

ESTUFA AUTOMATIZADA PORTÁTIL RESIDENCIAL

RICARDO RALL¹,
BRUNO MAFRA DIAS²,
ÉRIKA KAYOKO HAMAGUTI³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma estufa portátil e de pequeno porte para plantas, visando sua utilização em pequenos ambientes como apartamentos e casas, sem o auxílio manual para o desenvolvimento de horta orgânica. A automação desta estufa foi realizada por um controlador lógico programável Arduino utilizando sensores de luminosidade, umidade do ar e do solo, temperatura do ar, nível de água, e atuadores, como bombas de água e LEDs (Light Emitting Diode – Diodo Emissor de Luz). E o software foi feito no IDE (Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino para dar comandos ao Arduino e controlar o clima interno e a subirrigação das hortaliças através das leituras coletadas pelos sensores instalados no interior da estufa, e com um LCD (Liquid Crystal Display – Tela de Cristal Líquido) foi possível visualizar e interpretar todas as informações referentes a situação atual do protótipo, como luminosidade, temperatura, umidade relativa do solo e atmosférica, e nível do reservatório d'água. Com o alcance do objetivo pode-se concluir que é possível, através da plataforma Arduino, realizar a automatização de uma estufa residencial portátil para horta orgânica, fazendo todo controle do ambiente interno, mantendo as condições climáticas de forma estabilizada e obtendo maior rendimento no crescimento de hortaliças.

Palavras-chave: Arduino; Automação; Orgânica; Produção Vegetal.

ABSTRACT

The objective of this work was to develop a portable and small greenhouse for plants, aiming at its use in small environments such as apartments and houses, without the manual assistance for the development of organic garden. The automation of this greenhouse was performed by an Arduino programmable logic controller using sensors for luminosity, humidity of the air and soil, air temperature, water level, and actuators, such as water pumps and LEDs (Light Emitting Diode). And the software was made in the Arduino IDE (Integrated Development Environment) to give commands to the Arduino and control the internal climate and the sub-irrigation of the vegetables through the readings collected by the sensors installed inside the greenhouse, and with an LCD (Liquid Crystal Display) it was possible to view and interpret all the information related to current status of the prototype, such as light, temperature, relative soil and atmospheric humidity, and water reservoir level. With the

¹Docente, Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC Botucatu. E-mail: ricardo.rall@fatec.sp.gov.br.

²Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de Tecnologia de Botucatu - FATEC Botucatu.

³Graduada em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de Tecnologia de Botucatu -- FATEC Botucatu.

achievement of the objective, it can be concluded that it is possible, through the Arduino platform, to carry out the automation of a portable residential greenhouse for organic garden, making all the control of the internal environment, maintaining the climatic conditions in a stabilized way and obtaining a higher growth yield of vegetables.

Key words: Arduino; Automation; Organic; Vegetables Production.

INTRODUÇÃO

A agricultura sofre anualmente com variações climáticas, como mudanças de temperatura, tempestades e períodos de seca, além de pragas e doenças (PALMIERI *et al.*, 2014). Outros fatores existentes são plantas invasoras, poluição do ar, alagamentos e incêndios. Isso pode aumentar o estresse direto nas plantas (BEBBER *et al.*, 2013 *apud* MARTINEZ *et al.*, 2015).

No Brasil e em outros países de clima tropical e subtropical, as temperaturas elevadas são o desafio da agropecuária. Elas afetam na qualidade e na produção do plantio, e uma resposta para esse risco é usar o cultivo em ambientes protegidos (COSTA *et al.*, 2017).

O cultivo protegido ou em estufas controla variáveis climáticas, pragas e doenças. As estufas propiciam a colheita de plantas mais limpas, facilitando e agilizando o cultivo e a comercialização, enquanto hortaliças cultivadas em ambientes não protegidos precisam de higienização (OLINIK *et al.*, 2011 *apud* FERREIRA, 2014). Segundo trabalho feito pela Melo (2018), o resultado em geral mostrou que o cultivo em estufa é melhor que em campo.

As vantagens do uso de estufas são: produção mais rápida, aumento da economia e melhor aproveitamento de água da irrigação (CERMEÑO, 1990 *apud* LÚCIO *et al.*, 2016), além de poder produzir fora da época e em lugares inadequados para isso (LORENTZ *et al.*, 2004 *apud* LÚCIO *et al.*, 2016).

Garantir a quantidade certa de água no solo e a manutenção durante toda produção é importante para revelar todo potencial genético de produtividade da planta (DINIZ, 2017). Água em demasia pode eliminar nutrientes e a falta pode dificultar o desenvolvimento da planta (THEBALDI *et al.*, 2016).

Para economizar tempo e recursos, a automação de processos pode ser usada para o cultivo em larga escala. Nesse contexto, a automação é o controle de sistemas e equipamentos de uma estufa para monitorar os elementos que afetam no crescimento da planta de forma mais eficiente e precisa, e pode fazer leitura de dados captados pelos sensores para poder tomar decisão (LOUREIRO *et al.*, 2018). Uma das plataformas da automação é o Arduino, que é de baixo custo, de código aberto e permite criar protótipos e sistemas para várias finalidades (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Assim, objetiva-se com este trabalho criar um protótipo de uma estufa de plantas em escala menor para usar em locais com espaço pequeno, como casas e apartamentos, utilizando o Arduino para o controle e verificação de variáveis climáticas como umidade do ar e do solo, temperatura e luminosidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Em relação à parte de hardware, foi comprada uma máquina de lavar louças em uma sucata para a construção da estufa (figura 1). Foram retirados todos os componentes da máquina, utilizando somente a estrutura externa. Foi comprada também uma chapa de aço inoxidável para o armazenamento da água, instalada na parte interna da estufa.

Figura 1. Estrutura externa da máquina de lavar louças.



Fonte: O autor (2019).

Para a iluminação foi utilizada uma luminária de ultravioleta instalada com parafusos passantes presos sob duas porcas, na parte superior da máquina, distanciando 1 centímetro (cm) do teto para evitar o superaquecimento da luminária, à uma altura de, aproximadamente, 30 cm da plantação, conforme mostrado na figura 2.

Figura 2. Luminária ultravioleta.



Fonte: O autor (2019).

Para a instalação dos coolers, que foram retirados de fontes de computadores danificadas, foi utilizada uma serra copo com diâmetro de 2 polegadas para formar

duas janelas nas paredes da máquina. Um cooler foi fixado na parte inferior da estufa para insuflação e outro na parte superior para exaustão, gerando uma circulação de ar no ambiente interno da estufa, e ambos com uma tela para evitar a entrada de insetos.

Os componentes de alimentação e controle, como fonte de alimentação, Arduino mega, protoboard e relé da estufa foram colocados na parte traseira da máquina, sob uma madeira de piso laminado.

Para o monitoramento da umidade do solo foi utilizado o sensor de umidade do solo e para o controle da temperatura e umidade do ar foi instalado um sensor DHT11 (Digital Humidity and Temperature – Umidade e Temperatura Digital).

O módulo relé foi utilizado para o acionamento dos coolers e válvula solenoide, sendo esta última utilizada para irrigação das hortaliças.

A válvula solenoide eletromecânica é formada basicamente pelo corpo da válvula, onde foi conectada à rede hidráulica através de uma mangueira flexível, e bobina solenoide para ser acionada por meio de um relé de estado sólido, conectado ao Arduino. Na figura 3 pode-se observar a mangueira plástica transparente de ½ polegada, com engate rápido de tecnologia alemã, utilizado nas bancadas de MPS-PA (Modular Process System-Production Automation).

Figura 3. Mangueira transparente e engate rápido.



Fonte: O autor (2019).

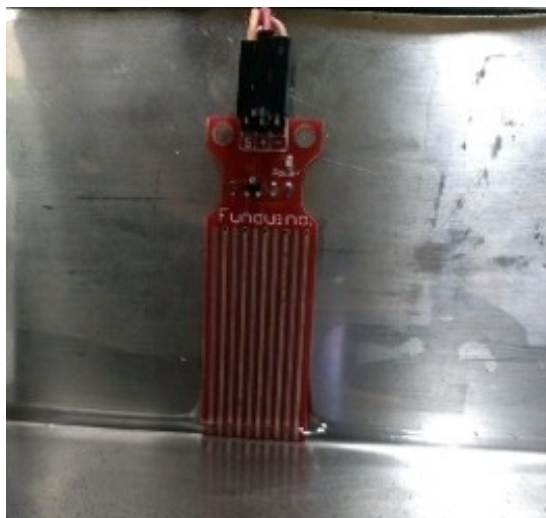
Um sensor de nível horizontal (figura 4) e um dispositivo elétrico mecânico foram instalados na parte superior do reservatório para evitar o transbordamento de água, caso o outro sensor instalado apresente falha. Para o controle de nível do reservatório, foi utilizado um sensor de nível d'água (figura 5), que é um componente eletrônico utilizado em diversos tipos de projetos eletrônicos que envolvam plataformas Arduino.

Figura 4. Sensor de nível horizontal.



Fonte: O autor (2019).

Figura 5. Sensor de nível d'água.



Fonte: O autor (2019).

A placa Arduino é responsável pelo controle de todo o sistema baseando-se em valores recebidos pelos elementos de entrada, como sensores, e dispositivos de saídas, como válvula solenoide e coolers.

Na parte frontal da estufa foi instalado um display LCD para exibição das informações climáticas do ambiente interno coletadas pelos sensores, como luminosidade, temperatura e nível d'água atual. Também foi instalado um teclado alfa numérico ao lado do display para realizar as alterações do display.

Uma nova porta em acrílico foi adicionada a fim de manter o ambiente totalmente fechado e evitando-se a entrada de insetos, pois a máquina não apresentava mais sua porta original. Arrebitados na estrutura de aço inox, foram fixados dois puxadores para facilitar o transporte. Foi utilizada uma bandeja de aço inoxidável, também comprada em um local de reciclagem, e foi colocada no fundo, vedando com poliuretano para evitar vazamentos de água no momento da irrigação das hortaliças. Foi feita uma tampa em aço inoxidável, com seis furos com o auxílio de uma serra tico-tico com o diâmetro dos vasos, para evitar a entrada de insetos no reservatório.

Para facilitar o acompanhamento do plantio, foram instaladas duas corrediças de 35 cm na estrutura da estufa, possibilitando o movimento do reservatório para dentro e fora da máquina e o feixe da porta em alumínio arrebitado na estrutura.

Na parte traseira está todo o controle do sistema, onde foram fixados na própria estrutura sob uma madeira de piso laminado o Arduino uno, a protoboard, a fonte de alimentação 12V (volts), os relés de estado sólido e a válvula solenoide. Também foi necessário levar os fios de todos os sensores por meio de cabos de rede UTP (Unshielded Twisted Pair – Par Trançado Não Blindado).

E na parte de software, foi desenvolvido um programa que consiste na utilização do software Arduino com a linguagem de programação C/C++ no sistema operacional Windows 10, e foram baixadas bibliotecas para o sensor DHT11 e o display LCD.

A programação foi feita em partes, todas comentadas, para não haver confusão na lógica e para que a manutenção no código, quando for necessária, seja

mais fácil. E foi feita de maneira que não haja atraso quando for apertar algum botão do teclado matricial de membrana 4x4, tendo assim uma melhor interação das pessoas com a estufa.

A função desse software é controlar o clima interno da estufa. Para isso o programa identifica a temperatura e a umidade do ar com o sensor DHT11, o nível d'água com o sensor de nível d'água e a umidade do solo com sensor de umidade do solo, e todas as informações são exibidas no display LCD.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do trabalho é apresentado na figura 6.

Figura 6. Estufa.



Fonte: O autor (2019).

A estufa funcionou com eficiência e eficácia, com o crescimento adequado das plantas sem ter muita preocupação na manutenção no dia a dia e com infestações de insetos. É possível ser utilizada dentro de apartamentos e de casas, sem muita intervenção manual para o desenvolvimento das plantas e sem o uso de

Estufa automatizada portátil residencial.

Ricardo Rall, Bruno M. Dias; Érika K. Hamaguti.

agrotóxicos, promovendo uma alimentação saudável e ajudando na sustentabilidade do meio ambiente.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a plataforma Arduino possibilitou a automatização de uma estufa residencial portátil para plantas orgânicas e também permitiu desenvolver um software, controlando o ambiente interno da estufa para manter as condições climáticas de maneira estável e, por consequência, atingindo um maior rendimento no crescimento das hortaliças plantadas, sem intervenção manual na plantação e sem ter a preocupação com infestações de insetos e doenças em geral, e com isso a melhoria da alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, E. et al. **Diferentes tipos de ambiente protegido e substratos na produção de pimenteiras**. Horticult. Bras., Vitória da Conquista, v. 35, n. 3, p. 458-466, set. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362017000300458&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 set. 2019.

DINIZ, A. M. **Sistema automatizado de aquisição, em tempo real, de umidade e temperatura do solo na irrigação**. 2017. 60 p. Tese (Doutorado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/2995>>. Acesso em: 22 set. 2019.

FERREIRA, R. L. F. et al. **Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo**. Bioscience Journal, v. 30, n. 4, 12 maio 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21864>>. Acesso em: 01 set. 2019.

LOUREIRO, J. F. et al. **Automação de estufa agrícola integrando hardware livre e controle remoto pela internet**. Revista de Computação Aplicada ao Agronegócio, Medianeira, v. 1, n. 1, p. 38-55, jun. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rcaa/article/view/7437/5290>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

LÚCIO, A. DC et al. **Heterocedasticidade entre fileiras e colheitas de caracteres produtivos de tomate cereja e estimativa do tamanho de parcela.** Hortic. Bras., Vitória da Conquista, v. 34, n. 2, p. 223-230, jun. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362016000200223&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr. 2020.

MARTINEZ, C. A. et al. **Respostas das plantas ao incremento atmosférico de dióxido de carbono e da temperatura** (Plants responses to increase in atmospheric carbon dioxide and temperature). Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 8, p. 635-650, dez. 2015. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233634/27223>>. Acesso em: 01 set. 2019.

MELO, D. F. de. **Desempenho da alface cultivada em ambiente protegido e a campo.** 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2018. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4156>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

NASCIMENTO, J. et al. **Utilização da plataforma Arduino no desenvolvimento de duas Unidades Didáticas em Ciências Naturais.** Enseñanza de las ciencias, [S.l.], n. extraordinário, p. 995-1002, 2017. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/184516>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

PALMIERI, A. M. et al. **Sistema automatizado para coleta de dados de umidade relativa e temperatura do ar** (Automated system for relative humidity and air temperature data acquisition). Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 636-648, ago. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162014000400004&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 22 set. 2019.

THEBALDI, M. S. et al. **Eficiência de sistemas de irrigação em mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes.** Ciênc. Florest., Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 401-410, jun. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982016000200401&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr. 2020.