



O uso da automação para aprimorar o cultivo do pequeno produtor

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

Resumo: O presente trabalho busca automatizar os processos que ainda são manuais, com foco em elevar a taxa de sucesso de produção por meio de um sistema simples e eficaz que visa o aumento de produtividade e redução de desperdícios. A metodologia utilizada consiste em pesquisa bibliográfica sobre o assunto abordado e criação de protótipo com custo de implantação reduzido que utiliza Arduino, sensores e atuadores para a automação. Por meio da leitura dos dados coletados pelos sensores, serão 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 da planta. O produtor também terá um maior controle ao decorrer do cultivo, pois serão

a Estudante de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo. alan.sousa@fatec.sp.gov.br

b Mestre em Ciência da Computação. Professor na FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo. rodrigo.rocha8@fatec.sp.gov.br
<https://orcid.org/0000-0001-7234-2411>

apresentados relatórios obtidos por meio da coleta de dados extraídos, para lhe auxiliar nas tomadas de decisões.

Palavras-chave: Arduino. Sensores. Nutrientes. Produção agrícola.

The use of automation to improve the agricultural production of small farmer

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

Abstract: The present paper aims to automate the processes that are still manual, focusing on increasing the production success rate through a simple and effective system that aims to increase productivity and reduce waste. The methodology used consists of bibliographic research on the subject and prototype creation with reduced implementation cost that uses Arduino, sensors and actuators for automation. By reading the data collected by the sensors, measures will be taken to intervene in the internal parameters, such as irrigation, artificial lighting or nutrient injection, in order to maintain the ideal environment for the best plant development. Producers will also have greater control over of cultivation, as reports obtained through the collection of extracted data will be presented to assist them in making decisions.

Keywords: Arduino. Sensors. Nutrients. Agricultural production.

a Undergraduate student in Technology in Systems Analysis and Development at FATEC – São Paulo State Faculty of Technology. alan.sousa@fatec.sp.gov.br

b Master in Computer Science. Professor at FATEC – São Paulo State Faculty of Technology. rodrigo.rocha8@fatec.sp.gov.br <https://orcid.org/0000-0001-7234-2411>

El uso de la automatización para mejorar el cultivo del pequeño productor

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

Resumen: El presente trabajo busca automatizar los procesos que aún son manuales, enfocándose en elevar la tasa de éxito de la producción a través de un sistema simple y efectivo que apunta a aumentar la productividad y reducir el desperdicio. La metodología utilizada consiste en una investigación bibliográfica sobre el asunto abordado y la creación de un prototipo con un costo de implementación reducido, que utiliza Arduino, sensores y actuadores para la automatización. Al leer los datos recopilados por los sensores, se tomarán medidas para intervenir en los parámetros internos, como iniciar el riego, la iluminación artificial o la inyección de nutrientes, a fin de mantener el entorno ideal para el mejor desarrollo de la planta. El productor también tendrá un mayor control sobre el curso del cultivo, ya que los informes obtenidos a través de la recopilación de datos extraídos se presentarán para ayudarlos en la toma de decisiones.

Palabras clave: Arduino. Sensores. Nutrientes. Productor.

a Estudiante de Licenciatura en Tecnología en Análisis e Desenvolvimento del Sistemas en la FATEC – Facultad de Tecnología de Sao Paulo. alan.sousa@fatec.sp.gov.br

b Maestría en Ciencias de la Computación. Profesor na FATEC – Facultad de Tecnología de Sao Paulo. rodrigo.rocha8@fatec.sp.gov.br
<https://orcid.org/0000-0001-7234-2411>

1. Introdução

Há muito tempo, o homem percebeu que não era mais necessário ir em busca de alimentos a longas distâncias, pois descobriu que podia cultivá-los em suas regiões onde habitavam, e assim iniciou-se as primeiras formas de agricultura. Com o passar do tempo, foram aprimoradas técnicas para ter uma taxa mais assertivas no seu cultivo, para assim aumentar a produção e até mesmo saber quais as épocas do ano que cada alimento tem uma melhor produção. (CRISPA, 2018)

Independentemente da estação ou clima da região, podem unir-se a tecnologia e às técnicas de cultivo, que vem sendo aprimoradas desde os tempos antigos, para adequar um ambiente artificial, como por exemplo uma estufa, também deixar o ambiente mais agradável possível para a planta, seja em relação à temperatura, umidade, solo ou nutrientes. Faz-se possível assim acelerar o crescimento e produção de melhores frutos. Na atualidade com a evolução da tecnologia a favor do ser humano, surgem invenções para auxiliá-lo e até mesmo automatizar essas atividades relacionadas à produção de alimentos.

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. Porém essa tecnologia tem um custo alto, principalmente para a implantação em todo território de cultivo, e ainda não é uma realidade para pessoas com menor poder aquisitivo.

Este artigo visa atender a pequenos produtores rurais, a fim de disponibilizar a tecnologia para quem ainda trabalha de modo manual. Com um sistema de automação simples e eficaz com custo de implantação reduzido que dispõe de sensores e atuadores para controlar os parâmetros internos e coletar dados para gerar relatórios que irão proporcionar uma melhor tomada de decisão,

um melhor rendimento de produção, reduzir taxa de desperdícios, elevar a taxa de sucesso e aumentar do lucro por dispor de produtos com melhor qualidade.

Para isso será desenvolvido um sistema para automatizar a produção de pequenas plantas e hortaliças, com foco em pequenos produtores. A pesquisa pretende controlar todo o crescimento do produto por meio de sensores, controlar a umidade e temperatura relativa do ambiente com a utilização de exaustores e lâmpadas incandescentes, controlar o crescimento da planta com emissão de luz artificial caso necessário, e sistema de irrigação e injeção de nutrientes intervalados por períodos pré-configurados.

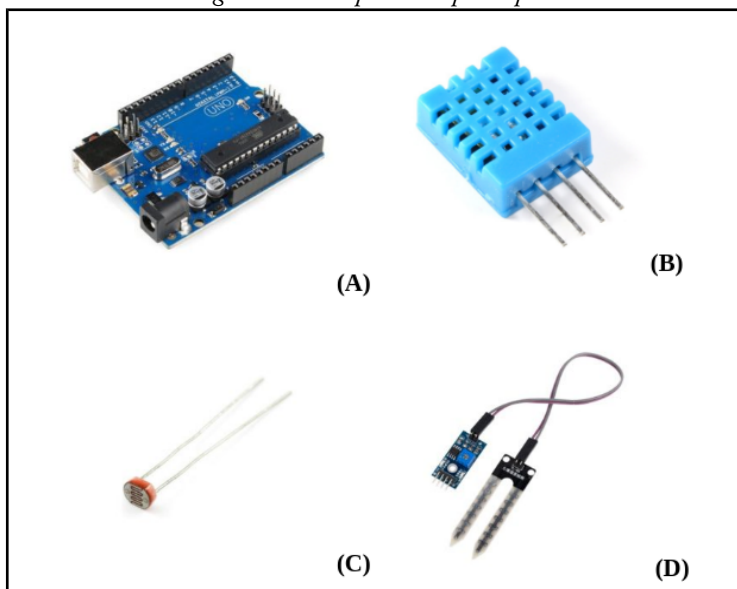
Tudo será possível após obter as informações extraídas mediante os cálculos executados com dados coletados, a fim de tomar ações corretivas. Essas informações são de suma importância, pois com elas é possível efetuar relatórios por períodos mensais contendo consumo elétrico, ações tomadas, quantidade de nutrientes injetados, entre outros. Também é possível gerar gráficos que auxiliam no acompanhamento de todo cultivo e permite o produtor tomar nota sobre algum fator, bem como seus resultados.

2. Componentes eletrônicos para automação

O conceito de automação dá-se a um sistema onde os processos são controlados e executados por meios mecânicos ou eletrônicos, é diferente de automatização apesar de ser complementar, pois automatização está ligado a realização de movimentos automáticos repetitivos, sinônimo de mecanização. A automação é composta por um sistema ativo baseado em um conjunto de técnicas, que têm como objetivo, por meio do uso de dados coletados pelos seus sensores, calcular a ação corretiva mais apropriada, a fim de proporcionar uma ótima eficiência sobre o meio qual atua. (ROSÁRIO, 2009)

Arduino é um dispositivo de prototipagem eletrônica (Figura 1A), projetado para ser o “cérebro” de projetos, sendo composto por um microcontrolador e portas de entrada e saída que são utilizadas para interagir com outros componentes a ele ligados através de fios condutores de energia (MCROBERTS, 2011).

Figura 1 – Componentes principais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por meio de uma conexão entre a placa e o computador, é possível programar o microcontrolador do Arduino. Para isso, utiliza-se uma IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) para desenvolver o código com a linguagem C/C++, após é compilado e transferido para o microcontrolador, que por sua vez, será responsável por captar dados pelos sensores e transformar em ações físicas pré-programadas.

O DHT11¹ (Figura 1B), é composto por dois sensores, temperatura e umidade, termistor do tipo NTC e HR202 respectivamente, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador por meio de um sinal serial de uma via. Suas leituras de temperaturas variam entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90%. (FILIPEFLOP, 201-b; 201-c)

LDR (Figura 1C), 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.

O sensor de umidade do solo (Figura 1D), é utilizado para verificar a variação de níveis de água no solo. Ligado a uma porta digital ou analógica ao Arduino, o dispositivo traz a informação entre estado alto e baixo, solo seco e solo úmido respectivamente. É possível ajustar os limites de verificação por meio de um potenciômetro presente no corpo do sensor.

O módulo ESP8266 (Figura 2A) é um módulo de comunicação WiFi que trabalha com baixo consumo de energia. A placa é composta por uma antena embutida, uma porta USB serial e saídas de comunicações digitais e analógicas para interação com outros dispositivos. É possível programar o módulo, pois ele possui seu próprio microcontrolador e uma memória flash de 4MB. A linguagem usada para programar esse módulo é Lua, ou também pode usar-se a IDE do Arduino (FILIPEFLOP, 201-a).

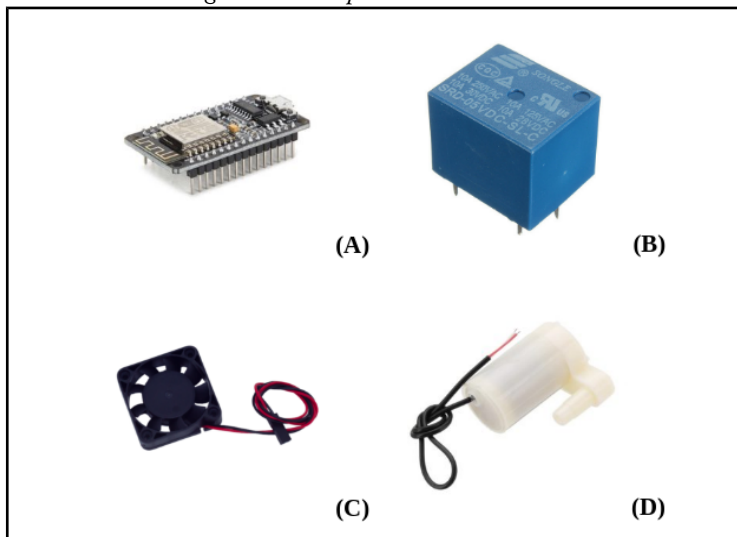
O relé (Figura 2B) é um componente que serve como um interruptor eletromecânico. É responsável pela mudança de estado dos contatos, ou seja, fecha o circuito entre os contatos de maior tensão. A sua tensão de operação é de 5VDC e suporta até 7A para tensões alternadas de até 250V.

O exaustor (Figura 2C), opera em 5V e sua

1 Sensor de umidade e temperatura integrado em um único encapsulamento com comunicação serial.

função é retirar o ar de determinado ambiente em direção a outro. E por último a bomba de água (Figura 2D), com a rotação de um mecanismo interno é utilizado para impulsionar fluidos através de canos.

Figura 2 – Componentes secundários



Fonte: Elaborada pelos autores.

3. Fertilização do solo

Como todo ser vivo, as plantas também necessitam de água e de nutrientes para sua subsistência, deste modo elas não se desenvolve normalmente se não obtiver a quantidade necessária para seu crescimento. (MORAES, c2019).

A maior parte do território brasileiro possui clima ideal para o cultivo de vários tipos de plantas, e conta também com um solo propício, rico em minerais e nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento delas. Porém cada planta possui sua exigência climática de temperatura, luminosidade e umidade, para seu melhor aproveitamento. Com tudo há locais que são pobres

nesses quesitos, e é nesse ponto que se pode utilizar a interferência de técnicas ou até mesmo com recursos artificiais para ajudar. (ALMEIDA, c2019)

Nessas técnicas pode mencionar-se por exemplo a irrigação para locais que possuem um solo seco, seja por falta de chuvas por longos períodos ou pelo tipo de solo. Como recursos artificiais, existem no mercado tipos de fertilizantes contendo um ou mais nutrientes químicos em várias concentrações, tendo como focos locais com solo pobre em nutrientes. Também são comercializados adubos orgânicos, que por sua vez, estão compostos por esterco e misturas de alimentos em decomposição.

“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.” (SENAR, 2012, p.73).

Ter uma preparação do solo é importante para o desenvolvimento da planta e a taxa de sucesso varia de acordo com a fertilidade do solo. A qualidade final do produto cultivado difere muito em virtude da adaptação ao clima e solo, pois podem perder seu potencial produtivo devido às agressões causadas pelo meio, e pode provocar até mesmo uma grande redução no tamanho e quantidade de frutos. (RICHTER, 2018).

É importante ressaltar que todo cultivo atende de maneira positiva as novas técnicas de cultivo, pois a automação do processo contribui para que não haja fatores que possam comprometer a planta. Deste modo é possível adotar medidas para manter de forma adequada a qualidade do produto.

Ao considerar, como por exemplo, uma produção de mudas de morango, existem alguns nutrientes que são indispensáveis para seu melhor desenvolvimento, a seguir (Quadro 1) são citados os principais nutrientes utilizados em soluções concentradas para

deixar o solo propício para o melhor crescimento da muda, e assim atuar na qualidade de produção do morango.

Quadro 1 – Concentração de nutrientes para o plantio de morangos

Nutriente	Nível de mg/dm ³
Boro	1 mg/dm ³
Cobre	2 mg/dm ³
Enxofre	25 mg/dm ³
Ferro	20 mg/dm ³
Manganês	20 mg/dm ³
Zinco	5 mg/dm ³

Fonte: Azevedo Filho e Tivelli (2017).

4. Metodologia

Esta pesquisa utiliza como base lógica o método dedutivo que explica o conteúdo estudado em premissas já publicadas, também busca satisfazer uma necessidade intelectual pelo conhecimento a respeito do assunto abordado. A abordagem da pesquisa se classifica como qualitativa e quantitativa, pois se utiliza recursos e técnicas do Arduino para a análise e o monitoramento da irrigação.

A metodologia utilizada está dividida em duas partes, pesquisa bibliográfica sobre o assunto abordado e criação de protótipo com custo de implementação reduzido tendo como principal componente a plataforma Arduino, a fim de automatizar o processo de cultivo. Mediante a programação será possível gerar e coletar dados por meio de sensores a fim de extrair informações relevantes para o produtor ter um maior controle sobre todo o cultivo.

Com a criação do protótipo é necessário levar em consideração o tipo de solo, tipo do cultivo, disponibilidade de água, disponibilidade de nutrientes, entre outros. Isto porque as

variáveis adequadas para o melhor desenvolvimento de uma planta variam de acordo com as suas necessidades.

Com a utilização do ambiente protegido as mudas não entram diretamente em contato com o sol, assim encontram-se protegidas da radiação e de outros fatores externos como: pragas, temperatura e vento.

Segundo os autores Silva, Silva e Pagiuca (2014), o cultivo protegido é uma técnica utilizada para permitir o controle de variáveis climáticas, sejam elas temperatura, umidade do ar, radiação solar e vento. Deste modo proporciona um aumento na eficiência produtiva e independente da estação do ano o desenvolvimento mantém-se equilibrado.

Realizar o cultivo em ambiente fechado vem sendo uma alternativa favorável, pois, além de diminuir a incidência de pragas também possibilita um aumento na produtividade e qualidade do produto gerado.

Sendo assim, a melhor escolha para desenvolver o projeto, é utilizar uma estrutura fechada que não recebe nenhuma interferência externa, para ser totalmente controlada por sensores e atuadores, a fim de deixar os parâmetros sempre estáveis.

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.

Com a automatização de estufas, é possível desfrutar de um monitoramento preciso e eficaz, que em determinado intervalo de tempo fará a coleta de dados para efetuar verificações em busca de algum indicador que possa prejudicar o desenvolvimento do produto. Caso ocorra alguma divergência, são tomadas medidas pré-configuradas para reverter a situação e normalizar os parâmetros internos automaticamente, o que não seria possível

5. Resultados

Ao realizar um levantamento de informações acerca do assunto, encontra-se muitos resultados com foco em automação para grandes produções e com custos elevados, mas também há pesquisas direcionadas ao pequeno agricultor. Algumas destas pesquisas foram usadas como base para estudo comparativo.

Os trabalhos pesquisados, conforme Quadro 2, têm em comum o desenvolvimento de estufa com a utilização de Arduino para efetuar a automação com sensores e atuadores. Entretanto, a abordagem de Fernandes, Preuss e Silva (2017), ainda considera a implementação de um sistema Android somente para monitoramento em tempo real, já a abordagem de Azevedo (2016) utilizou uma mistura de hidroponia com o controle e monitoramento de estufa. Por último e não menos importante a abordagem de Santos, Amatuzzi e Salvestro (2018) é baseada no cultivo indoor para ambientes pequenos, por exemplo, casas ou lojas de forma decorativa.

O diferencial deste trabalho é oferecer além de um controle e monitoramento preciso de todo processo de cultivo, como também injetar nutrientes no solo de forma automática, evitar ao máximo a necessidade de mão de obra para restabelecer quaisquer parâmetros e oferecer, ao pequeno produtor, subsídios com informações por meio de relatórios para a tomada de decisão de uma forma precisa.

Para iniciar o projeto, além da disposição de ferramentas, materiais e energia elétrica, é de fundamental importância a escolha do local onde será construída a estufa, como também a qualidade do solo, o tipo de fertilizante, a variedade da hortalica e se receberá a interferência de algum fator externo como, por exemplo, luz solar.

Com relação à seleção da hortalica 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.

Quadro 2 – Estudo comparativo de trabalhos relacionados a construção de estufa com tratamento de dados

Características	Fernandes, Preuss e Silva (2017)	Azevedo (2016)	Santos, AmatuZZi e Salvestro (2018)	Solução Desenvolvida
Sensor de Luminosidade	Sim	Sim	Não	Sim
Sensor de Temperatura	Sim	Sim	Sim	Sim
Sensor de Umidade do Solo	Sim	Não	Sim	Sim
Bomba de Irrigação	Sim	Sim	Sim	Sim
Bomba de Injeção de Nutrientes	Não	Não	Não	Sim
Exaustores	Sim	Sim	Sim	Sim
Lâmpadas	Sim	Sim	Sim	Sim
Reservatório de Nutrientes	Não	Não	Não	Sim
Reservatório de Água	Sim	Sim	Sim	Sim
Dispositivo de Prototipagem	Arduino Atmega	Arduino Uno	Arduino Uno	Arduino Uno

Fonte: Elaborado pelos autores.

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 [...]”. Por este motivo, optou-se pela escolha do cultivo da morangueira, que por sua vez, têm um desenvolvimento rápido e lucrativo.

A Tabela 01 apresenta um levantamento dos itens eletrônicos utilizado para o desenvolvimento do projeto de automação. Com

tudo parametrizado, será necessária a escolha dos locais em que os sensores e atuadores estarão dispostos para efetuar a devida conexão à placa Arduino com a utilização de fios de cobre.

Tabela 1 – Preços relacionados aos itens eletrônicos utilizados para desenvolver o trabalho

Quantidade	Componente	Preço Unidade	Total
1	Arduino Uno R3	R\$ 49,45	R\$ 49,45
1	Sensor de Umidade do Solo	R\$ 13,00	R\$ 13,00
1	Sensor de Temperatura e Umidade	R\$ 13,00	R\$ 13,00
1	Protoboard	R\$ 20,00	R\$ 20,00
1	Módulo WiFi	R\$ 36,70	R\$ 36,70
1	Kit Jumpers com 45 fios	R\$ 14,45	R\$ 14,45
2	Motor DC 5v	R\$ 10,00	R\$ 20,00
2	Sensor de Luminosidade LDR	R\$ 0,50	R\$ 1,00
1	Lâmpada Incandescente 70w	R\$ 10,50	R\$ 10,50
1	Bocal para Lâmpadas	R\$ 6,00	R\$ 6,00
2	Cooler 5v	R\$ 18,95	R\$ 37,90
1	Relé	R\$ 8,00	R\$ 8,00
TOTAL			R\$ 230,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 3 representa os componentes necessário para a implementação da estufa monitorada e suas respectivas conexões até o Arduino. Deve lembrar-se que as conexões são feitas por fios e resistores, a fim de ligar os dispositivos entre si, com o auxílio de uma protoboard.

O Arduino e seus dispositivos operam em 5v, porém a lâmpada incandescente (Figura 3G) necessita de 110v; neste caso utiliza-se um relé (Figura 3F) composto por quatro terminais, que funciona como um interruptor liga e desliga, o qual ao receber um comando do Arduino, fecha o circuito entre os terminais de 110v. As ligações funcionarão da seguinte forma: dois dos terminais do

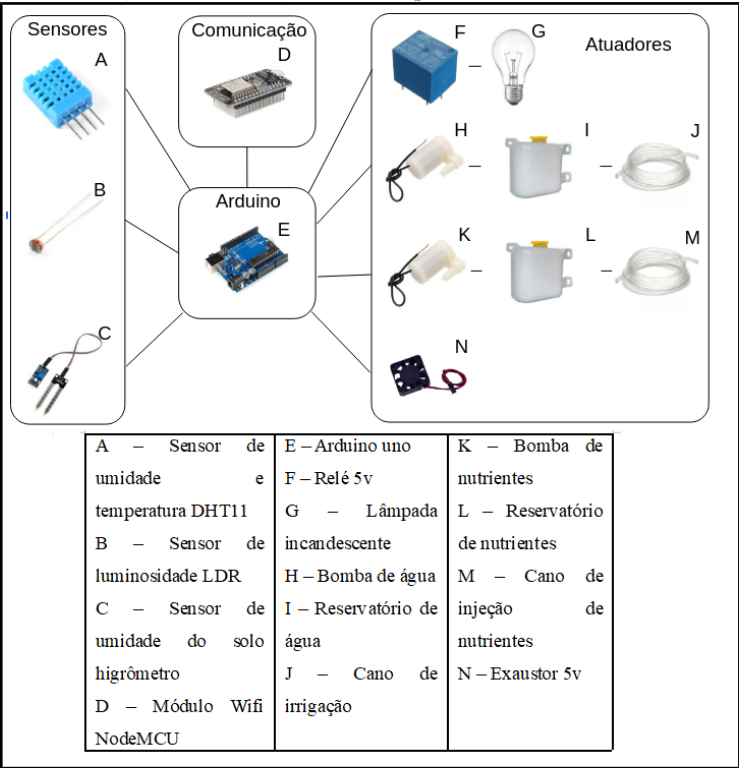
relé serão ligados ao Arduino (Figura 3E), sendo um deles, em alguma entrada 5v e outro no terra (GND); já nos outros terminais do relé, um receberá o positivo 110v da tomada, enquanto o outro terminal e o negativo da tomada serão conectados a lâmpada.

A disposição dos componentes internos, tais como sensores e atuadores, serão da seguinte forma: a lâmpada será fixada no centro da parte superior, para uma melhor distribuição de luz por todo o ambiente; o sensor de umidade e temperatura DHT11 (Figura 3A) para não receber interferência térmica da lâmpada, será necessário fixá-lo em algum dos cantos, porém em lado oposto ao exaustor (Figura 3N), de preferência também na parte superior, 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.

Já a disposição dos canos de irrigação (Figura 3J), estes terão que abranger todo o espaço plantado para umedecer o solo de forma uniforme, então será necessário fazer voltas com o cano ou utilizar ligamentos de canos em formato “T”, fixados na parte superior também. Para os canos de injeção de nutrientes (Figura 3M), será necessário utilizar essa mesma ideia, porém desta vez por baixo da terra, o mais próximos possíveis de onde serão plantados às mudas, com o sensor responsável pela coleta de dados referente à umidade do solo (Figura 3C).

Será necessário inserir o Arduino e suas conexões aos sensores e atuadores em uma caixa livre de calor e umidade, se possível em um ambiente distinto da estufa, para evitar quaisquer acidentes ou danos aos componentes eletrônicos. Devido a que também estará o módulo WiFi (Figura 3D), torna-se inviável a utilização de uma caixa metálica para não haver uma queda considerável de sinal, que possa afetar a transmissão de dados para o banco de dados.

Figura 3 – Interligação de componentes ao Arduino



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os recipientes que armazenarão água (Figura 3I) e nutrientes (Figura 3L) e suas respectivas bombas (Figuras 3H e 3K) poderão ser fixados no ambiente externo, e conectados aos seus canos já fixados no ambiente interno da estufa.

Após a conclusão da montagem, o próximo passo foi a programação, pois ela permitirá as coletas de dados e as ações que farão as correções dos parâmetros internos. É neste ponto que são definidas quais ações serão tomadas em quais níveis registrados por cada sensor, como por exemplo, a baixa quantidade de umidade no solo, com registro abaixo de 10%; com

essa informação será ativada a bomba de água para fazer a irrigação, elevando assim os níveis de umidade no solo, até atingir 70% de umidade e encerrar a ação.

Em comparação com outros produtos disponíveis no mercado para automação dos processos de cultivo agrícola, além de ter um custo muito elevado, tanto para adquirir o produto, como também implantá-lo, restringindo o público-alvo para quem tenha um maior poder aquisitivo, na maioria das vezes não possui todas as variáveis apontadas por esse trabalho em um sistema único e eficaz, que traz toda a informação que o produtor necessita para gerenciar seu negócio de forma clara e lucrativa.

Com o desenvolvimento e implantação deste projeto levantado neste trabalho, espera-se um melhor controle na qualidade do produto final e um aumento significativo de produção sem que haja a necessidade do contato humano em todo o processo do cultivo até a colheita.

Por ser um processo automatizado, implica consideravelmente em questão de 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.

O produtor terá um maior controle ao decorrer do cultivo, pois serão apresentados relatórios obtidos por meio da coleta de dados extraídos pelos sensores, que mostrarão gastos e recursos utilizados ao longo de um período, poderá fazer um comparativo entre quais parâmetros configurados trouxeram maior qualidade para o produto, quais épocas do ano têm se um maior aumento recursos e, por fim, quais cultivos trarão um melhor rendimento para o produtor com base nos seus gastos e lucros obtidos, além de ser possível acompanhar todos os dados obtidos em tempo real, a fim de ter uma maior transparência sobre todo o processo.

6. Conclusão

De acordo com o trabalho, conclui-se que o uso de recursos tecnológicos pode ser um aliado no meio agrícola, pois auxilia no processo de produção e traz assim mais rentabilidade e facilidade ao produtor uma vez que, a automação substitui o trabalho manual como também evita possíveis problemas na produção.

A implementação de um sistema de automação é capaz de reduzir desperdícios de água, nutrientes, energia e necessidade de mão de obra para regular quaisquer parâmetros que possam prejudicar seu cultivo. Por se tratar de um projeto de baixo custo é possível aumentar o lucro de tal maneira que os benefícios que este pode trazer, proporcionam ao pequeno produtor a recuperação do investimento em um curto período.

Diante dos argumentos expostos, realizar o cultivo protegido com a automação, é uma alternativa mais viável para alcançar o sucesso esperado, pois além de facilitar o trabalho do produtor ainda dispõe de um maior controle sobre a qualidade do produto final, mediante a utilização de relatórios gerados por meio dos dados obtidos pelos sensores e atuadores no cultivo. É importante ressaltar que com conhecimento técnico e o auxílio do sistema é possível uma melhor tomada de decisão.

Referências

ALMEIDA, R. R. **Tipos de vegetação**. Goiânia: Brasil Escola, c2019. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/os-tipos-vegetacao.htm>.

Acesso em: 10 ago. 2019.

AZEVEDO, A. L. **Sistema de monitoramento e climatização de estufa de pequeno porte em um contexto doméstico**. 2016.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de

Computação) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, 2016.

Disponível em:

<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/8677/1/20766579.pdf>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

AZEVEDO FILHO, J.; TIVELLI, S. **Como produzir morango orgânico**. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2017.

CRISPA, C. **Evolução da agricultura e suas técnicas**. Brasil:

Agron, 2018. Disponível em:

<https://www.agron.com.br/publicacoes/mundo-agron/cultura-e-variedades2018/09/17/057692/evolucao-da-agricultura-e-suas-tecnicas.html>. Acesso em: 10 ago. 2019.

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/bitstream/handle/1/12958/TCCG_SI_FW_2017_FERNANDES_DOUGLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 ago. 2019.

FILIPEFLOP. **Módulo Wifi**. Florianópolis: FilipeFlop

componentes eletrônicos, [201-a]. Disponível em:

<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>. Acesso em: 22 ago. 2019.

FILIPEFLOP. **Sensor de Umidade do Solo**. Florianópolis: FilipeFlop componentes eletrônicos, [201-b]. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>. Acesso em: 22 ago. 2019.

FILIPEFLOP. **Sensor de Umidade e Temperatura DHT11**. Florianópolis: FilipeFlop componentes eletrônicos, [201-c]. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11/>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MCRROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MORAES, Paula Louredo. **Nutrição das plantas**. Goiânia: Brasil Escola, c2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/nutricao-das-plantas.htm>. Acesso em: 10 ago. 2019.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P.; NABARRO, C. B. M.; GONÇALVES, J. A. V. **Aprenda arduino: uma abordagem prática**. Duque de Caxias: Katzen, 2018. Disponível em: <http://www.fatecjd.edu.br/fatecino/material/ebook-aprenda-Arduino.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

RICHTER, A. F.; FAGUERAZZI, A. F.; ZANIN, D. S.; CAMARGO, S. S.; ARRUDA, A. L.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; SANTOS SILVA, P. Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro sob cultivo de solo e semi-hidropônico. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 20, n. 1, p. 193-203, 2018. Disponível em:

http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/248/pdf_30. Acesso em: 04 set. 2019.

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

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido. **Hortifruti Brasil**, São Paulo, mar. 2014. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf. Acesso em: 20 ago. 2019.

SANTOS, V. H. Q.; AMATUZZI, J. G. G.; SALVESTRO, A. C. **Automação de uma estufa indoor por Arduino**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2018. Disponível em: <https://tcc.unipar.br/files/tccs/56d3a9929751ddc169b15562fb55f401.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.