

Automação na agricultura: tecnologia acessível aos pequenos produtores rurais

Alan Vinicius de Sousa^a e Rodrigo Vilela da Rocha^b

Resumo: A utilização de recursos tecnológicos auxilia cada vez mais a produção agrícola, porém ainda não é uma realidade acessível a todos, visto que, grande parte dos recursos disponíveis no mercado atualmente são de custos elevados. Sendo assim, muitos produtores mantêm seu cultivo de modo manual, sem auxílio de equipamentos mecânicos e eletrônicos o que pode acarretar inúmeros problemas para a produção e também reduzir a qualidade do produto final. Para reverter esta situação, este artigo busca auxiliar o agricultor por meio da implementação de um sistema de automação dos processos que ainda são manuais de forma efetiva com custo acessível, a fim de auxiliar o pequeno produtor no seu cultivo, de modo a aumentar a produtividade e reduzir o desperdício de insumos de forma sustentável. A metodologia utilizada consiste em pesquisa bibliográfica e criação de protótipo com custo de implementação reduzido que utiliza Arduino, sensores e atuadores para a automação. Por meio da leitura dos dados coletados pelos sensores, são tomadas medidas para intervir nos parâmetros internos, tais como iniciar a irrigação, iluminação artificial ou injeção de nutrientes, a fim de manter o ambiente ideal para o melhor desenvolvimento do cultivo.

-
- a Mestrando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. E-mail: alan.sousa@fatec.sp.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2879-0345>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9524311478384966>.
- b Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. Professor na Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente. E-mail: rodrigo.rocha8@fatec.sp.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-2411>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7521055777008213>.

Palavras-chave: Automação. Dados. Pequeno produtor. Sustentabilidade.

Automation in agriculture: technology accessible to small rural producers

Abstract: The use of technological resources increasingly assists agricultural production, but it is not yet a reality accessible to all, since most of the resources available on the market today are of high costs. Thus, many producers maintain their cultivation manually, without the aid of mechanical and electronic equipment, which can cause numerous problems for production and also reduce the quality of the final product. To reverse this situation, this article seeks to assist the farmer through the implementation of an automation system for the processes that are still effectively manual at an affordable cost, in order to assist the small producer in his cultivation, in order to increase productivity and reduce input waste sustainability. The methodology used consists of bibliographic research and prototype creation with reduced implementation cost that uses Arduino, sensors and actuators for automation. By reading the data collected by the sensors, measures are taken to intervene in the internal parameters, such as starting irrigation, artificial lighting or injection of nutrients, in order to maintain the ideal environment for the best development of the crop.

Keywords: Automation. Data. Small Farmer. Sustainability.

1 Introdução

Nos dias de hoje podemos observar que a tecnologia vem sendo incorporada aos métodos de cultivo e produção agropecuária com o objetivo de aumento na produção e qualidade do produto (COUTINHO, 2010). São vários os usos da tecnologia no setor agrícola, seja para acompanhar os processos, ou até mesmo substituir a mão de obra por maquinários cada vez mais independentes controlados via software. Porém esta tecnologia disponível é uma alternativa restrita, devido ao alto custo de implementação ainda não é uma realidade para pessoas com menor poder aquisitivo, assim os pequenos produtores muitas vezes submetem-se às técnicas de cultivo rudimentares, por falta de conhecimento ou oportunidade.

O cultivo em áreas abertas depende muito dos fatores climáticos da região em que se situa tais como temperatura e umidade, além de estar sujeito a sofrer danos em possíveis eventos climáticos (GIRALDELI, 2020). Uma técnica muito utilizada para evitar esses possíveis fenômenos é o fato de cultivar em estufas que por sua vez tem a função de equilibrar um ambiente interno para que as plantas não sejam afetadas diretamente por possíveis variações climáticas.

Esta técnica do cultivo protegido, unida às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), possibilita a implantação de um ambiente artificial monitorado, por meio de um projeto que utiliza Arduíno sensores e atuadores que controla a plantação,

deixa o ambiente mais agradável possível em relação a temperatura, umidade do solo ou injeção de nutrientes.

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema eletrônico capaz de melhorar e otimizar a produção agrícola e reduzir desperdícios. Trata-se de uma estufa que utiliza automação com o uso da plataforma Arduino juntamente a sensores e atuadores, a fim de prover iluminação artificial, injeção de nutrientes e irrigação. Este projeto tem como objetivo ser de baixo custo a fim de disponibilizar tecnologia para quem ainda trabalha de modo manual, visto que, o pequeno produtor também tem a necessidade de aprimorar seu cultivo.

2 Cultivos em estufas

Um cultivo protegido por estufa é caracterizado por uma estrutura fechada que possibilita um melhor controle e proteção de possíveis fatores climáticos como: variação de temperatura, umidade, radiação solar entre outros. Corroborando com esta ideia Glória et al. (2015) salienta, que as estufas permitem o controle de temperatura e umidade do ambiente fechado, e com isso podem cultivar-se vegetais de qualquer tipo e em qualquer época do ano, já que é possível imitar o clima preciso que o vegetal necessita para seu melhor rendimento.

A automação de uma estufa (ilustrada na Figura 1) pode contribuir com a redução de possíveis desperdícios de água e fertilizantes, bem como, favorecer aumento da produção em um mesmo espaço, conseqüentemente proporcionar, ao produtor, cultivos bem-sucedidos. De acordo com Lima (2014), o cultivo

em estufas é uma forma de produção sustentável que eleva a produtividade e qualidade dos produtos, e consequentemente a lucratividade sem que haja impacto ao meio ambiente e riscos ao setor.

Figura 1 – Exemplo de estufas



Fonte: Retirado de Zanatta (2020).

Com a união da técnica de cultivo em estufas e a automação, é possível desfrutar de um monitoramento preciso e eficaz, em que são feitas coletas de dados a fim de efetuar verificações em busca de algum indicador que possa prejudicar o desenvolvimento do produto e suas determinadas ações corretivas para ajustar os parâmetros internos aos níveis saudáveis para o plantio.

O uso de sistemas automatizados em estufas cresce ano após ano, pois os grandes produtores rurais buscam tecnologia a fim de reduzir mão de obra, facilitar o controle de pragas, diminuir a possibilidade de erros comuns ou até mesmo de eventos climáticos extremos e principalmente reduzir custos financeiros. (SOUSA, 2020, p.9).

De acordo com Silva, Silva e Pagiuca (2014), nem todo hortifrúti é viável economicamente em cultivo protegido. É importante escolher culturas com alto valor agregado. Deste modo, optou-se pela escolha do cultivo da morangueira para plantio neste trabalho, que por sua vez, têm um desenvolvimento rápido e lucrativo.

O cultivo de morangos tem se expandido pelo país ao longo dos anos, da mesma forma, vem sendo valorizado em função do avanço tecnológico em criação de novas variedades, técnicas de manejo e produção. Corroborando com essa ideia, Freitas (2019) salienta o cultivo do morangueiro está em expansão no Brasil, graças ao grande retorno econômico que oferece. A produção nacional é estimada em torno de 140 mil toneladas por ano em mais de 3,5 mil hectares de cultivo.

Com relação à seleção da hortalíça a ser produzida, esta interfere na escolha do solo e composição da solução nutritiva, pois cada planta tem sua própria exigência de nutrientes. Sabendo disso, a escolha correta dessas variáveis também será muito importante na hora de iniciar o projeto (SOUSA, 2020, p.9).

3 Fertilização do solo

Para realização de um plantio saudável a preparação do solo é indispensável pois a taxa de sucesso varia de acordo com vários aspectos, entre eles, substratos orgânicos e minerais. Segundo Hendler (2018), a fertilização do solo é o processo que consiste na aplicação de fertilizantes, também conhecidos como adubos, em uma área de plantio para repor os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos cultivos.

De acordo com Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR (SENAR, 2012), os nutrientes minerais exigidos pelas plantas são: nitrogênio; fósforo; potássio; cálcio; magnésio; enxofre; boro; zinco; molibdênio. Em alguns cultivos pode ser necessária, também, a adubação com manganês, ferro e cobalto.

A técnica do uso de adubos e outros fertilizantes pode garantir o desenvolvimento saudável da planta, e com isso a produção tem uma melhor qualidade final. Estes adubos podem ser aplicados na superfície do solo, injetados por canos ou até mesmo ser combinado, de forma líquida, com a irrigação, tal técnica conhecida como fertirrigação.

Quando o solo não é capaz de fornecer os elementos essenciais para a planta, a utilização de fertilizantes torna-se uma opção. Quando os solos são pobres em nutrientes, necessitam de adaptações para o cultivo. Nesse sentido, várias técnicas agrícolas foram desenvolvidas para alterar o solo e adequá-lo para as plantações (HUSQVARNA, 2015). Uma destas técnicas que podemos considerar é a utilização de recursos artificiais como

soluções nutritivas composta por elementos químicos em uma ou várias concentrações no manejo do solo.

4 Materiais e métodos

A metodologia utilizada neste trabalho é dividida em três partes: pesquisa bibliográfica sobre o assunto abordado e sobre os componentes necessários para a automação, criação do protótipo e por último realizar testes para a validação da solução implementada.

A automação é um sistema em que processos são controlados de forma mecânica ou eletrônica baseado em um conjunto de técnicas que têm como objetivo, por meio de informações recebidas de outros componentes como sensores, executar ações que influenciarão o meio ao qual atua. (ROSÁRIO, 2009).

Com base no conceito estudado sobre o tema de automação, deu início ao projeto com um levantamento dos componentes necessários para a automação. Deve-se lembrar que para a conexão e comunicação desses componentes, utiliza-se fios e uma placa de conexão chamada de *proto-board* que sua única função é facilitar a prototipação sem a necessidade de soldas.

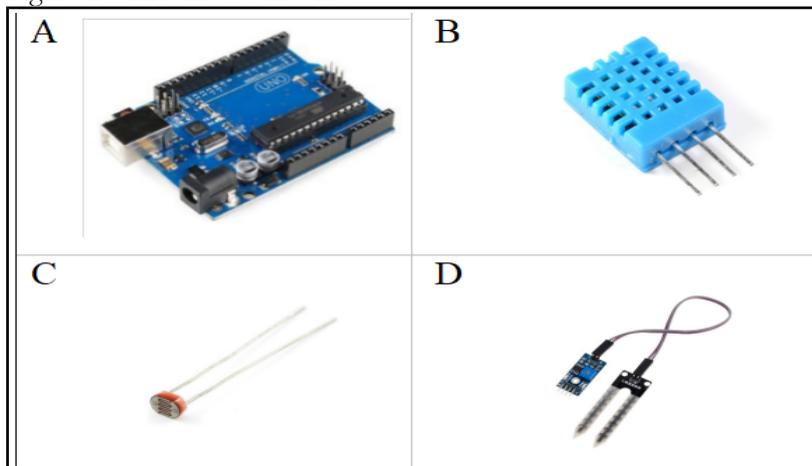
O primeiro componente a ser citado é o microcontrolador, este componente é responsável pelo funcionamento da automação, pois é nele que são definidos os processos para que o mesmo gerencie todos os outros componentes a ele ligado. Neste trabalho será utilizado o Arduíno (Figura 2-A), um dispositivo de prototipagem eletrônica, composto por um microcontrolador e

portas de entrada e saída que são utilizadas para interagir com outros componentes a ele ligados por meio de fios condutores de energia (MCROBERTS, 2011).

O DHT11 (Figura 2-B) é composto por dois sensores, temperatura e umidade, termistor do tipo NTC e HR202 respectivamente, a comunicação com o microcontrolador é feito por um sinal serial que contém a leitura dos sensores internos, estas leituras podem variar entre 0 a 50 Celsius de temperatura e 20 a 90% para umidade (FILIPEFLOP, 2020).

LDR (Figura 2-C), também conhecido como sensor de luminosidade, é um resistor que varia sua resistência de acordo com a intensidade de luz que incide sobre o componente, quanto mais luz, menor será a resistência, e vice-versa.

Figura 2 – Arduino e sensores

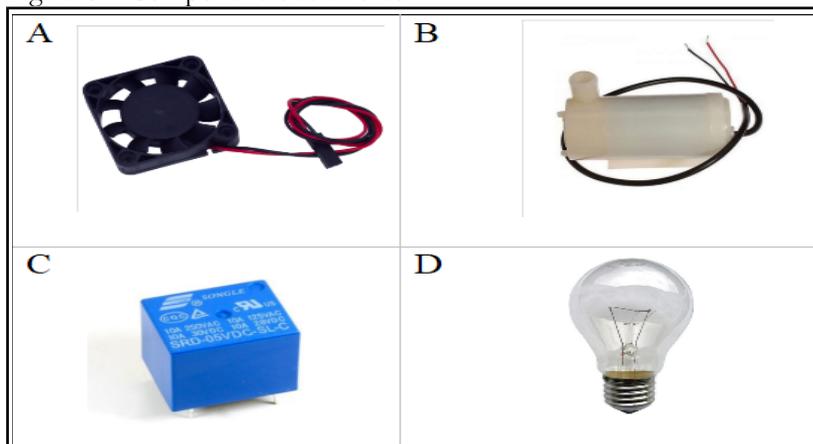


Fonte: Elaborado pelos autores com base em FILIPEFLOP (2020).

O sensor de umidade do solo (Figura 2-D), como o próprio nome já sugere, tem a função de verificar a quantidade de umidade no solo. Sua comunicação com o microcontrolador é feita por uma porta digital ou analógica, informa dados de estado alto e baixo, solo seco e solo úmido respectivamente. É possível ajustar os limites por meio de um potenciômetro presente no corpo do sensor.

O exaustor (Figura 3-A) é um componente que opera convertendo energia elétrica em energia cinética, e sua função é direcionar o ar para outro ambiente, regulando a temperatura.

Figura 3 – Componentes atuadores



Fonte: Elaborado pelos autores com base em FILIPEFLOP (2020)

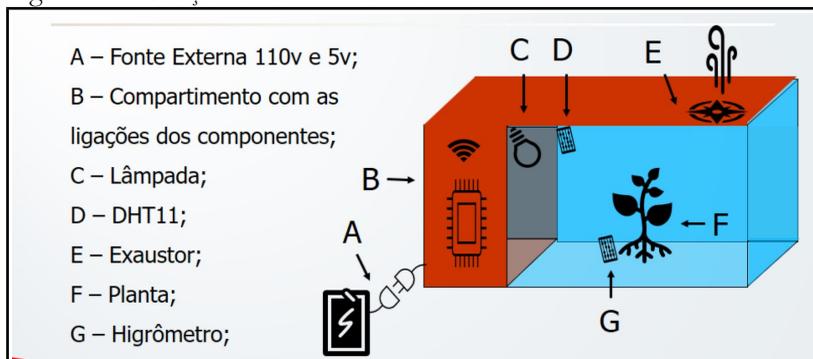
Outro componente que também opera com energia cinética é a bomba de água (Figura 3-B), com a rotação de um mecanismo interno que é utilizado para impulsionar fluidos por meio de

canos por meio da transformação de energia cinética de rotação em energia hidrodinâmica.

O Relé (Figura 3-C) é um componente que serve como um interruptor eletromecânico. É responsável pela mudança de estado dos contatos, ou seja, fecha o circuito entre os contatos de maior tensão, capaz de ativar componentes e aparelhos que operam em 110v ou 220v. Sendo necessário para efetivar a ação de liga e desliga do último componente atuador, a lâmpada incandescente (Figura 3-D), que por sua vez emite luz com o aquecimento do fio de tungstênio presente em seu interior.

A Figura 4 apresenta um esboço que ilustra a disposição de sensores e atuadores necessários para a automação do projeto proposto. As conexões ficaram dentro do compartimento externo (B), para melhor proteção do circuito elétrico.

Figura 4 – Esboço da estufa automatizada



Fonte: Elaborado pelos autores.

5 Resultados

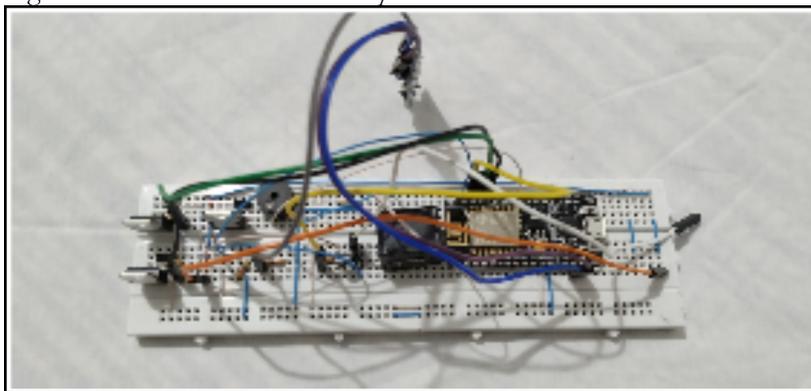
Primeiramente foi feita a aquisição de todos os componentes necessários para automação, acompanhado de fios de conexão e resistores. Em seguida, deu-se início a realização de testes em cada sensor e atuador separadamente e juntamente já foi feita a programação responsável pela comunicação em trechos de código conhecidos como funções ou métodos.

Logo após a finalização dos testes unitários, foi feita a programação base que é responsável por conter a regra parametrizada para o acionamento dos atuadores a partir dos dados coletados pelos sensores. Nessa etapa cria-se um código principal que fará o acesso aos trechos de código designado para cada componente, para obter dados ou executar ações físicas.

Com o código pronto e devidamente testado com os componentes, foi feita toda a prototipagem eletrônica sobre a *proto-board*, com seus devidos elementos interligados por fios de cobre para o funcionamento do circuito elétrico, como pode-se observar na Figura 5, porém alguns sensores e atuadores foram conectados posteriormente para facilitar a instalação na estufa. Grande parte dos componentes operam em 5v, sendo assim não é necessária uma fonte de energia externa, pois as portas de comunicação do Arduíno suprem essa necessidade de tensão. Porém a lâmpada incandescente necessita de uma tensão de 110v e por isso observa-se que o módulo relé recebe uma fonte de energia a parte trazida por fios de maior espessura para não haver quaisquer riscos que poderiam ser derivados de

superaquecimento na fiação por operar com uma espessura irregular.

Figura 5 – Circuito eletrônico na *protoboard*



Fonte: Elaborado pelos autores.

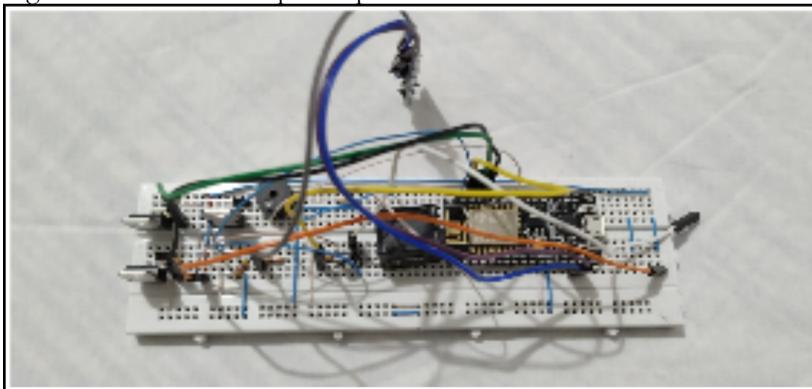
Em sequência, iniciou-se a implementação da estrutura da estufa, foi adquirido uma estrutura em vidro 4 mm de espessura possui como medidas 35 cm de altura, 45 cm de comprimento e 25 cm de largura que fará o papel da estufa que é manter a temperatura umidade interna com mais facilidade, além de ter as laterais transparentes para melhor visualização interna.

Para armazenar os recipientes de água e nutrientes e também o circuito eletrônico principal, que está montado sobre a *protoboard* com suas devidas conexões ao Arduino, sensores e atuadores, foi elaborado um compartimento em madeira MDF de 3 mm de espessura, com medidas semelhantes à do aquário com uma base inferior para que seja acoplada externamente de forma

simétrica a estrutura em vidro como pode ser observado na Figura 6.

Também foi produzida uma tampa para deixar o ambiente fechado, e dependente somente das ações que a automação fará. Após a estrutura base prontamente finalizada, o passo seguinte foi instalar os componentes, tais como sensores e atuadores na parte interna da estufa, bem como os canos de irrigação e injeção de nutrientes e por último o exaustor fixado na tampa.

Figura 6 – Estrutura do protótipo



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Arduino e seus dispositivos operam em 5v, porém a lâmpada incandescente necessita de 110v; para este caso foi necessário a utilização de um relé composto por quatro terminais, que funciona como um interruptor liga e desliga, o qual ao receber o comando do Arduino, fecha o circuito entre os terminais de 110v. Foram ligados dois dos terminais do relé,

sendo eles de comando, ao Arduíno, sendo um deles, em alguma entrada 5v e outro no ‘terra’ (GND); já nos outros terminais do relé, de operação, um recebeu a tensão positiva 110v da tomada, enquanto o outro terminal de operação o negativo da tomada serão conectados a lâmpada.

A disposição dos componentes internos, tais como sensores e atuadores, ficaram da seguinte forma: a lâmpada fixada na lateral do aquário em que está acoplada a caixa externa; o sensor de umidade e temperatura DHT11 para não receber interferência térmica da lâmpada, foi necessário fixá-lo em algum dos outros cantos da estrutura, porém, em lado oposto ao exaustor, pois além de não correr riscos de danificá-lo ao efetuar a irrigação, há uma melhor precisão na coleta dos dados referentes à umidade do ambiente (Figura 7).

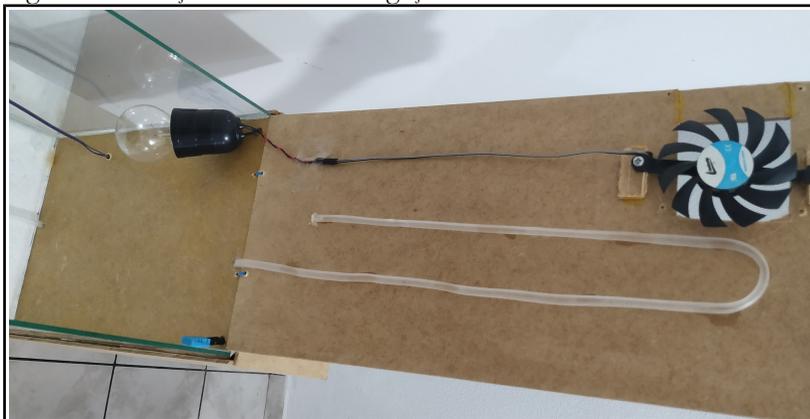
Figura 7 – Disposição dos componentes internos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Já à disposição dos canos de irrigação (Figura 8), estes para abranger todo o espaço plantado para umedecer o solo de forma uniforme, foram feitas voltas com o cano em formato “U”, fixados na parte superior, na tampa.

Figura 8 – Fixação do cano de irrigação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para os canos de injeção de nutrientes, da mesma maneira que os canos de água, porém, desta vez, por baixo da terra, o mais próximos possíveis de onde serão plantadas as mudas, acompanhada do sensor responsável pela coleta de dados referente à umidade do solo.

Os recipientes que armazenarão água e nutrientes e suas respectivas bombas foram fixados no compartimento externo, e conectados aos seus canos já fixados no ambiente interno da estufa.

Após a estrutura do projeto finalizada, em seguida foi feito o plantio da muda, com a utilização de solo já preparado (Figura 9). De acordo com Silva, Silva e Pagiuca (2014), nem todo hortifrúti é viável economicamente em cultivo protegido. É importante escolher culturas com alto valor agregado. Com relação à seleção da hortaliça a ser produzida, optou-se pela escolha do cultivo da morangueira, que por sua vez, têm um desenvolvimento rápido e lucrativo.

Figura 9 – Projeto finalizado



Fonte: Elaborado pelos autores.

5.1 Testes e validação

Com a finalização da implementação da estufa e do plantio da muda de morango. Iniciou-se os testes práticos para averiguar o funcionamento do mesmo, a fim de verificar todos os objetivos propostos pelo trabalho e analisar seus devidos resultados.

Antes de iniciar a interação dos componentes, foi necessário testar a conectividade com o sistema, de forma que fosse possível estabelecer a conexão para efetuar a troca de informações entre o hardware e o software. Foram realizados testes de forma individual de cada sensor e atuador, com intuito de apurar sua funcionalidade e a maneira como se comporta dentro da estufa.

Em seguida foram parametrizados os valores mínimos e máximos de cada sensor que o sistema utilizará no controle da estufa para ativar os atuadores e assim manter o ambiente ideal para o cultivo do morango. A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura é em média 22 °C, sendo uma cultura sensível ao fotoperíodo, sendo necessária a boa escolha do cultivo (NETTO, 2017). Neste passo, os valores informados foram: 13 °C a 22 °C, mínimo e máximo respectivamente para temperatura, 20% a 60% umidade do solo, 20% a 80% umidade do ar e uma média de 50% de luminosidade durante oito horas diárias.

A injeção de nutrientes e água foram revisados sendo que a nutrição é aplicada uma vez a cada sete dias. “A solução nutritiva deve ter pH entre 5,5 e 6,5 e pode ser elaborada a partir da mistura dos nutrientes nitrogênio, magnésio, óxido de potássio, fósforo, enxofre, cobre, manganês e zinco” (NETTO, 2017, p.23).

Feito essa configuração inicial, a estufa estava apta para funcionar, foi então iniciado o programa no microcontrolador. Verificou-se como primeiro parâmetro que o solo registrou uma

baixa percentagem de água, portanto deu-se início ao sistema de atuação da irrigação, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Atuação da irrigação



Fonte: Elaborado pelos autores.

A irrigação por método de gotejamento se mostrou eficaz, sem encharcar o solo em um único ponto, pois como ocorre de forma lenta, a água se espalha pelo solo praticamente uniforme. Até atingir os limites parametrizados, a irrigação ficou ativada por 5 minutos, então veio a desligar o comando enviado por meio do sistema. Que em seguida ativou o exaustor por um momento para regular a umidade do ambiente interno da estufa.

Devido à baixa taxa de luminosidade durante o dia nublado e ao local em que a estufa foi instalada, a taxa média de luminosidade não foi alcançada, então ao final da tarde foi

ativado o atuador de luminosidade como previsto para cumprir a quantidade necessária diária para a planta.

Como a lâmpada adquirida para a estufa aquece, para o auxílio da fotossíntese da planta, a temperatura do ambiente também aumenta, registrando níveis necessários para a atuação do exaustor após alguns minutos com a lâmpada ligada. Ambos trabalharam simultaneamente durante um longo período.

Por fim, o projeto se mostrou condizente com o proposto e funciona de forma efetiva na automatização dos processos de cultivo, assim como apresentado na Figura 11.

Figura 11 – Monitoramento final



Fonte: Elaborado pelos autores.

O trabalho apresentado mostrou-se eficaz nas características e necessidades de uma estufa automatizada e pode auxiliar o produtor rural no processo de cultivo ao aplicar o projeto em grande escala. Por se tratar de um sistema totalmente adaptável é possível parametrizar as variáveis de acordo com o produto a ser

cultivado, a fim de manter o ambiente ideal para o plantio. Além da possibilidade de integrar métodos sustentáveis, como captação de água da chuva para a irrigação ou tanque de compostagem orgânica para substituir fertilizantes químicos na injeção de nutrientes para reduzir ainda mais os custos com insumos que o produtor necessita em seu cultivo.

6 Considerações finais

A agricultura em nosso país gera a maior parte dos alimentos que são consumidos, por isso o objetivo atingido neste projeto de automação de estufa mostrou-se muito eficaz para os produtores rurais, diminui drasticamente a necessidade do manejo e mão de obra para o cultivo. Garante assim uma melhor fonte de renda para o produtor e sucesso na produção de alimentos para o sustento da população.

Por ser um processo automatizado, implica consideravelmente em questão de sustentabilidade, gerando diminuição de custos por meio da economia de recursos utilizados, sejam eles água, nutrientes, mão de obra e espaço, além de evitar gastos com soluções para pragas que possam vir a agredir o meio ambiente. (FERNANDES; PREUSS; SILVA, 2017).

Em relação a sustentabilidade podemos ressaltar também que a automação de estufa apresentada neste trabalho utiliza somente atuadores elétricos, isto contribui com o meio ambiente, pois os motores a combustão de máquinas agrícolas utilizadas na

irrigação e na aplicação de agrotóxicos para o controle do plantio emitem gases poluentes na atmosfera.

Ao final foi possível analisar que o projeto criado funcionou como planejado e atendeu todos os objetivos estabelecidos, permitindo a criação de um sistema automatizado para auxiliar os produtores de forma efetiva, eficaz e com baixo custo de implementação. Que permite o mesmo a realizar investimentos com curto prazo de retorno pela economia de insumos utilizados durante o processo de cultivo automatizado. O projeto desenvolvido permite ainda que o mesmo possa ser utilizado em outros segmentos na agricultura, já que basta ser parametrizado de acordo com a planta ou vegetal a ser cultivado, além de possível adaptação para ambientes maiores.

Referências

COUTINHO, F. Tecnologia na agricultura. **CulturaMix**, 2020. Disponível em: <http://meioambiente.culturamix.com/agricultura/tecnologia-na-agricultura>. Acesso em: 23 ago. 2020.

FILIFELOP. **Sensor de umidade e temperatura DHT11**. FilipeFlop Componentes Eletrônicos, 2020. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

FERNANDES, D. G.; PREUSS, E.; SILVA, T. L. **Sistema automatizado de controle de estufas para cultivo de hortaliças**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação

em Sistemas de Informação) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12958?show=full>. Acesso em: 22 ago. 2020.

FREITAS, C. A. **Sabor e lucro sobre a bancada**. 2019. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/frutas-de-clima-temperado/sabor-e-lucro-sobre-a-bancada.,317062.jhtml>. Acesso em: 26 out. 2020.

GIRALDELI, A. L. **Qual a relação entre clima e agricultura?** 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/relacao-entre-clima-e-agricultura/>. Acesso em: 26 out. 2020.

GLÓRIA, L. P. *et al.* **Estufa Climatizada**: ter sua plantação sem preocupação. 2015. Disponível em: <http://www.jorgestreet.com.br/wp-content/uploads/2017/08/Estufa-Climatizada.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

HUSQVARNA. Fertilização do solo é importante para o desenvolvimento do seu negócio agrícola. 2015. Disponível em: <http://www.mundohusqvarna.com.br/assunto/fertilizacao-do-solo-e-importante-para-o-desenvolvimento-do-seu-negocio-agricola/>. Acesso em: 26 ago. 2020.

HENDLER, A. Fertilização do solo: o que é? Qual importância?. **Irrigati**, Cruzeiro do Sul, 2018. Disponível em:

<https://www.irrigat.com.br/fertilizacao-do-solo-o-que-e-qual-importancia/>. Acesso em: 26 ago. 2020.

LIMA, F. A., **Cultivo de morango em ambiente tipo telado, sob manejos diferenciados de irrigação e de fertilização orgânica, nas condições climáticas de Fortaleza, Ceará.** 2014. Dissertação (Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10567/1/2014_dis_fali_ma.pdf. Acesso em: 26 ago. 2020.

MCROBERTS, M. **Arduino básico.** Tradução de Zanolli, R. São Paulo: Novatec, 2011.

NETTO, J. F. **Produção de morangos sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido.** 2017. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/2184/1/JACINARA%20FRESINGHELLI%20NETO-2017.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Hortaliças: cultivo de hortaliças folhosas.** Brasília-DF: SENAR, 2012. p. 164.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo Protegido. **Hortifrúti Brasil.** 2014. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

SOUSA, A.; ROCHA, R. O uso da automação para aprimorar o cultivo do pequeno produtor. **RECoDAF**: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã 2020.

Disponível em:

<http://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/116>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ROSÁRIO, J. M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.