é uma placa microcontroladora baseada no ATmega328P. Possui 14 pinos digitais de entrada/saída, 6 entradas analógicas, um ressonador cerâmico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, uma tomada de energia, um conector ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o necessário para suportar o microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC-to-DC ou bateria para começar, como ilustrado na figura 11.

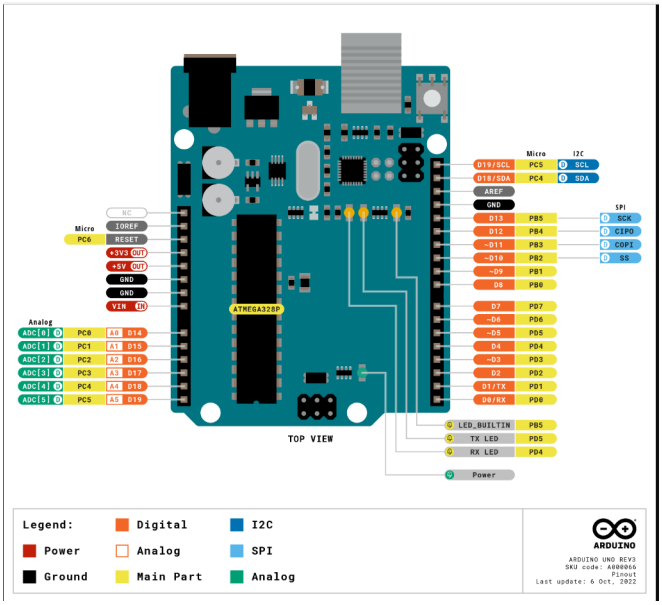


**Figura 11. Diagrama de Pinagem. Arduino Fonte: Arduino.cc 2023.**

## 3.12. Controle de Irrigação

Uma boa irrigação produz uma quantidade maior, evita irrigações excessivas ou deficitárias,economiza água e energia e contribui para minimizar perdas de nutrientes e evitar doenças na cultura, tornando essencial a quantidade e o momento da rega [Lopes 2018].

O controle da umidade do solo ocorre da seguinte forma: O Sensor de Umidade do Solo capta a variação da terra. Quando o valor captado estiver abaixo do valor fixo definido pelo usuário,em seguida ele irá verificar se a bóia está no nível, caso não esteja ele alertará o usuário, se não ele vai irrigar o solo, mostrado na figura 12.

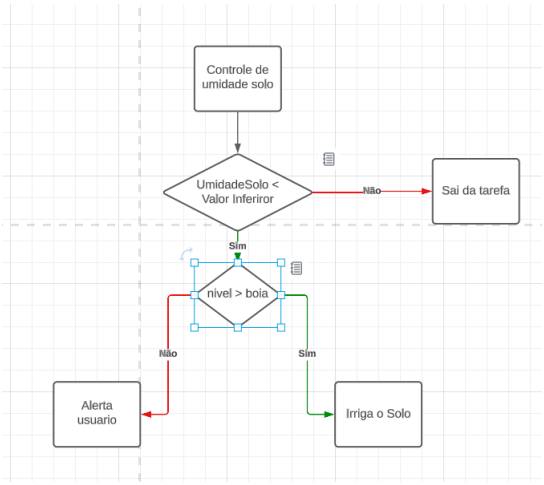


**Figura 12. Fluxograma Irrigação. Fonte: Elaborada pelo autor .**

## 3.13. Controle de Iluminação

Um dos controles mais importantes para a planta, pois é aqui que acontece a etapa da fotossíntese das plantas, que é o processo pelo qual elas utilizam da energia luminosa

para produzir energia química para o crescimento [Mascarenhas 2019].

Segundo a Figura 13, ao se captar a luminosidade do ambiente, verifica se ela está menor que o parâmetro N informado pelo usuário. Se estiver menor, é verificado se está no intervalo das 06:00 horas às 18:00 horas, se estiver ele irá ligar a lâmpada. Foi escolhido esse horário por estar em um intervalo que geralmente uma planta teria luz.

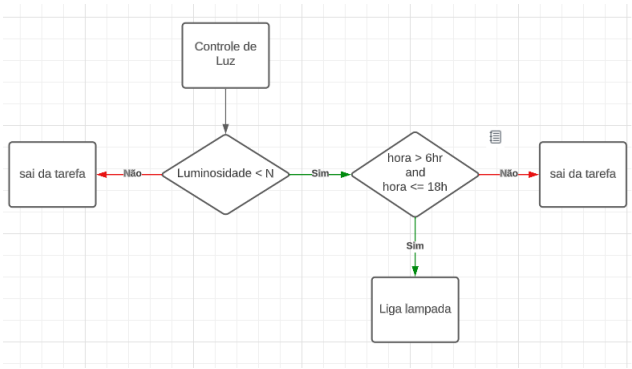


**Figura 13. Fluxograma Iluminação. Fonte: Elaborada pelo autor .**

### 3.14. Controle de Temperatura

"A temperatura é o parâmetro de controle mais importante em uma estufa, pois exerce função essencial no crescimento e desenvolvimento das plantas. A temperatura mais favorável depende da espécie de planta cultivada e do nível desejado de atividade fotossintética"[Instrusul 2021].

Segundo a Figura 14, o controle de temperatura foi pensado de forma que ao atingir ou ultrapassar a temperatura máxima da estufa captada pelo DHT 11, um *cooler* é ligado e, se não passar esse limite, ele faz outra verificação. A temperatura menor que o limite mínimo, ativa a lampâda de cerâmica e o *cooler*, fazendo com que o ar quente seja ventilado dentro da estrutura conforme mostrado na figura 14.

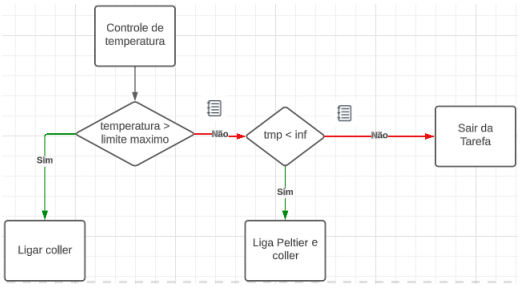


**Figura 14. Fluxograma Temperatura. Fonte: Elaborada pelo autor .**

## 4. Resultados

Para obter uma estufa controlada, são necessárias várias baterias de testes em seus sensores, para que, em determinadas situações, seja feito acionamento de atuadores. Por isto todos os sensores deste projeto foram testados em um ambiente interno, controlado. Para cada local posicionado, em ambiente de produção, faz-se necessário que os testes sejam refeitos.

### 4.1. Teste de Luminosidade

Para ligar a lâmpada, foi pensado em uma solução com dois parâmetros: a baixa luminosidade do ambiente e o intervalo de horário de 06:00 as 18:00, que compreende momento de iluminação natural em ambientes externos, a céu aberto. Pelo fato do Arduino não ser multitarefa, a abordagem para o controle da iluminação foi adaptado para que, o valor recebido seja maior que 10%, pois assim ela não acionará com a lâmpada da residência, pois estará de noite. Comparado com o trabalho de [Lorenzoni 2020] foi usada uma margem de 5%, o que é valido pois os valores são relativos para cada ambiente e também foi implementada uma lógica de tempo em segundos para o acionamento da lâmpada.

### 4.2. Teste de Umidade do Solo

Neste cenário foram colocados vários recipientes com diferentes tipos de irrigação, um solo sem irrigação, um solo encharcado e um solo que foi irrigado a partir do seco ao ideal. No solo seco, o valor captado pelo sensor não passava de 3%; no encharcado ele passava de 75%. Para o valor ideal, foi buscado um padrão de irrigação que usasse como valor 39% de umidade. Sendo assim, quando o sensor detecta um valor igual ou maior a este, ele irá cessar a irrigação. O acionamento ocorre quando se detecta um valor de 30% abaixo do valor ideal. [Mata 2019] em seu projeto buscou uma lógica que avaliava a umidade do solo, em seguida esperava 12 horas, após este tempo ele irrigava, isso acontecia para evitar alguma irrigação excessiva.

### 4.3. Teste de Temperatura

Para o controle da temperatura do ambiente, foram feitos dois módulos de controle, o da temperatura alta e o da baixa.

Para a temperatura alta, foi feito um ajuste durante o processo dos testes, pois somente um *cooler* não era o bastante para abaixar a temperatura, por isto foi usado dois *coolers* para o resfriamento da estufa e também foi aberto dois buracos no topo da estufa para ajudar quando esquentar muito, quanto para fazer a troca de ar. Os valores de controle para o projeto foram de maior ou igual a 23 graus Celsius as ventoinhas ligam, e só desligam quando o valor for menor ou igual a 19.5 graus Celsius.

Se a temperatura estiver baixa, apenas uma ventoinha é ligada. Em seguida, a lampâda de cerâmica é acionada dentro de um *loop* que só se encerra quando a temperatura é reduzida. Essa função necessita de um loop, pois se a lâmpada de cerâmica ficar ligada constantemente, como as ventoinhas, ela pode superaquecer, queimando a planta e danificando a estrutura. Por isso, dentro deste *loop* ela fica 15 segundos ligada e 40 desligada. Esses valores foram testados e a estufa demora entre 10 a 15 minutos para elevar a temperatura ao valor ideal e desarmar a lampâda de cerâmica e o ventilador. Os valores de controle usados foram de maior ou igual a 17 graus Celsius as liga a ventoinha junto a lâmpada de cerâmica, e só desligam quando o valor for maior ou igual a 19.5 graus Celsius. [Lorenzoni 2020] em seu trabalho apenas se atentou no controle de temperatura baixa, deixando uma lacuna no projeto caso a temperatura ambiente subisse além do estimado para cultura desejada.

### 4.4. Estrutura

Para a escolha da estrutura, foram pensadas várias opções de solução, como em bambu ou em canos de PVC. Ambas as possibilidades não se mostraram adequadas, pois se-

riam necessárias adaptações que não atendessem ao propósito. A solução encontrada foi a adaptação de uma sapateira de plástico desmontável, que possui 4 andares, com as seguintes dimensões: 41 cm de comprimento x 55.5 cm de altura x 18.5 cm de largura.

Para trazer mais firmeza à estrutura passou-se a linha encerrada ao redor da mesma. No primeiro andar, foram colocados pedaços de madeira MDF, recobrindo o fundo e as laterais. Como cobertura para a estrutura utilizou-se lona transparente, específica para estufa, como mostrado na figura 15.

Como reservatório de água, foram usados dois potes de 900ml, sendo um para irrigação e o outro para manutenção da umidade do ambiente. Na parte inferior dos vasos da planta, foram colocados palitos de madeira para sustentação e estabilidade do mesmo. Na parte superior da estufa, foi colocado uma estrutura com base de papelão para servir como suporte para para o conjunto de *hardware*.

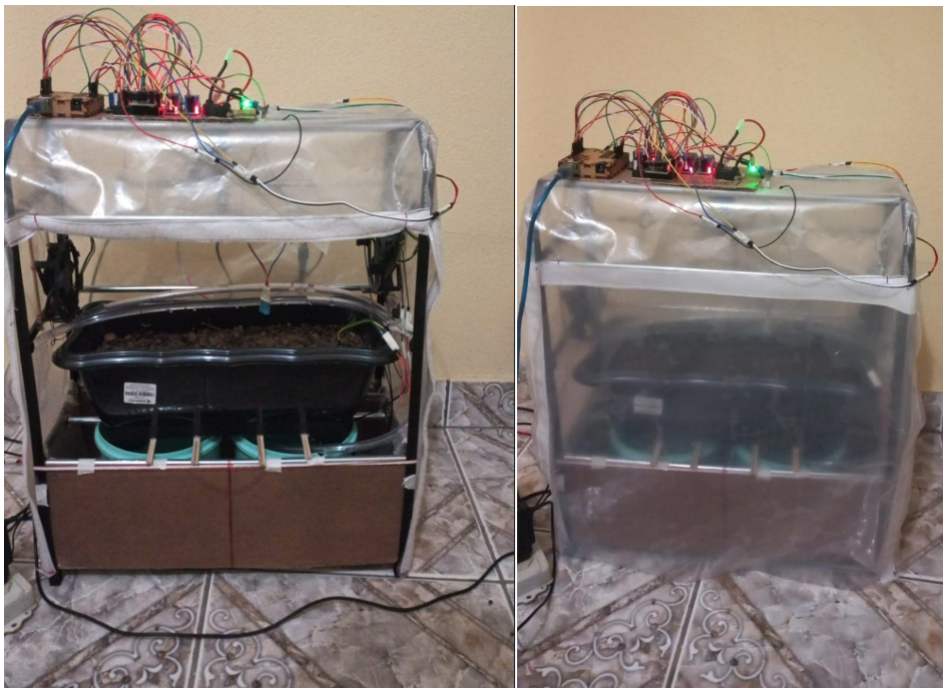

**Figura 15. Imagem da Estrutura da Estufa. Fonte: Elaborada pelo autor.**

### 4.5. Software

A Linguagem C, foi escolhida para implementação do *software* por conhecimento prévio do autor. Foram criados três tipos de rotinas: rotinas para os atuadores, rotina para os valores e rotina para os controles (temperatura, umidade do solo e iluminação).

O processo funciona com a iniciação dos modos dos pinos do relé, e com a conexão a internet. Dentro da função *loop* ocorre a chamada das rotinas de controle (temperatura, umidade do solo e iluminação), onde verifica os valores (dos sensores), para acionar ou não os atuadores (lâmpadas, coolers e bomba d'água).

### 4.6. Tabela de Preços

A figura 16 apresenta o preço dos componentes usados na estufa, referentes ao primeiro semestre de 2023.

| Material | Quantidade | Custo total |
|---|---|---|
| Arduino Uno | 1 | R$ 94,40 |
| Cooler | 2 | R$ 20,72 |
| Lâmpada Led | 1 | R$ 45,90 |
| Lâmpada de Cerâmica | 1 | R$ 90,00 |
| Relé | 5 | R$ 44,50 |
| Bomba d'água | 1 | R$ 19,00 |
| Boia d'água | 1 | R$ 24,40 |
| Sensor de Umidade do Solo | 1 | R$ 9,40 |
| Sensor DHT11 | 1 | R$ 12,26 |
| Sensor LDR | 1 | R$ 0,86 |
| Sapateira | 1 | R$ 22,30 |
| Lona de estufa (m²) | 1 | R$ 15,00 |
| Fontes de energia 12v | 3 | R$ 24,93 |
| Boquilhas | 2 | R$ 21,60 |
| Vaso de planta | 1 | R$ 30,00 |
| Reservatório | 2 | R$ 16,00 |
| Jumpers(unidade com 10) | 5 | R$ 12,00 |
| Total | - | R$ 503,27 |

**Figura 16. Preços dos componentes. Fonte: Elaborada pelo autor.**

## 5. Conclusão

Cada vez mais pessoas desejam aprender sobre plantas e técnicas para cultivar espécies alimentícias em casa, seja como uma atividade de lazer, de estudo e integração com o mundo natural, para combater o stress diário e ainda desenvolver hábitos mais saudáveis de alimentação.

Pelo que se viu, esse interesse pode ser alcançado por diversas tecnologias, como o cultivo hidropônico e o uso de mini estufas. O alcance pode ser mais ainda satisfatório quando se conjuga ao plantio as tecnologias atuais, de *hardware* de *software* e de comunicação sem fio.

Este trabalho mostrou que é possível projetar e desenvolver uma mini estufa, com a adaptação de recursos de tecnologia, automatizando alguns dos processos e controles que usualmente no modelo tradicional, são dependentes da atenção humana direta, permitindo que os níveis de variação de fatores inerentes à qualidade do ambiente e do solo sejam monitorados e controlados de maneira automatizada, porém ainda assim é impossível descartar a ação humana em alguns aspectos, pois precisa de calibragem e reposição da água e verificação do *hardware* depois de certo tempo.

Para trabalhos futuros,o que se pretende utilizar placa microcontroladora que já traga módulo de wi-fi acoplado e que possua dois núcleos de processamento, ao menos, a fim de utilizar recurso de multitarefa, bem como, desenvolver um aplicativo próprio que traga recursos específicos que não estão disponíveis na versão utilizada como *dashboard*.

## Referências

Arduino.cc (2021). Arduino uno rev3. Disponível em: https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3. Consultado em: 18 junho 2023.

Calmon, A. V. d. A., Santos, E. d. C. d., Assis Neto, J. d., and Santana, L. L. F. (2022). Estufa automatizada para apartamentos.

Dumke, D. (2021). 10 tecnologias para o campo que estão impactando toda a cadeia de valor agrícola, do plantio até a agroindústria. Disponível em: https://elysios.com.br/blog/10-tecnologias-para-o-campo-que-estao-impactando-toda-a-cadeia-de-valor-agricola-do-plantio-ate-a-agroindustria/. Consultado em: 18 junho 2023.

Eletrogate (2023a). Cooler ventoinha dc - 12v - 40x40x10mm. Disponível em: https://www.eletrogate.com/cooler-ventoinha-dc-12v- . Consultado em: 02 junho 2023.

Eletrogate (2023b). Mini bomba submersível p/ Água. Disponível em: https://www.eletrogate.com/mini-bomba-submersa-5v-p-agua. Consultado em: 02 junho 2023.

Eletrogate (2023c). Módulo relé 1 canal 5v. Disponível em: https://www.eletrogate.com/modulo-rele-1-canal-5v. Consultado em: 02 junho 2023.

Ezootique (2023). Lampada de ceramica. Disponível em: https://www.ezootique.com.br/lampada-de-ceramica-para-aquecimento-de-aves-e-repteis-25w-75w-50w-100w: :text=AConsultado em: 20 junho 2023.

Gebert, M. S. (2019). Sensor de nÍvel de Água com arduino – automaÇÃo residencial de controle. Disponível em: https://www.usinainfo.com.br/blog/sensor-de-nivel-de-agua-com-arduino-automacao-residencial-de-controle/. Consultado em: 18 junho 2023.

Instrusul (2021). Temperatura de estufa: cuidados e como medir. Disponível em:http://blog.instrusul.com.br/temperatura-de-estufa/. Consultado em: 18 junho 2023.

Lopes, D. (2018). Sistema de irrigação por gotejamento: Como fazer na plantação. Disponível em: https://mudasdelivery.com.br/blog/sistema-de-irrigacao-por-gotejamento-como-fazer/. Consultado em: 18 junho 2023.

Lorenzoni, I. L. d. S. (2020). Desenvolvimento de uma estufa automatizada baseada em iot para uso residencial.

Macedo, A. (2016). Pesquisa organis 2021 amostra. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18737868/levantamento-aponta-horta-em-pequenos-espacos-como-livro-mais-acessado-do-portal-embrapa.Consultado em: 12 abril 2023.

Mascarenhas, K. (2019). Saiba como a qualidade da luz interfere no crescimento das plantas. Disponível em: https://ufla.br/noticias/pesquisa/12663-saiba-como-como-a-qualidade-da-luz-interfere-no-crescimento-das-plantas: :text=As. Consultado em: 18 junho 2023.

Mata, Marlon Rodrigues Sousa da, O. D. (2019). Projeto e desenvolvimento de estufa doméstica automatizada de baixo custo empregando o uso de microcontrolador. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27951. Consultado em: 02 junho 2023.

Oliveira, E. (2018a). Como usar com arduino – sensor de umidade e temperatura dht11. Disponível em: https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11. Consultado em: 18 junho 2023.

Oliveira, E. (2018b). Como usar com arduino – sensor (medidor) de umidade do solo (higrômetro). Disponível em: https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-medidor-de-umidade-do-solo-higrometro. Consultado em: 18 junho 2023.

Oliveira, E. (2019). Como usar com arduino – fotoresistor (sensor) ldr com cabo 50cm. Disponível em: https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-fotoresistor-sensor-ldr-com-cabo-50cm. Consultado em: 18 junho 2023.

Organis (2021). Pesquisa organis 2021 amostra. Disponível em: https://organis.org.br/pesquisa-consumidor-organico-2021/. Consultado em: 12 abril 2023.

Palma, B. (2023). Lâmpada full spectrum (cultivo indoor). Disponível em: https://brunopalmahidroponia.com.br/produto/lampada-led-full-spectrum/. Consultado em: 18 junho 2023.

Reis, F. (2020). Introdução aos microcontroladores. Disponível em: http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-geral/introducao-aos-microcontroladores/. Consultado em: 02 junho 2023.

Serrano, T. M. (2018). Introdução ao blynk app. Disponível em: https://embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/. Consultado em: 19 maio 2023.