

## AUTOMATIZAÇÃO DE ESTUFA PARA CULTIVO DE HORTALIÇA

**Ivone Dias Costa Lestingi**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil

**Katia Ferreira Barbosa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil

**Dagoberto Ferreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil

**Arnaldo de Carvalho Júnior**

Mestre em Engenharia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Cubatão, SP, Brasil.

**Marcos Salazar Francisco**

Mestre em Engenharia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Cubatão, SP, Brasil.

**Resumo:** O cultivo de planta é uma atividade que pode ser realizada em estufa. O trabalho proposto tem o intuito de aperfeiçoar o cultivo através do desenvolvimento de uma estufa. Este trabalho visa criar um sistema de controle, monitorando o cultivo de plantas dentro de uma estufa, para produção em ambiente doméstico tais como a luminosidade, o calor, a umidade do solo, a temperatura do ambiente, a ventilação, fazendo a troca do ar, evitando possíveis proliferações de fungos e bactérias, permitir o manuseio pelo usuário de forma fácil e prática e a irrigação das plantas de forma automática.

**Palavras-chave:** Automação de Estufa, microclima, controle de ambiente e microcontrolador.

**Abstract:** Plant cultivation is an activity that can be carried out in a greenhouse. This work aims to create a control system, monitoring the cultivation of plants inside a greenhouse, for production in residential environment such as: light, heat, soil moisture, internal temperature of the study and ventilation, making air exchange, avoiding possible proliferation of fungi and bacteria. The project will provide the user with a practical and easy interpretation system, ensuring satisfaction in the automatic system.

**Keywords:** Greenhouse, microclimate, environment control and microcontroller automation

## 1- INTRODUÇÃO

Considerando que cada espécie de planta necessita de situações climáticas diferentes e específicas para se desenvolver, o trabalho proposto tem o intuito de aperfeiçoar o cultivo através do desenvolvimento de uma estufa capaz de gerenciar (monitorar e atuar) o controle das condições ambientais dentro deste ambiente através da disponibilização de recursos de automação como irrigação automática, sistemas de ventilação, iluminação e controle de temperatura ambiente.

O cultivo de plantas é uma atividade que pode ser realizada em estufas de diferentes tipos, tamanhos e materiais, com o intuito 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).

Atualmente se vive no que se pode chamar de “era do consumo”, onde a importância é atribuída à satisfação imediata das próprias necessidades e ao poder aquisitivo das pessoas, a qual atinge proporções acima do razoável, apoiada muitas vezes no conceito de desenvolvimento econômico (BAUDRILLARD, 1995). Uma das características do chamado desenvolvimento econômico consiste no desejo de transformar, por meio da utilização de recursos tecnológicos, aquilo que é oferecido pela natureza em produtos a serem utilizados pelos indivíduos (BAUDRILLARD, 1995). Hoje em dia podemos colocar em prática desenvolvimentos de procedimentos tecnológicos e metodológicos que contribuam com o crescimento das plantas ou hortaliças dentro de uma estufa automatizada monitorando sua evolução.

Os gastos com controle de pragas e doenças também podem reduzir no cultivo protegido. Isso é observado especialmente na produção de mudas (CAPEA-USP, 2014). As plantas desenvolvidas em estufas por exemplo, tem menor incidência de pragas e doenças, o que torna o produto “mais limpo” ao ser plantado comercialmente em campo aberto ou fechado (CAPEA-USP, 2014). O cultivo protegido mais conhecido é aquele realizado em estufas, mas pode se dar também em túneis e ripados, construídos com estruturas de madeira ou

metálicas. O cultivo protegido é uma realidade na produção de mudas e começa a ter mais espaço também na produção de hortifrútis (CAPEA-USP, 2014). O cultivo em ambiente protegido, por sua vez, tem tornado viável a produção com qualidade durante o ano todo (CAPEA-USP, 2014).

A ideia de utilizar ambientes fechados para o controle de fatores climáticos no cultivo de plantas data da antiguidade. A construção de estufas de estruturas mais aprimoradas se deu no século XVI na Itália e, mais tarde, a engenhosidade se espalhou para os países da Inglaterra e Holanda. No Brasil, o uso de estufas começou a ser difundido somente a partir do ano de 1970 devido a iniciativas de empresas privadas e de órgãos ligados à pesquisa do ramo agrícola (PINHEIRO, 2007).

A escolha neste projeto veio do fato do mercado brasileiro de estufas, em especial as automatizadas, ainda não ser muito reconhecido e usado pelos brasileiros. Normalmente uma pessoa nos meios urbanos que tem a vontade de realizar o cultivo das plantas ou está apenas começando no agronegócio, não possui o espaço para uma estufa grande ou o tempo necessário para se dedicar inteiramente a ela. Por isso, uma estufa automatizada em tamanho menor resolveria esse problema. Além disso, a estufa automatizada poderia ser facilmente adaptada para sistemas maiores como a produção em larga escala, favorecendo o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais.

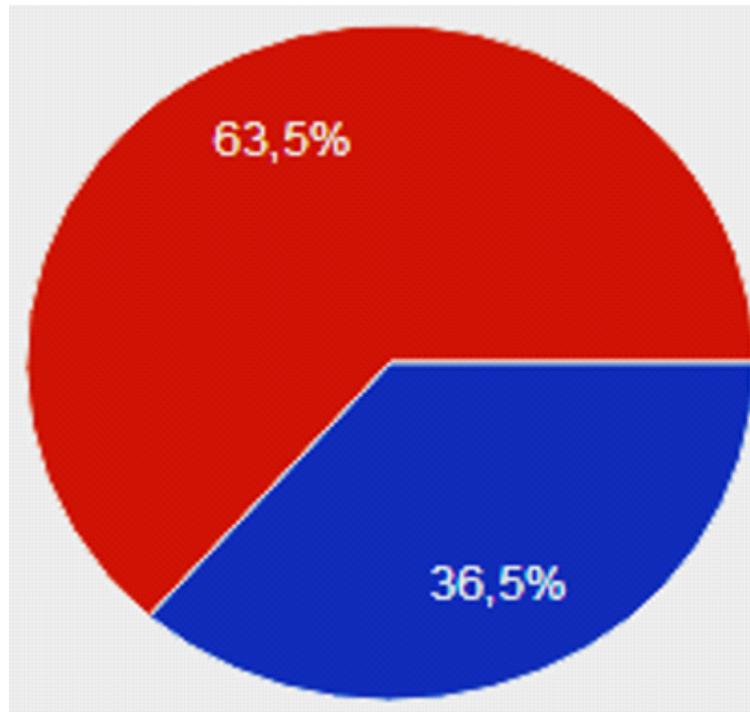
Este trabalho teve como objetivo principal criar um sistema de controle monitorando cultivo de plantas dentro de uma estufa, para produção em ambiente doméstico, tais como a luminosidade, o calor, a umidade do solo, a temperatura do ambiente, a ventilação fazendo a troca do ar, assim evitando proliferação de fungos e bactérias. Utilizou-se Arduino e seus periféricos (sensores) no controle e automação de todo o sistema, para supervisionar os dados coletados pelos sensores de umidade do solo e temperatura através do programa TERA.

## **2- MATERIAIS E MÉTODOS**

Primeiramente foi realizada uma pesquisa de campo, abrangendo 72 pessoas contatadas através de redes sociais e “amigos dos amigos”, com a

seguinte pergunta: Você sabe o que é uma estufa automatizada para cultivar planta ou hortaliça? A figura 1 apresenta o levantamento estatístico realizado.

**Figura 1 – Resultado do Questionário**



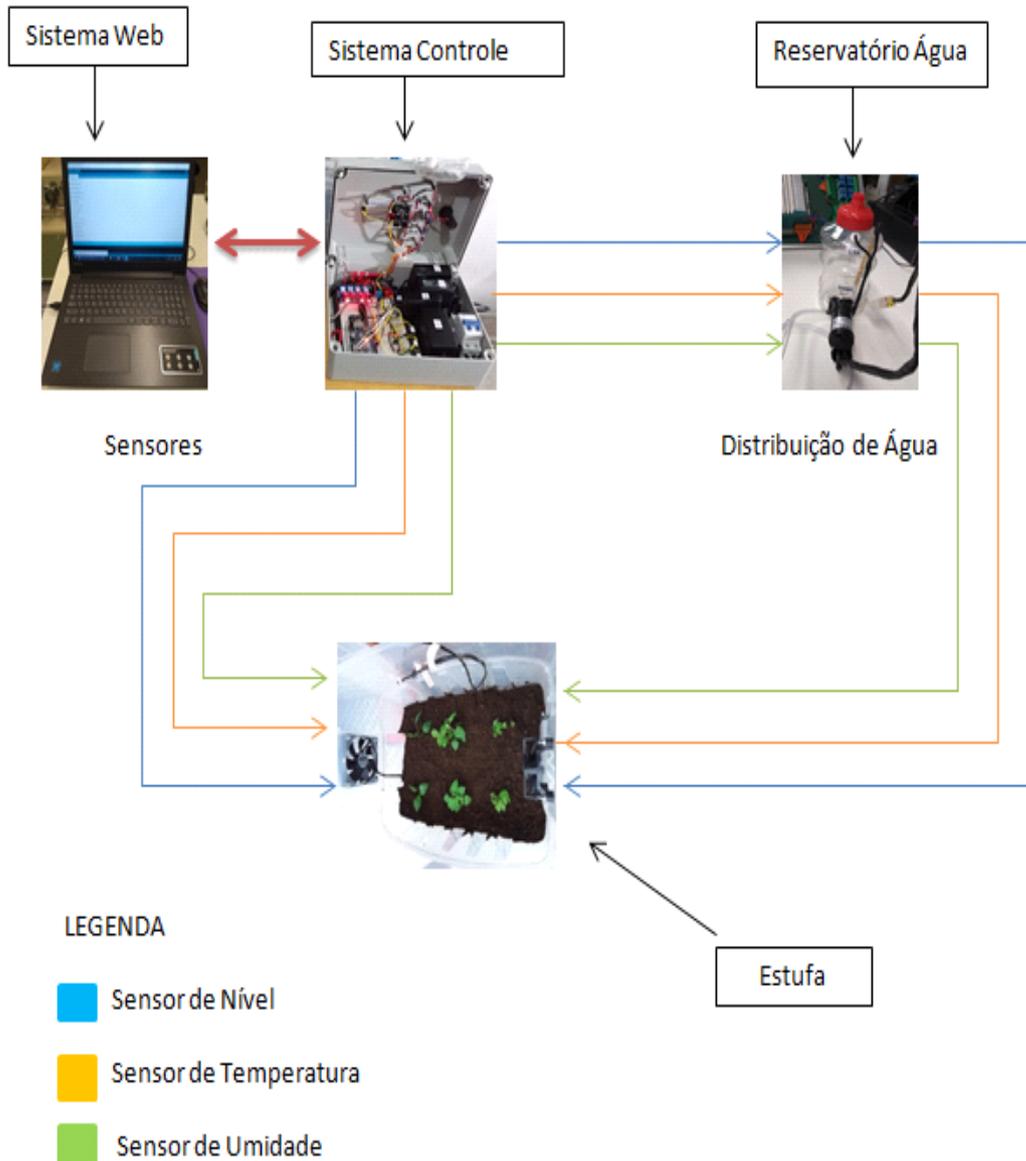
**Fonte:** Autoral (2019)

## **2.1. VISÃO GERAL DO PROJETO**

Nesse projeto optou-se pelo cultivo de salsinha, pimenta e hortelã, por estarem numa faixa de temperatura próxima e do mesmo tipo de solo. Entretanto, nada impede que sejam cultivados outros tipos de plantas, sendo apenas necessário adequar o tipo de solo e a programação de controle dos atuadores.

O projeto é constituído em três partes principais, sendo elas ligadas através de conectores ficando mais fácil o transporte caso for preciso: a primeira é a estufa em si, para a qual foi utilizada uma caixa organizadora de 78 litros, um reservatório de água de 1 litro, e uma caixa plástica que é a central elétrica, onde está o módulo de controle Arduino e todas as ligações elétricas (abaixo será detalhada melhor cada parte). A figura 2 apresenta a estrutura do projeto de automação da estufa.

Figura 2 – Estrutura da Automação da Estufa.



Fonte: Autoral (2019)

O projeto iniciou-se desde o desenvolvimento da germinação das sementes plantadas separadamente. Conforme citado na pesquisa bibliográfica, foram aplicadas exatamente as regras necessárias de cada hortaliça escolhida para o projeto. Assim que as mudas atingiram a altura adequada, elas foram colocadas diretamente na estufa, onde serão monitoradas desde a irrigação do solo que deve estar úmido, sendo a terra responsável pela sustentação da

planta. A figura 3 a seguir encontram-se respectivamente as sementes germinadas e crescidas – 1. Pimenta, 2. Hortelã e 3. Salsinha.

**Figura 3 - Sementes com duas semanas (a); Hortaliças com altura entre 14 cm a 19 cm (b); Mudas transferidas para a estufa (b).**



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoral (2019)

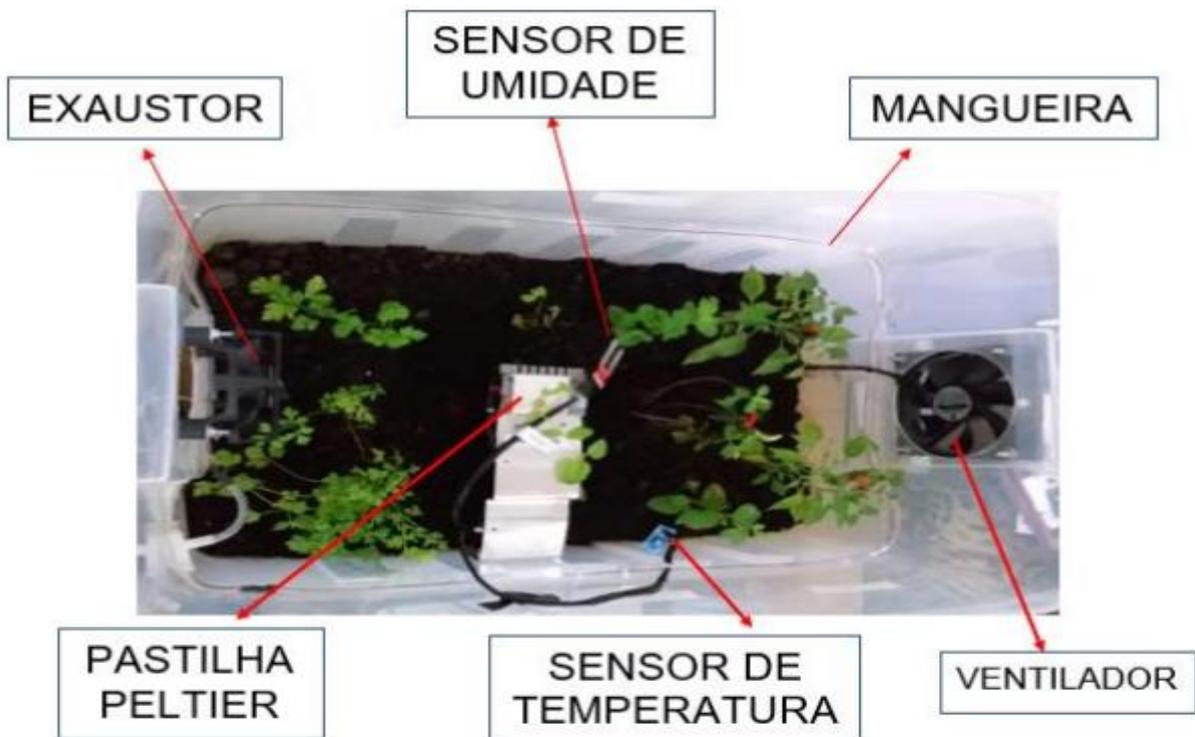
## 2.2 - ESTUFA

A estufa foi feita com uma caixa organizadora transparente e com tampa, com volume de 78 litros e com dimensões de 63,5cm de comprimento, 45,3 cm de largura e 40,1cm de altura, conforme apresentado na figura 4. Por se de fácil aquisição no mercado, nela estão fixados um ventilador e um exaustor ambos de 12V, parafusados em cada extremidade da caixa. O ventilador terá a função de ventilar internamente a estufa quando a temperatura passar dos 23o C, já o exaustor mandará para fora o ar quente.

Dentro da estufa também há um suporte com pastilha Peltier que está agregada a um dissipador e um ventilador, com a função de aquecer internamente quando a temperatura interna baixar dos 23° C.

No solo localiza-se o sensor de umidade, que tem a função de mandar um sinal para o Arduino, caso ele identifique umidade acima de 50%.

Figura 4 – Estufa Montada.



Fonte: Autoral (2019)

No interior, contornando a caixa, está colada uma mangueira cristal de 3,2mm de diâmetro interno e com furos de 1mm de diâmetro para a irrigação no solo através de gotejamento da água que virá do reservatório, que será melhor

detalhado mais à frente. Optou-se por esse sistema em razão do escoamento uniforme da água pelas paredes internas da caixa para melhor absorção das raízes no solo úmido. A conexão da mangueira interna com a externa foi feita através de um T e um tubo de tecalon de 4mm de diâmetro externo, sendo de fácil remoção para o transporte da estufa, caso necessário. Ainda dentro da caixa temos 18,5 quilos de terra para o plantio das mudas das plantas.

### 2.3 - RESERVATÓRIO DA ÁGUA

O reservatório foi feito com uma garrafa de 1 litro no formato de galão, conforme figura 5. Nela está fixada a bomba de água de uso automotivo, utilizada no esguicho do lavador de para-brisas. A bomba puxa a água do reservatório e impulsiona para dentro da estufa através da mangueira de 4,2mm de diâmetro interno, sendo encaixada na conexão que está na estufa. No reservatório também estão instalados dois sensores de nível, sendo um no fundo com a função de informar nível baixo e outro na parte superior com a função de informar nível máximo. Estes sensores são do tipo normal fechado e ao serem movimentados pelo nível da água, abrem o contato.

Figura 5 – Reservatório de Água.



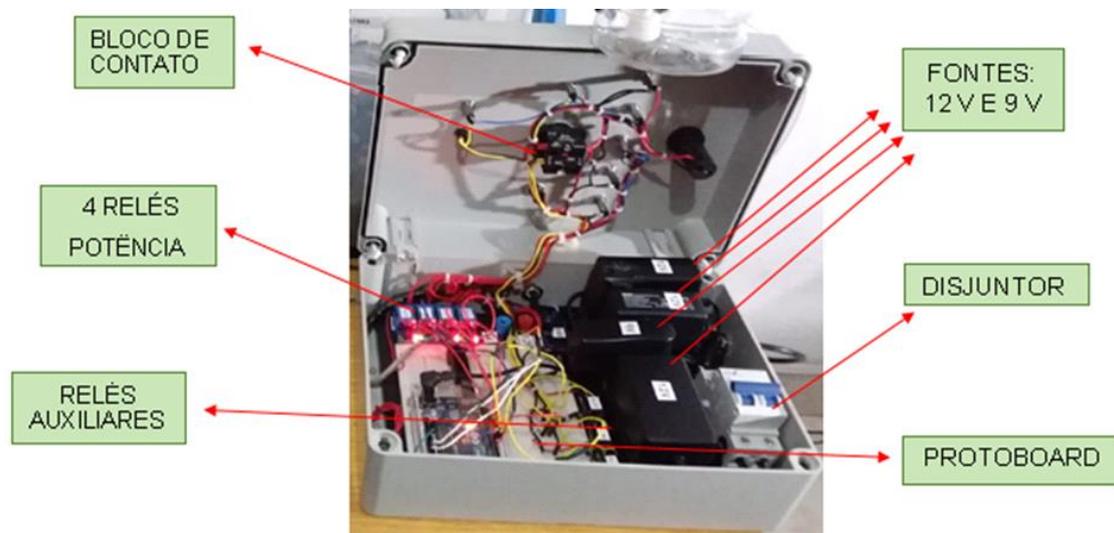
Fonte: Autoral (2019)

Pelo fato do projeto ser voltado para o controle apenas da temperatura interna e da umidade do solo da estufa, e não de controle de níveis ou tratamento de água, foram utilizados esses sensores apenas para indicação e não deixar a bomba ligar caso acabe a água. Por isso é necessário que a água seja colocada dentro do reservatório uma água limpa e apropriada para irrigação das plantas.

## 2.4 - CAIXA ELÉTRICA

O circuito elétrico é composto de sensores, atuadores, módulo de controle e um software que processa as informações atuando ou não. De forma básica, o que se pretende fazer é manter a temperatura interna da estufa e a umidade do solo de forma ideal para o crescimento das mudas nela plantadas. Para que isso ocorra, existem dois sensores de suma importância: temperatura do ar e de umidade do solo. Esses dois sensores estão ligados através de cabos que saem dos seus terminais de dentro da estufa e vão até a central elétrica onde está a placa do Arduino; no pino analógico A0 é ligado o sinal do sensor de temperatura e no pino analógico A1 o sinal do sensor de umidade do solo. Com as informações desses sensores se inicia o processo no qual o Arduino irá intervir conforme o que está programado nele, mas antes de tudo funcionar temos algumas outras condições. A figura 6 apresenta a caixa elétrica e os circuitos interligados.

Figura 6 - Circuito físico do painel elétrico



Fonte: Autoral (2019)

Para que tudo funcione, é preciso que o botão de emergência esteja liberado, ou seja, não esteja mandando sinal baixo ou zero volts pelo seu contato normal aberto no pino digital 6 do Arduino. Além de mandar sinal para o Arduino, o botão de emergência interrompe toda alimentação positiva dos atuadores pelo seu contato normal fechado pinos 1 e 2. Em série com o botão de emergência está um fusível de 5A para garantir proteção caso haja algum curto circuito em um dos atuadores ou na própria instalação elétrica; se isso ocorrer nada funciona também, pois não haverá tensão para ligar os atuadores. Outra condição exigida para o funcionamento é o botão de liga desliga, que deverá estar pressionado, ou seja, mandando sinal baixo para o pino digital 7 do Arduino. Ao pressionar para desligar o processo da programação para e nada funciona.

Depois da saída de tensão das fontes, todo o circuito funciona com extra baixa tensão de 12V e 5V em corrente contínua, atendendo assim a NBR 5410 e NR 10, pois na parte interna da estufa onde haverá umidade na terra, há outros componentes trabalhando com energia elétrica. Para não colocar em risco nenhuma pessoa que vir a tocar na estufa, há o fato da caixa organizadora utilizada ser de plástico isolante. A figura 6 apresenta a topologia de todas as partes do projeto interligadas.

### **3. RESULTADOS E COMENTÁRIOS**

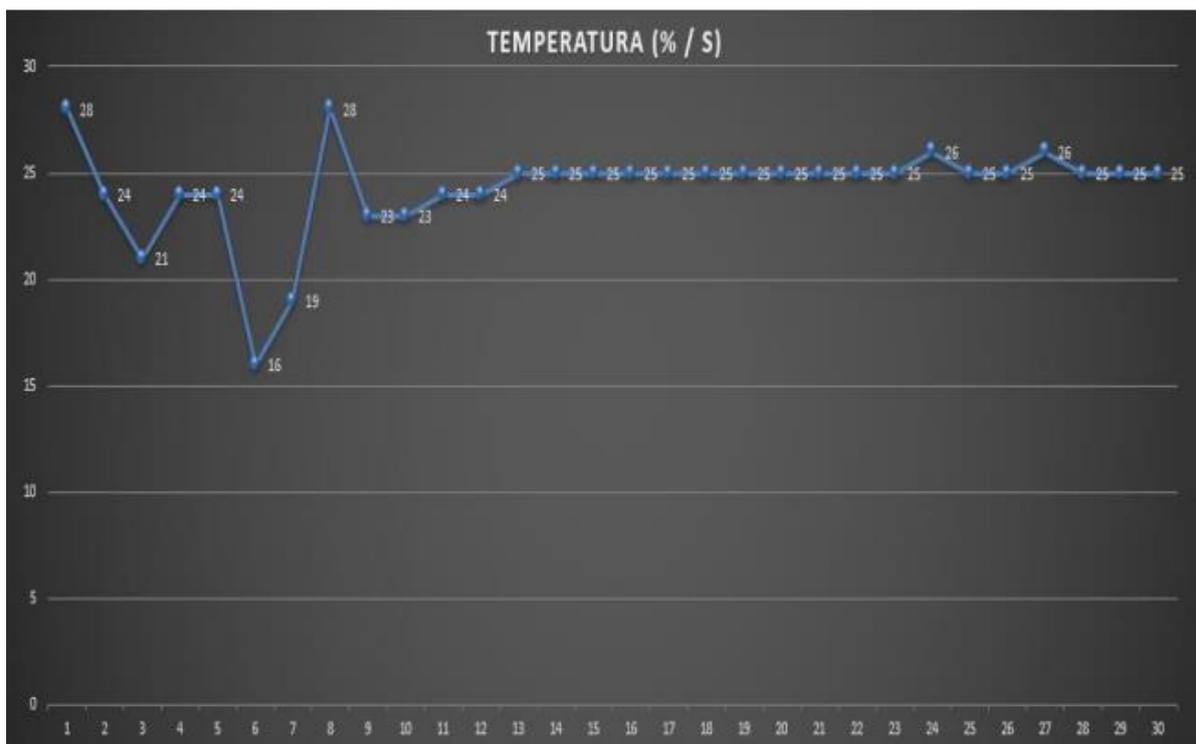
Após a instalação da mangueira nas laterais internas da estufa, ao acionar a bomba, o fluxo de água que percorria por quase toda a mangueira demorava para chegar até o final do percurso, havendo excesso de água em certas partes devido à falta de força d'água nos arredores internos da estufa.

Ao observar esta falha e qual seria a melhor forma para resolver este problema, surgiu a hipótese de uma bifurcação na mangueira para que o fluxo de água fosse distribuído ao mesmo tempo e com a mesma velocidade por todos os lados internos da estufa. Portanto foi anexado uma conexão tipo "T", utilizada no sistema de esguicho de limpadores de para brisas automotivos; logo após a instalação desta conexão em "T", o teste foi feito, obtendo êxito na distribuição da água por toda a extensão interna da estufa.

Quanto à temperatura, a princípio foi utilizado o sensor de temperatura tipo NTC, Elecrow modelo KY013, importado. Mas esse sensor possui o

elemento sensorial junto de um resistor fixo de 10 Kohm, não sendo possível ajustá-lo conforme o ambiente instalado o que dificultou a medição do valor coerente de temperatura. Portanto houve a necessidade de mudança. Foi substituído por outro sensor cujo modelo LED1 do fabricante GBK Robotics com valor fixo possuindo um trimpot de ajuste, aferindo o valor de temperatura com muito mais precisão. O valor nominal do sensor de temperatura NTC 10K foi ajustado a 23°Celsius, sendo assim o Termistor 10K mostrou-se ideal na atuação das temperaturas na faixa de -55 a +125, conforme a figura 7 a seguir:

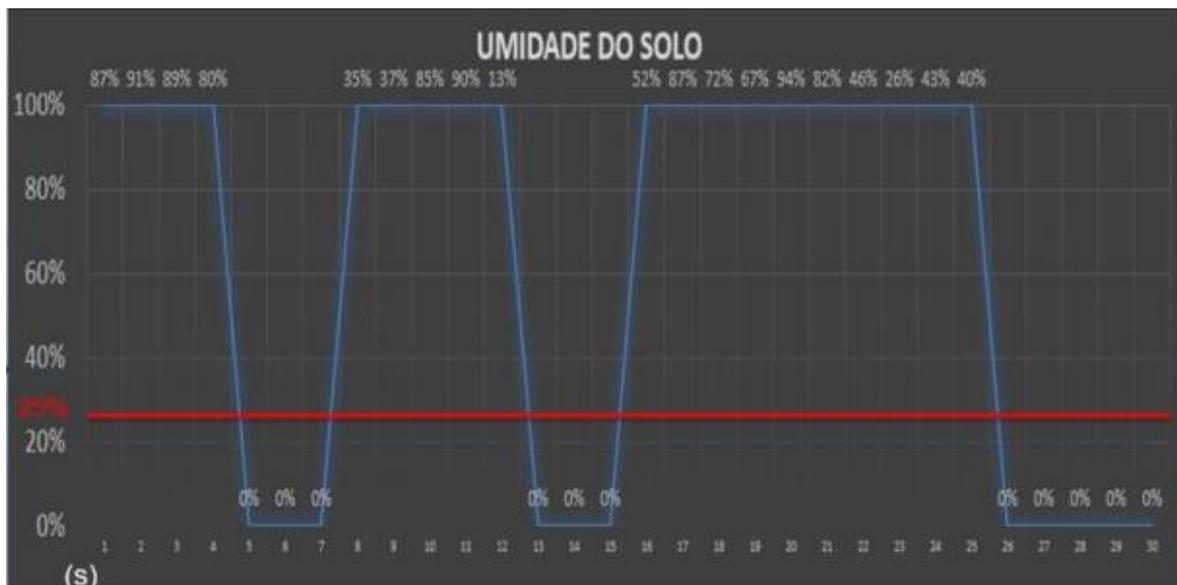
**Figura 7 – Controle de Temperatura da Estufa.**



**Fonte:** Autoral (2019)

Após a colocação do sensor de umidade no solo, foi feita a programação acima de 25% para que pudesse irrigar, evitando o encharcamento de água. Portanto, a bomba foi acionada executando a irrigação no solo conforme esperado. Assim a cada 1 segundo obteve-se o percentual gerado pelo gráfico, permitindo o monitoramento da umidade do solo através das medições em relação ao tempo versus percentual de umidade, e assim, quando o solo estava irrigado, o percentual ficava em 0% conforme a figura 8 a seguir.

Figura 8 –Controle de Umidade da Estufa.



Fonte: Autoral (2019)

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estufa funcionou de forma esperada, desde a programação até a parte elétrica com seus componentes atuando na comunicação, garantindo um controle prático e objetivo, como mostrado nos testes desde o aquecimento, o resfriamento, acionamento das ventoinhas, conforme a programação utilizada.

Com algumas dificuldades durante a construção do protótipo, pode-se dizer que o maior desafio foi na parte da programação do Arduino com testes e ajustes da programação. Houve também dificuldade no resfriamento no ambiente interno pois existem poucos métodos para a realização dessa tarefa.

Este projeto oferece várias oportunidades de melhorias para continuação de seu desenvolvimento, podendo aperfeiçoar o sistema de luminosidade, irrigação e temperatura; aplicativos com novas tecnologias, levando em conta custo x benefícios; implementação da aplicação do conceito de Internet das Coisas (IOT) permitindo o monitoramento em qualquer lugar que se esteja, desde que tenha acesso a internet. Como sugestão de melhorias pode-se adicionar um sensor que acuse baixa quantidade de CO<sub>2</sub> no interior da estufa, pois a planta precisa de uma faixa em torno de 1500ppm para fornecimento da fotossíntese. Também pode-se adicionar um sensor para verificação da

quantidade de água na terra das plantas e inovar com um sensor que calcule a velocidade do transporte de água internamente das plantas.

## REFERÊNCIAS

Arduino. Site Oficial. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em 23/05/2019.

BAUDRILLARD, J. (1995). A Sociedade de Consumo. Lisboa, Editora Edições 70.

**MATHIAS**, João; 2018. Pimenta Dedo de moça - Revista Globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2018/04/como-plantar-pimenta.html>>. Acesso em 17/04/2018.

**MATHIAS**, João; 2017. Como Plantar Hortelã - Revista Globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2017/03/como-plantar-hortela.html>>. Acesso em 15/04/2018.

**MATHIAS**, João; 2018. Como plantar Salsinha - Revista globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2018/11/salsinha.html>>. Acesso em 15/04/2018.

Repositório da Produção Científica e intelectual da Unicamp, disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/26697>>. Acesso em 20/03/2018.

**ROCHA**, Júlio Cesar; **ROSA**, André Henrique; **CARDOSO**, Arnaldo Alves. Introdução À Química Ambiental- 2ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2009.