

**DESENVOLVIMENTO DE CONTROLES
AUTOMATIZADOS EM ESTUFAS AGRÍCOLAS**

**AN AUTOMATED GREENHOUSE CONTROL SYSTEM
USING ARDUINO PROTOTYPING PLATFORM**

**MATHEUS MOREIRA FRANCO, HÉLIO OLIVEIRA FERRARI,
KÁTIA LOPES SILVA, MAURO HEMERLY GAZZANI**

RESUMO

Este trabalho propõe um sistema de automação de estufas que utiliza os sensores para monitorar a temperatura, umidade do solo, umidade do ar e luz. Os sensores são conectados aos pinos de entrada do Arduíno e a saída é fornecida aos motores e os relés para regular o fluxo da condição climática. Com base no valor limite definido para a temperatura, umidade do solo, umidade do ar e luz, o Arduino opera o circuito para regular o fluxo do ar e a temperatura, a bomba de irrigação e a iluminação da estufa. O protótipo do sistema de controle descrito é capaz de operar uma estufa prática, porém o circuito de acionamento pode precisar de relés que possam lidar com a energia necessária para acionar os atuadores em questão.

Palavras-chave Estufas. Agricultura Automatizada. Sistemas Embarcados. Arduino.

ABSTRACT

This work proposes a greenhouse automation system that uses sensors to monitor temperature, soil moisture, air humidity and light. The sensors are connected to the Arduino input pins and the output is provided to the motors and relays to regulate the flow of the weather

condition. Based on the threshold value defined for temperature, soil moisture, air humidity and light, the Arduino operates the circuit to regulate the air flow and temperature, the irrigation pump and the greenhouse lighting. The prototype of the control system described is capable of operating a practical greenhouse, however the drive circuit may need relays that can handle the energy needed to drive the actuators in question.

Keywords: Greenhouse. Automated Agriculture. Embedded System. Arduino.

INTRODUÇÃO

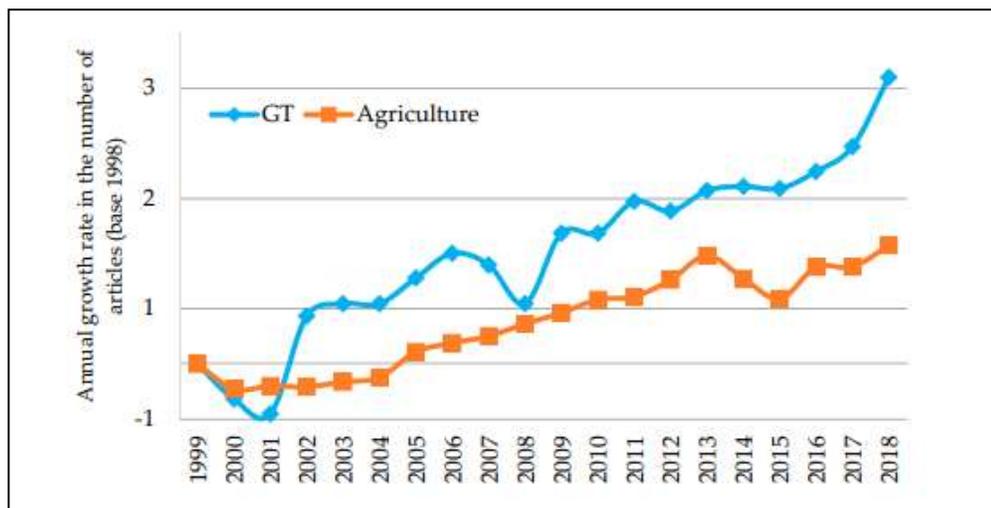
Atualmente, as estufas agrícolas são estruturas normalmente em vidro ou de plástico construídas, primeiramente, para proteger as hortaliças das oscilações climáticas e dos seus fenômenos. Deste modo, a agricultura em estufa é um sistema de gestão agrícola que tem demonstrado a sua eficiência na intensificação da produção de alimentos. Esses sistemas constituem uma alternativa viável para garantir abastecimento de alimentos, que é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no século XXI.

As estufas são construídas com diversos materiais, como madeira, concreto, ferro, alumínio etc. e cobertas com materiais transparentes que permitam a passagem da luz solar para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O padrão é 50m de comprimento, 7 ou 8m de largura e 3,5m de altura, mas a atenção deve ser voltada ao plástico da cobertura e às telas laterais. A tecnologia tem sido capaz auxiliar os desafios relacionados à agricultura em estufas em tanto contribuindo para a superação de suas limitações, corrigindo impactos adversos e garantindo sustentabilidade.

Aznar-Sánchez (2020) publicaram um artigo no qual realizaram um levantamento dos trabalhos em tecnologia aplicada em estufas. O estudo mostra a evolução da pesquisa em Tecnologia de Estufa (TE) no período de 1999 a 2018 em termos de número de artigos publicados, número de autores, número de periódicos em que os estudos foram publicados, o número de países que participaram da pesquisa, o número total de citações e o número médio de citações por artigo. Esse grupo de variáveis cresceu progressivamente ao longo de todo o período de estudo.

No entanto, o mais intenso evolução no número de artigos está concentrada nos últimos cinco anos, com 45% do total de artigos da amostra analisada sendo publicada durante esses anos. Em 1999, onze artigos foram publicados sobre TE, enquanto em 2018 este número subiu para 67. Para contextualizar a evolução vivida por essa linha de pesquisa, foram comparadas as tendências de variação no número de artigos publicados de TE com o número de artigos publicados sobre agricultura em geral. Para isso, o média anual foi calculada a variação percentual no número de artigos publicados em ambas as linhas de pesquisa, tomando como base o ano de 1999, como mostrado na figura 1.

Figura 1 - Aumento anual de publicações de TE em relação a 199



Fonte: Aznar-Sánchez (2020)

Em resposta aos novos desafios do setor, a pesquisa em TE deve abordar questões como como a viabilidade econômico-financeira das inovações para sua ampla adoção pelos agricultores; comunicação do campo científico com as demais partes interessadas, tanto para transmitir a resultados obtidos e dar feedback sobre o desenvolvimento de projetos focados em fornecer soluções para as necessidades do setor; e assegurar a participação das instituições e governos para responder conjuntamente aos diferentes problemas existentes.

Além disso, há uma distância considerável entre a conhecimento científico e as crenças dos usuários finais em relação à tecnologia. Por esta razão, é importante para

transferir corretamente os avanços tecnológicos desenvolvidos para os usuários finais. Desta forma, os esforços devem para alcançar a sustentabilidade, incluindo os campos econômico, social e ambiental.

Segundo Fonseca, Menezes Custódio e Paz Franca (2020):

O plantio em estufa oferece várias vantagens quando comparado aos sistemas tradicionais abertos. Menor consumo de recursos (sejam eles humanos, hídricos e aditivos), menor necessidade de manejo da produção e controle das variáveis (temperatura, umidade etc.). Diante deste cenário, produtores têm apostado numa nova modalidade de plantio em estufas: o plantio modular. Nesta configuração o produtor tem várias culturas cultivadas numa mesma área (estufa). O controle de insumos e nutrientes é feito de forma independente e individual em cada módulo.

A utilização de sistemas automatizados para controle de estufas vem aumentando muito nos últimos anos, uma vez que os produtores necessitam diminuir seus custos para se manter competitivos, bem como aumentar sua produtividade. Desta forma, os processos de automação podem garantir um maior controle do ambiente de produção, proporcionando aumento de qualidade dos produtos com maior eficiência e uso coerente dos recursos.

Apesar da estufa ser muito benéfica para os agricultores, pois aumenta o rendimento das culturas e a taxa de produção; ela causa um desconforto para os agricultores, pois eles têm que fazer um controle periódico da estufa fazendo visitas regulares e a não manutenção das condições climáticas perfeitas resultará na destruição das plantações e da taxa de produção. Deste modo, é inegável que uma estufa necessita de monitoramento automatizado e periódico de grandezas tais como: periódico controle de temperatura, a intensidade da luz, a umidade do solo e a umidade do ar para manter a condição climática necessária para o crescimento da cultura

Assim, a automação da estufa tem o propósito de amenizar alguns problemas encontrados por quem administra uma estufa, sendo esses a radiação solar, umidade e a temperatura. Automatizar uma estufa permite que o agricultor tenha as tarefas que normalmente são feitas manualmente por controles realizados automaticamente, tendo assim mais tempo livre para realizar outras atividades, também reduzindo a preocupação com a perda de seus produtos devido ao fato de não estar presente o tempo todo. Neste caso, a tecnologia de automação pode ajudar muito a diminuir os erros e reduzir mão de obra.

Existem diversas tecnologias que são objeto de pesquisas e utilização no mercado. Fernandes, Preuss, Silva (2017) publicaram em seu trabalho o quadro 1, o qual apresenta um estudo comparativo entre vários trabalhos pesquisados sobre o tema. Os autores confirmaram a utilização da plataforma Arduino, como predominante no uso de projetos de automação dos trabalhos estudados, e neste caso, a plataforma desempenha as funções de comunicação e controle entre os atuadores, sensores e periféricos. Neste contexto notou-se que o controle dos atuadores é muito importante, mas as implementações têm utilizado pouco uso uma implementação de um aplicativo para controle do sistema e armazenamento dos dados.

Quadro 1 - Quadro comparativo das implementações de automação utilizando a Plataforma Arduino

Características	Trabalho de Santos (2014)	Trabalho de Dutra, Lang e Waromby (2013)	Trabalho de Madalosso (2014)	Solução Desenvolvida
Controle de Luminosidade da estufa	Sim	Não	Não	Sim
Controle de temperatura da estufa	Não	Não	Não	Sim
Controle de Umidade do solo da estufa	Sim	Sim	Sim	Sim
Implementação de um Timer automático	Não	Não	Não	Sim
Implementação de um Web Service	Não	Não	Não	Sim
Tipo do Microcontrolador ou tipo do Arduino	Arduino Nano	Arduino Uno	Microcontrolador Stellaris LM4F120	Arduino Mega
Implementação de uma base de dados	Não	Não	Sim	Sim
Implementação de relatório para gestão dos dados	Não	Não	Não	Sim
Cadastro, Edição e Exclusão de itens do Sistema	Não	Não	Sim	Sim
Listagem de todos os itens cadastrados na base de dados	Não	Sim	Sim	Sim
Status do sistema	Sim	Sim	Sim	Sim
Implementação de um Aplicativo Móvel para controle	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Fernandes, Preuss, Silva (2017)

Desta forma, é fundamental que se desenvolva um sistema de informação que automatize essas tarefas, como o controle de umidade, de temperatura e de luminosidade e registre os dados coletados através dos sensores para futuras tomadas de decisão.

Através do uso desse tipo de sistema é possível ter inúmeras vantagens, como a diminuição da intervenção manual, reduzindo a chance de erros primários, monitoramento dos dados 24 horas por dia, redução da admissão de mão de obra, maximização da produtividade e qualidade dos produtos. Uma vez que há automação dentro da estufa, a plantação utiliza aquilo de que carece na dose e na hora certa. Com estas possibilidades de controle, pode-se comprovar a utilidade deste projeto, que poderá atender de uma forma geral os pequenos produtores rurais proporcionando-os um conjunto de potencialidades.

Este trabalho apresenta a implementação de um protótipo automatizado para controle de variáveis de uma estufa para cultivo de hortaliças, tais como a temperatura, umidade do solo, ar e luminosidade em estufas, utilizando a plataforma Arduino. Uma atualização das tecnologias Arduino para o desenvolvimento do protótipo são apresentadas em relação ao trabalho de Fernandes, Preuss, Silva (2017). Além disso, este trabalho apresenta a modelagem do sistema, sua arquitetura de *hardware* e *software*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estufas, são estruturas construídas com diversos materiais, como madeira, concreto, ferro, alumínio etc., cobertas com materiais transparentes que permitam a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento das plantas. Estas estruturas podem ser feitas com materiais como madeira, cloreto de polivinil flexível (PVC) e mistas (com madeira e PVC; ou com madeira e aço galvanizado), revestidas por materiais transparentes como plástico e vidros que permitem a passagem da luz solar e o controle de fatores ambientais.

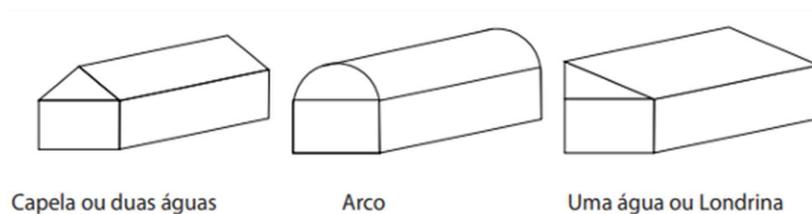
Segundo Reis (2005, p.6):

A seleção de um determinado tipo de estufa é função de uma série de aspectos técnicos, tais como exigências agroclimáticas da espécie de planta a ser cultivada, das características climáticas da área onde se pretende implantá-la, da disponibilidade de mão-de-obra e de mercado. As estufas podem ser classificadas em relação ao controle dos parâmetros meteorológicos em climatizadas, semiclimatizadas e não-climatizadas.

Conforme Ometti, Genuncio e Zonta (2019), existem vários tipos estruturais de estufas: Arco: O teto é abaulado, aproveita melhor a luz do Sol e é muito resistência ao vento. Capela: sua estrutura é semelhante a um galpão ou aviário. Possui duas abas inclinadas que formam um triângulo. Dente-de-serra: Esse tipo de estufa possui o telhado em formato de dentes de serra. A construção é feita no sentido da direção dos ventos predominantes, onde os “dentes de serra” são voltados para o lado contrário da incidência maior do vento. Ela é utilizada quando o cultivo não exija luz.

Esse modelo é muito utilizado na Europa e nos Estados Unidos. Espanhola: Esse modelo de estufa foi desenvolvido na costa da Almeria, no sul da Espanha. A parte superior da estufa é plana e pode ser construída com maior caimento para facilitar o escoamento da água da chuva. Londrina: Ela é feita basicamente de esteios e arames. Construída de forma com que a água da chuva consiga penetrar o seu interior, onde o projeto tenha determinado. Pampeana: É uma evolução da estufa tipo Capela. Porém o telhado é feito em forma de arco e é mais resistente a ventos fortes. A figura 2 mostra um desenho esquemático de alguns tipos.

Figura 2 - Modelos estruturais de estufas



Fonte: Ometti, Genuncio e Zonta (2019)

A figura 3 mostra uma estufa do tipo arco.

Figura 3 - Estufa de arcos com Treliças



Fonte: Aço Fort Estufas Agrícolas (2022)

As estufas protegem suas plantas contra condições adversas e proporcionam ambiente de cultivo interno que pode ser monitorado e controlado. Desta forma, os processos em uma estufa podem ser controlados com o auxílio de tecnologia avançada e sensores para monitorar o método de crescimento e os dados necessários para uma gestão eficiente da estufa.

O uso de sistemas automatizados em estufas vem crescendo nos últimos anos, principalmente devido a necessidade de produção em larga escala com uma redução dos preços com redução de custos no plantio. Processos de automação garantem um controle total do ambiente, proporcionando maior desenvolvimento da produtividade e qualidade dos produtos com maior eficiência e uso coerente dos recursos as estufas climatizadas. (FERNANDES, PREUSS, SILVA, 2017).

As vantagens da utilização de estufas agrícolas automatizadas são inúmeras e dentre elas pode-se citar: cultivo durante o ano todo, condições adequadas para cada estágio do desenvolvimento da planta, controle de pragas e doenças, redução de custo, proteção contra condições extremas.

Com sistemas automatizados para a operação de estufas, o crescimento das culturas dentro da estufa fica bem mais fácil e eficiente. Isso ajudará a reduzir os custos de água, energia e mão de obra. O quadro 2 mostra os resultados em economia de água e energia elétrica, aplicando automação em relação à operação manual em estufas.

Quadro 2 - Economia de recurso hídrico comparado ao sistema de manejo manual

Cultura	Redução no consumo de água	Redução no consumo de energia (bombeamento)
Alface Lisa	35,4%	11,0%
Tomate Italiano	54,1%	16,8%
Brócolis	29,5%	8,7%

Fonte: Fonseca, Custódio e Franca (2020).

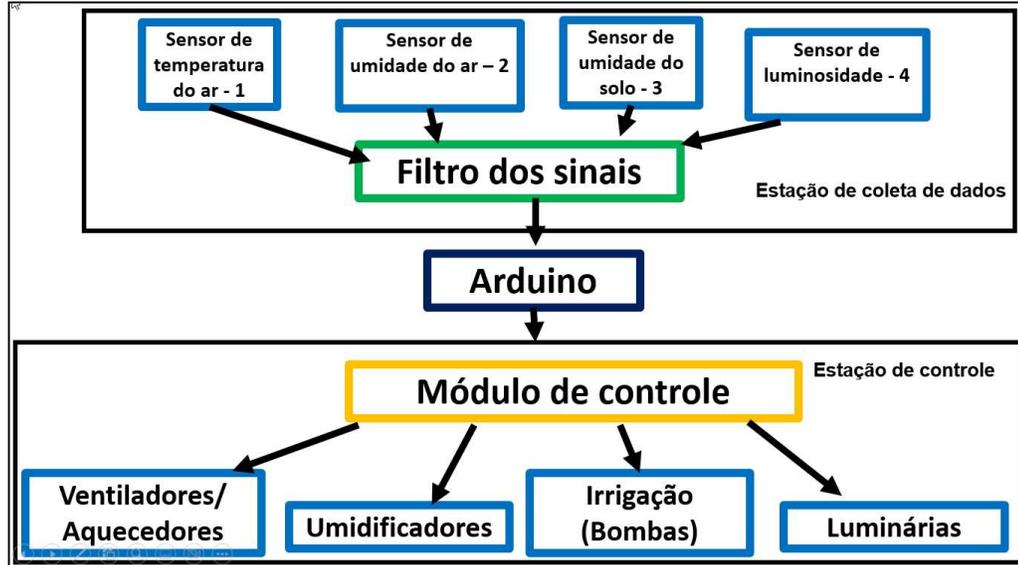
Neste contexto, este trabalho propõe um sistema de automação de estufas que utiliza os sensores para monitorar a temperatura, umidade do solo, umidade do ar e luz. Os sensores são conectados aos pinos de entrada do Arduino e a saída é fornecida aos motores e os relés para regular o fluxo da condição climática. Com base no valor limite definido para a temperatura, umidade do solo, umidade do ar e luz, o Arduino opera o circuito para regular o fluxo do ar e a temperatura, a bomba de irrigação e a iluminação da estufa.

Arquitetura do Sistema

O diagrama do sistema automatizado de monitoramento e controle da estufa está representado na figura 4. Pode-se notar que ele é composto por duas unidades principais: estação de coleta de dados com os sensores e estação de controle com os atuadores. Além disso, o sistema é constituído dos seguintes sensores: sensor de temperatura do ar, sensor de umidade do ar, sensor de umidade do solo, sensor de luminosidade.

Os sensores adquirem os dados ambientais da estufa. Após os dados serem filtrados para remover o ruído, eles são disponibilizados para a placa Arduino, que então calcula os valores atuais das variáveis controladas e os compara com os limites definidos pelo usuário. Se alguma das variáveis controladas estiver fora de um limite seguro, o atuador correspondente é ativado para restaurar a condição ideal.

Figura 4 - Diagrama esquemático do sistema de monitoramento da estufa



Fonte: Autores

A figura 5 mostra o diagrama da estação de controle. A estratégia de controle e monitoramento para a estufa é desenvolvida para os parâmetros individuais a serem controlados da seguinte forma:

1. **O controle de temperatura do ar** requer a definição de dois limites pelo usuário: limite superior e limite inferior. Quando o limite superior é excedido, um ventilador é acionado para resfriar o ambiente da estufa e quando a temperatura cai abaixo do limite inferior, o ventilador é desativado enquanto um aquecedor é ativado e vice-versa.

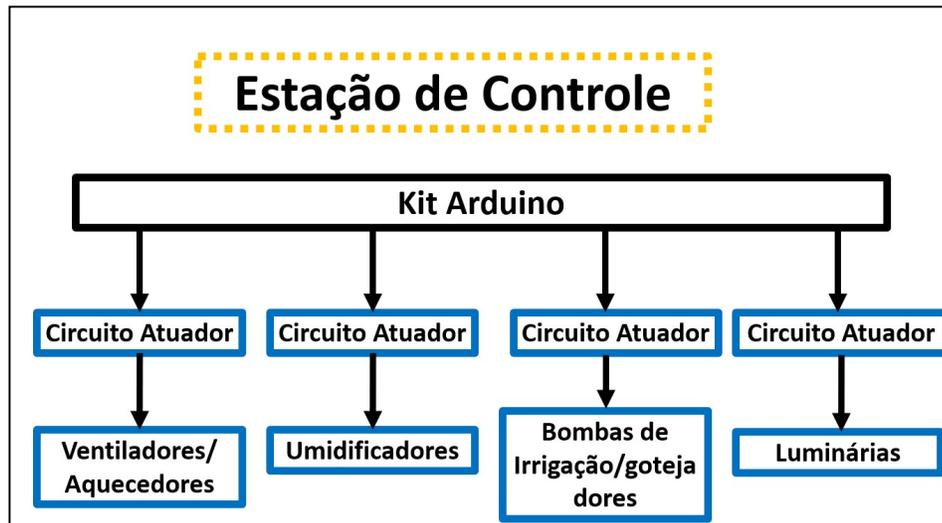
2. **O controle de umidade do ar** é definido por um limite definido pelo usuário. Quando a umidade do recinto da estufa cai abaixo desse limite, um sistema de nebulização é ativado e desativado quando a condição ideal é restaurada.

3. **O controle de umidade do solo** é definido por um limite que garante que, se o teor de umidade do solo cair abaixo do valor definido, os gotejadores/irrigação são ativados e, em seguida, desativados quando a condição ideal é restaurada.

4. **A iluminação é controlada** por dois pontos de ajuste: limite superior e limite inferior. O limite superior determina quando a luz é ativada enquanto o limite

inferior determina quando ela é desativada. Essa estratégia é usada principalmente para prolongar a luz do dia ou compensar a iluminação natural inadequada de acordo com o desejo do usuário.

Figura 5 - Diagrama da Estação de Controle



Fonte: Autores

Com relação aos sensores, foram pesquisados vários fabricantes. O quadro 3 mostra um resumo dos sensores encontrados no mercado.

Quadro 3 - Características dos Sensores

Sensor	Tipo	Fabricante	Caraterísticas	Preço
Umidade do Solo	LM393	Chipsce	8 x 13 cm, 0,01g, 3,3-5v	R\$14,24
Umidade do Solo	LM393	Chipse	8 x 13 cm, 0,01g, 3,3-5v	R\$ 12,49
Capacitivo de Umidade do Solo	Moisture Sensor	Eletrogate	3,3 - 5V, 20 cm – extensão do cabo	R\$ 17,96
Temperatura	TMP36 TO92	Eletrogate	2.7 á 5.5VDC, -40° á +125°C	R\$ 22,90
Temperatura a Prova D'água	DS18B20	Eletrogate	3-5,5V, -55°C a +125°C	R\$ 19,90

Umidade e Temperatura	DHT 11	WJcomponentes	20 a 90% UR, 0° a 50°C, 3-5VDC	R\$ 11,28
Umidade - Higrômetro	HR202L	Filipeflop	5V DC, 15g, 0° a 60°C	R\$8,90

Fonte: Autores

No caso dos atuadores, o quadro 4 mostra um levantamento de atuadores convenientes encontrados no mercado.

Quadro 4 - Características dos Atuadores

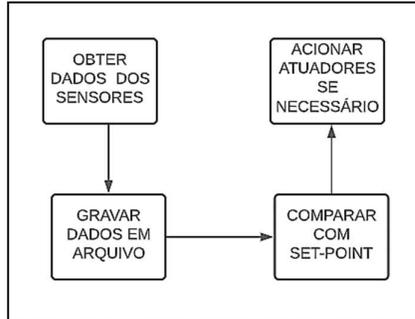
Atuador	Tipo	Fabricante	Caraterísticas	Preço
Cooler Fan	F7-MB10BK Storm	C3 TECH	2200RPM 12V	R\$15,54
Cooler Fan	Fan Air Cooler Led PC Computador	Rise Mode	Fan Cooler 80mm 1500Rpm	R\$17,00
3 Lâmpadas incandescentes	Lâmpada incandescente halógena	Elgin	110v ou 220v Vida mediana: 2.000h Economia de 30% de energia	R\$26,91
Válvula Solenoide	Válvula Entrada Água Simples	Emicol	220 volts	R\$32,55
Válvula De Vazão Solenoide	Válvula de vazão	ARDUCORE	12v 3/4 Polegadas C/nf	R\$39,90

Fonte: Autores

Projeto do Software

De forma geral, o software que monitora e controla a estufa executa as ações de obter dados dos sensores, gravar em arquivo, comparar com *set-point* e acionar atuadores se for o caso, conforme mostra a figura 6.

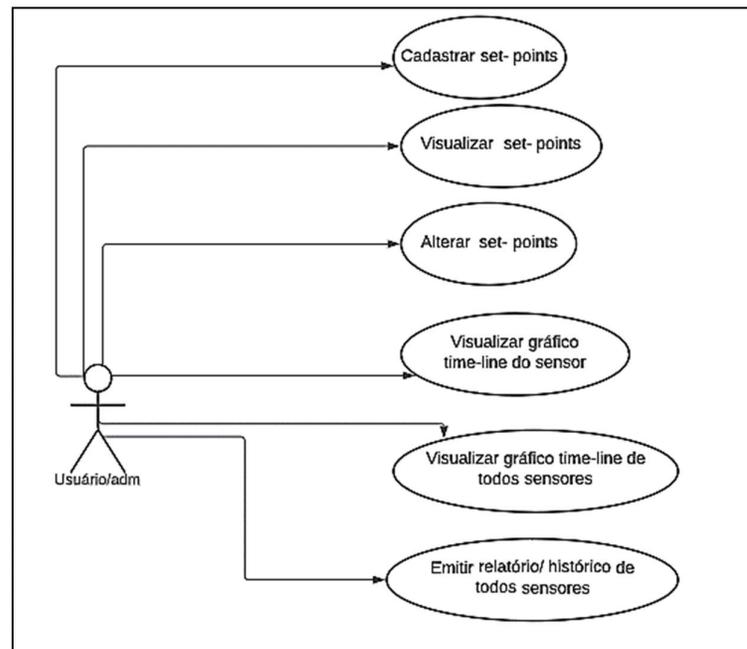
Figura 6 - Visão geral funções do Software



Fonte: Autores

A figura 7 mostra os principais casos de uso do software de monitoramento e controle: cadastrar *set-points*, visualizar *set-points*, alterar *set-points*, visualizar gráfico *time-line set* do sensor, gráfico *time-line set* de todos os sensores, emitir relatório/histórico de todos os sensores.

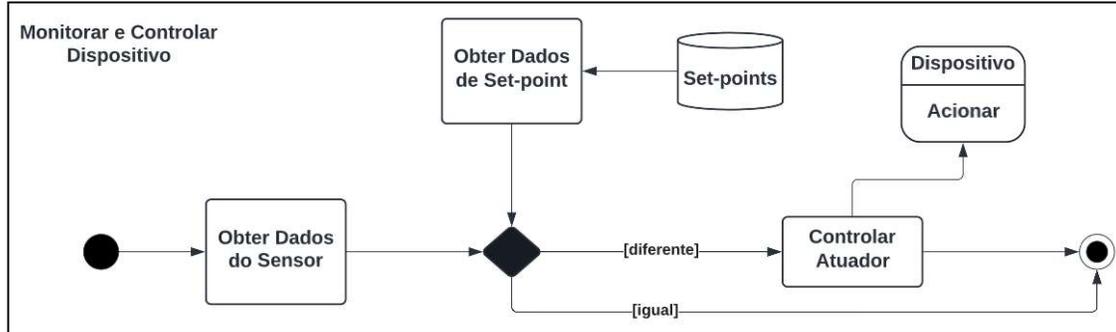
Figura 7 - Principais casos de uso do software de monitoramento e controle



Fonte: Autores

A figura 8 mostra o diagrama de atividades da funcionalidade do sistema para monitorar e controlar dispositivo.

Figura 8 - Diagrama de atividades de monitorar e controlar dispositivo

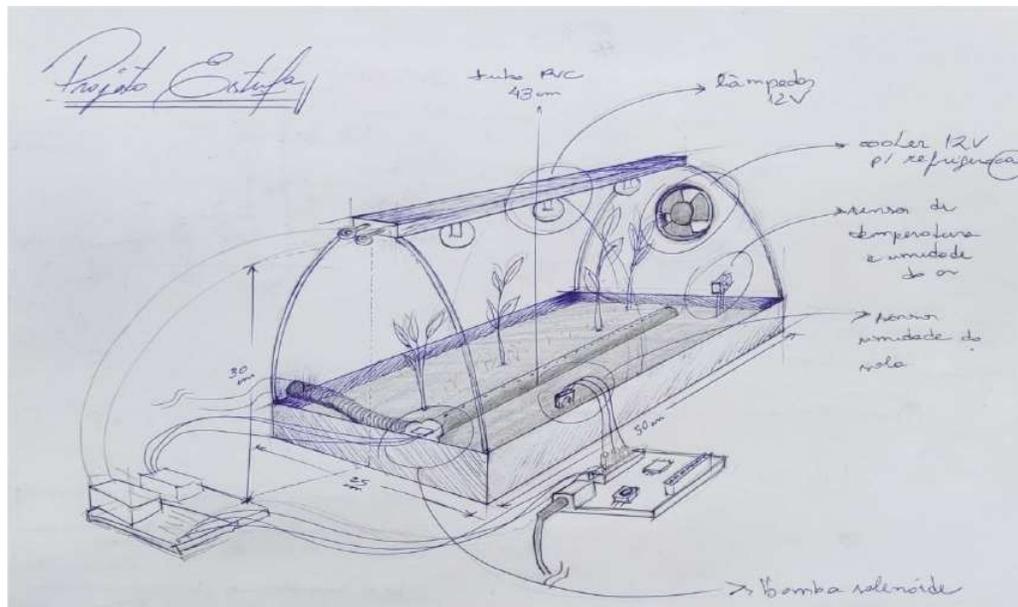


Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura do protótipo da estufa construída para este projeto é mostrada na figura 9. Pode-se notar que o posicionamento dos sensores de temperatura, umidade do ar e umidade do solo. Além da localização do cooler 12 V, das lâmpadas 12V e da bomba solenóide.

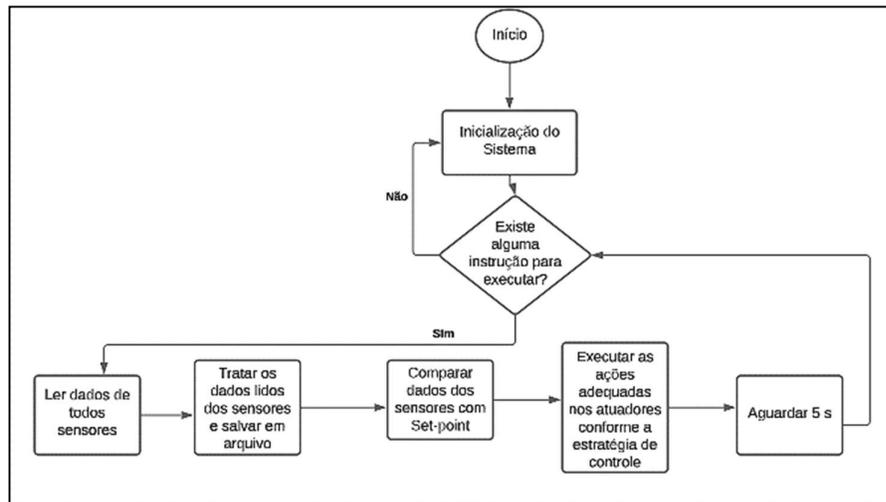
Figura 9 - Visão geral do protótipo da estufa



Fonte: Autores

O fluxograma principal do programa do sistema automatizado de controle de estufa é mostrado na figura 10.

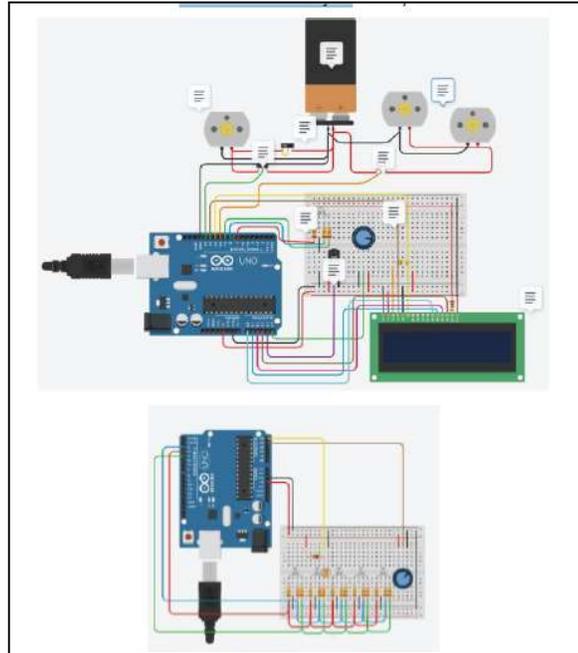
Figura 10 - Fluxograma do programa principal para o Sistema Automatizado de Controle de Estufa



Fonte: Autores

Uma visão geral do sistema :Irrigação, ventilação e sensores de temperatura e umidade e iluminação é mostrada na figura 11.

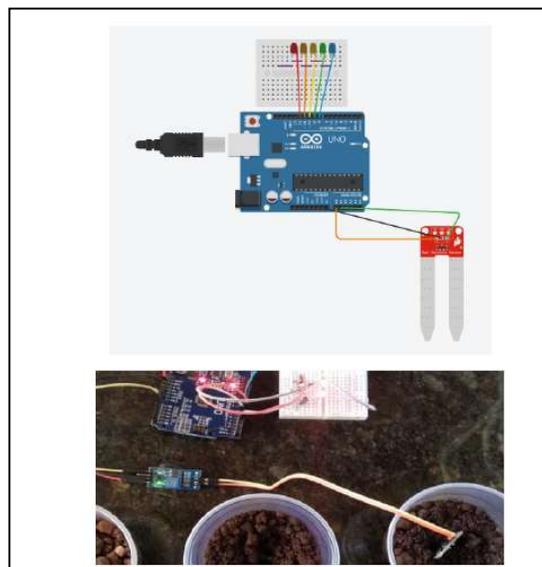
Figura 11 - Visão Geral do Sistema Completo



Fonte: Autores

A figura 12 mostra o sensor umidade do solo conectado à plataforma Arduino e os LEDs de sinalização dos níveis de unidade.

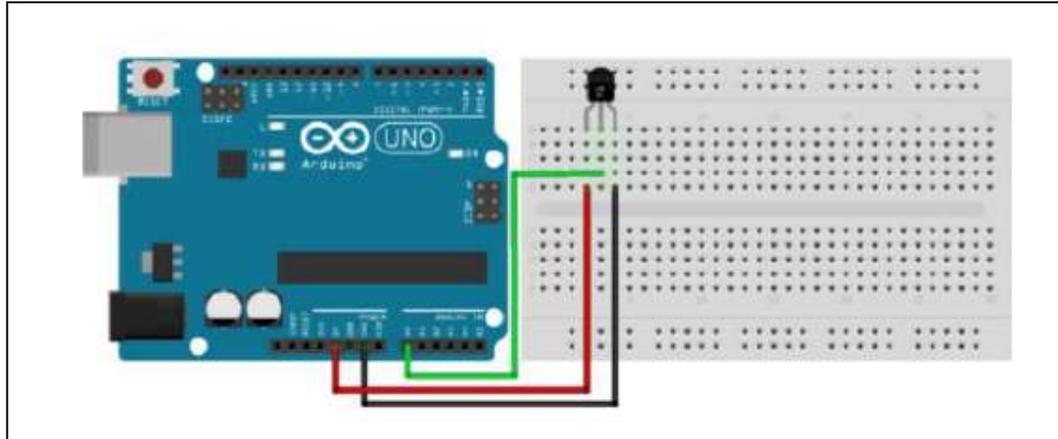
Figura 12 - Sensor Umidade do solo



Fonte: Autores

A figura 13 mostra o sensor de temperatura conectado à plataforma Arduino.

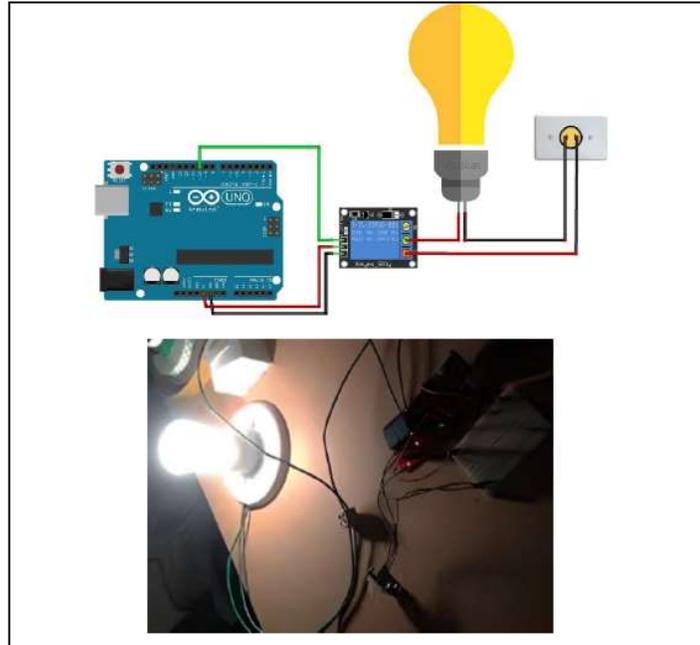
Figura 13- Sensor de temperatura



Fonte: Autores

A figura 14 mostra o circuito de acionamento de controle de luminosidade.

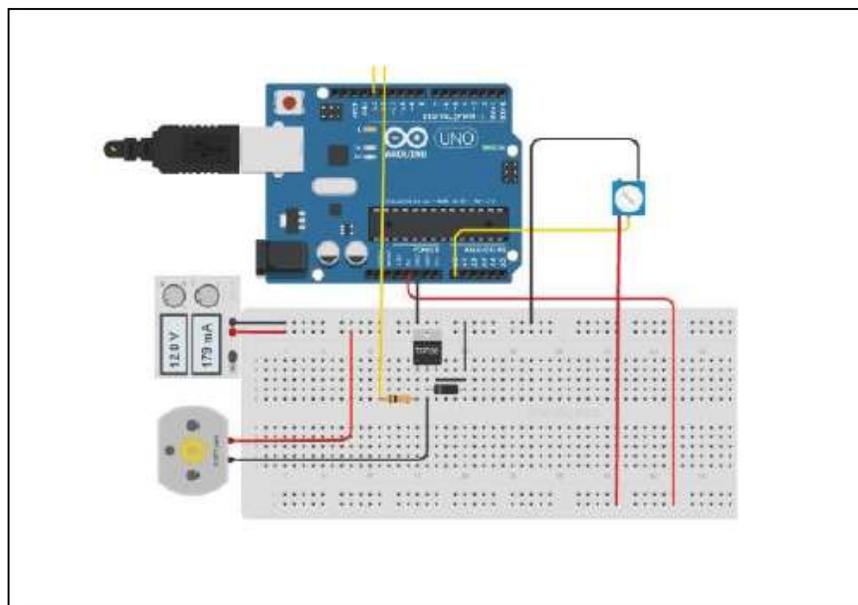
Figura 14- Acionamento de controle de luminosidade



Fonte: Autores

A figura 15 mostra o Controle da bomba de água, para a irrigação no caso do solo, conforme a leitura do sensor de umidade do solo.

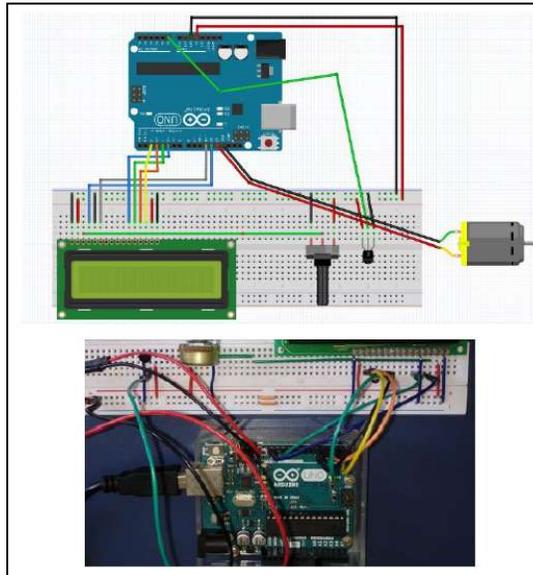
Figura 15 - Controle da bomba de água para a irrigação



Fonte: Autores

A figura 16 mostra o circuito de Temperatura ativação do Cooler.

Figura 16 - Circuito de Temperatura ativação do Cooler



Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando o sistema foi montado e testado, observou-se que a estação de sensores/atuadores reagiu bem para restaurar as condições ótimas cada vez que algum dos parâmetros microclimáticos variou dos limites definidos. O sistema descrito neste trabalho foi construído e montado em uma estufa protótipo para demonstração de sua trabalhabilidade. O protótipo do sistema de controle descrito é capaz de operar uma estufa prática, porém o circuito de acionamento pode precisar de relés que possam lidar com a energia necessária para acionar os atuadores em questão.

REFERÊNCIAS

AÇO FORT ESTUFAS AGRÍCOLAS. **Catálogo dos modelos de estufas agrícolas**. 2022. Disponível em < <https://acofortestufasagricolas.com.br/modelos-de-estufas-agricolas/>>. Acesso em: 19 de jun. 2022.

AZNAR-SÁNCHEZ, J. A. et al. An analysis of global research trends on greenhouse technology: towards a sustainable agriculture. **Int. J. Environ. Res. Public Health**. 2020. Vol. 17, Issue 664; doi:10.3390/ijerph17020664. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7013810/pdf/ijerph-17-00664.pdf> >. Acesso em: 22 de jul. 2022.

FONSECA, M.; MENEZES CUSTÓDIO, M.; PAZ FRANCA, M. Automação no plantio em estufas: controle de irrigação no consumo de água e eletricidade. In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2020, Santana do Livramento. **Anais eletrônicos [...]**. Santana do Livramento, Rio Grande do Sul: Unipampa, 9, n. 4, 14 fev. 2020. Disponível em < <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/85970>>. Acesso em: 16 de jul. 2022.

FERNANDES, D. G.; PREUSS, E.; SILVA, T. L. **Sistema automatizado de controle de estufas para cultivo de hortaliças**. 2017. Artigo (Graduação) - Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, 2017. Disponível em < https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12958/TCCG_SIFW_2017_FERNANDES_DO_UGLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de jul. 2022.

REIS, N.V.B. dos. **Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Brasília: EMBRAPACNPB, 2005. 16p. (EMBRAPA-CNPB. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 38). ISSN 1415-3033. Disponível em < <https://www.embrapa.br/documents/1355126/9124396/Constru%C3%A7%C3%A3o+de+estufas.pdf/8bec74eb-2206-44ff-9aad-538141520c4a>>. Acesso em: 11 de mai. 2022.

OMETTI, Nilton Nélio; GENUNCIO, Gláucio da Cruz; ZONTA, Everaldo. **Hidroponia para Técnicos**. 1ª ed. Brasília – DF: IFB, 2019. Disponível em < <https://pergamum.ufsc.br/pergamumweb/vinculos/000001/000001f6.pdf>>. Acesso em: 19 de mai. 2022.

AUTORES:

MATHEUS MOREIRA FRANCO, *Graduando do Curso de Engenharia da Computação na Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ituiutaba. E-mail: matheus.1593088@discente.uemg.br*

KÁTIA LOPES SILVA, *Docteur en Sciences Appliquées pela Université de Liège (Bélgica). Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ituiutaba. E-mail: katia.lope@uemg.br .*

MAURO HEMERLY GAZZANI, *Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia. Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Ituiutaba. E-mail: mauro.gazzani@uemg.br .*

HÉLIO OLIVEIRA FERRARI, *doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia. Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal*

*de Uberlândia. Professor Adjunto na UFVJM, Unidade Janaúba.
gandhiferrari@gmail.com*

Autor1, *Graduado em xx da Universidade xx, Unidade oo. E-mail: autor@mail.com*

Autor2, *Graduado em xx pela Universidade yy, Mestre em yy pela Universidade tt,
Professor do curso de ?? da Universidade xx. E-mail: autor@mail.com.*