

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



JOSEFA FERNANDA SARAIVA DE ALBUQUERQUE

**DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA ARTESANAL PARA APLICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Cajazeiras - PB

2023

JOSEFA FERNANDA SARAIVA DE ALBUQUERQUE

**DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA ARTESANAL PARA APLICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Tecnologia em
Automação Industrial do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
grau de Tecnólogo em Automação Industrial

Orientador: Prof. Dr. Alan Gonçalves Paulo e
Silva

Cajazeiras - PB

2023

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

A345d Albuquerque, Josefa Fernanda Saraiva de.
Desenvolvimento e controle de um protótipo de uma composteira artesanal para aplicações residenciais / Josefa Fernanda Saraiva de Albuquerque. - 2023.
26f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo Automação Industrial) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.
Orientador(a): Prof. Dr. Alan Gonçalves Paulo e Silva.
1. Sistema de controle automático. 2. Compostagem residencial. 3. Resíduos sólidos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 681.5(043.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

JOSEFA FERNANDA SARAIVA DE ALBUQUERQUE

DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA ARTESANAL PARA APLICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do Título de **Tecnólogo em
Automação Industrial**, pelo Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba -
Campus Cajazeiras.

Aprovado em 24 de março de 2023.

Membros da Banca Examinadora:

Alan Gonçalves Paulo e Silva

IFPB – Unidade Acadêmica de Industria

Emanoel Raimundo Queiroz Chaves Júnior

IFPB – Unidade Acadêmica de Industria

Gemierson Valois da Mota Candido

IFPB – Unidade Acadêmica de Industria

Gerônimo Barbosa Alexandre

IFPB – Unidade Acadêmica de Industria

Documento assinado eletronicamente por:

- **Emanoel Raimundo Queiroz Chaves Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2023 14:24:54.
- **Geronimo Barbosa Alexandre**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2023 14:41:52.
- **Alan Goncalves Paulo e Silva**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2023 15:00:21.
- **Gemerson Valois da Mota Candido**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2023 15:02:59.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/05/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 433789
Verificador: 347bc1bc09
Código de Autenticação:



Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CAJAZEIRAS / PB, CEP 58.900000

<http://ifpb.edu.br> - (83) 3532-4100

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, por ter me concedido o dom da vida e por estar sempre ao meu lado ajudando na minha caminhada.

Agradeço à minha família, por sempre me apoiar e acreditar em mim, pelos momentos de alegrias, por tudo que me ensinam e pelo que fazem por mim.

Agradeço ao meu orientador, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Aos meus amigos do IFPB pelo incentivo, carinho e auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso. Aos meus professores pelo conhecimento transmitido e por contribuírem com a minha formação.

Ao Instituto Federal da Paraíba, IFPB, pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte dessa etapa da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A compostagem é um processo capaz de transformar resíduos orgânicos em adubo natural, essa técnica pode ser facilmente aplicada e adaptada nas residências domésticas, o presente estudo tem por objetivo o desenvolvimento e controle de um protótipo de uma composteira artesanal para aplicações residenciais, a fim de desenvolver um modelo que funcione de forma automática, controlando os parâmetros mais relevantes (temperatura e umidade) de forma autônoma, resultando na aceleração da decomposição de alimentos orgânicos. Para tanto, foi necessário realizar uma pesquisa literária sobre a compostagem e as composteiras domésticas existentes no mercado; identificar, por meio de uma pesquisa de mercado, os componentes mais adequados para a construção da composteira residencial; desenvolver uma forma básica de controle dos componentes eletroeletrônicos do protótipo através de simulações computacionais; e realizar testes de validação do protótipo construído. Realizou-se, então, uma pesquisa descritiva e exploratória com abordagem qualitativa do problema. Foi possível concluir que esse estudo contribui para trabalhos futuros podendo aprimorar e implementar na prática a estrutura do protótipo e a sua parte elétrica.

Palavras-chave: Compostagem. Protótipo. Controle.

ABSTRACT

Composting is a process capable of transforming organic waste into natural fertilizer, this technique can be easily applied and adapted in domestic residences, the present study aims to develop and control a prototype of an artisanal compost bin for residential applications, in order to develop a model that works automatically, controlling the most relevant parameters (temperature and humidity) autonomously, resulting in the acceleration of the decomposition of organic foods. For that, it was necessary to carry out a literary research on composting and domestic composters on the market; identify, through market research, the most suitable components for building a residential compost bin; develop a basic form of control of the electronic components of the prototype through computational simulations; and carry out validation tests of the built prototype. A descriptive and exploratory research with a qualitative approach to the problem was then carried out. It was possible to conclude that this study contributes to future works, being able to improve and implement in practice the structure of the prototype and its electrical part.

Keywords: Composting. Prototype. Control.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Ciclo do processo da compostagem | 12 |
| Figura 2 - Compostagem em pilhas ou leiras | 13 |
| Figura 3 - Compostagem em lages..... | 14 |
| Figura 4 - Cilindro de compostagem de tela de arame..... | 15 |
| Figura 5 - Composteira cilíndrica com ferramenta manual | 15 |
| Figura 6 - Composteira doméstica feita de baldes | 16 |
| Figura 7 - Composteira elétrica portátil | 17 |
| Figura 8 - Ilustração do processo de resíduos em uma composteira elétrica portátil | 18 |
| Figura 9 - Esquemático do circuito desenvolvido..... | 21 |
| Figura 10 - Monitor serial da Arduino IDE | 22 |
| Figura 11 - Ilustração do protótipo de uma composteira artesanal residencial automática | 23 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| AGRADECIMENTOS..... | 3 |
| RESUMO..... | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| SUMÁRIO..... | 9 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1 OBJETIVOS | 11 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 11 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 COMPOSTAGEM..... | 12 |
| 2.2 TIPOS DE COMPOSTAGEM | 13 |
| 2.2.1 Compostagem em pilhas ou em leiras | 13 |
| 2.2.2 Compostagem em lages | 14 |
| 2.2.3 Compostagem cercada | 14 |
| 2.2.4 Compostagem mecânica | 15 |
| 2.3 COMPOSTAGEM DOMÉSTICA | 16 |
| 2.4 COMPOSTEIRA AUTOMÁTICA RESIDENCIAL | 17 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 18 |
| 3.1 CONTROLE DA COMPOSTEIRA | 18 |
| 3.1.1 Delineamento da pesquisa | 18 |
| 3.1.2 Material e métodos | 18 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 23 |
| REFERÊNCIAS..... | 25 |

1 INTRODUÇÃO

A compostagem é um conjunto de técnicas usadas para processar os restos de alimentos em adubo orgânico (Siqueira, 2021). O composto formado serve para plantações de pequeno e grande porte, como hortaliças, jardins e agricultura, trazendo assim, uma maior riqueza ao solo. O trabalho visa o desenvolvimento de uma composteira artesanal elétrica que facilite a obtenção de adubo orgânico por meio da redução do tempo de degradação dos resíduos, contribuindo também com a sustentabilidade nas cidades.

Visando abordar a problemática sobre como o desenvolvimento e controle de um protótipo de uma composteira artesanal pode influenciar nas aplicações residenciais, esse trabalho justifica-se pela necessidade de aplicar a compostagem em pequena escala nos ambientes domésticos/residenciais, que são causadores da maior porcentagem de resíduos orgânicos urbanos. A prática da compostagem caseira permite o proveito total dos rejeitos em forma de adubo natural e fertilizante, impedindo o descarte incorreto nos lixões e em aterros sanitários. Como opção de solução, foi sugerido uma composteira artesanal residencial automática, onde o foco principal do trabalho encontra-se no controle de duas variáveis, temperatura e umidade, por meio de simulações computacionais utilizando Arduino, sensor DHT11, relé, uma lâmpada incandescente como fonte de calor, pás giratórias e um cooler.

Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é desenvolver um protótipo de uma composteira artesanal que funcione de forma automática, controlando os parâmetros mais relevantes, temperatura e umidade, de forma autônoma, resultando na aceleração da decomposição de alimentos orgânicos. Como objetivos específicos, buscou-se realizar uma pesquisa literária sobre a compostagem e as composteiras domésticas existentes no mercado; identificar, por meio de uma pesquisa de mercado, os componentes mais adequados para a construção da composteira residencial; desenvolver uma forma básica de controle dos componentes eletroeletrônicos do protótipo através de simulações computacionais e realizar testes de validação do protótipo construído.

A metodologia utilizada compreendeu uma pesquisa básica, de abordagem qualitativa e de caráter exploratório e descritivo, a partir de uma revisão bibliográfica, apresentando uma visão geral sobre o desenvolvimento e controle de um protótipo de uma composteira artesanal para aplicações residenciais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 **Objetivo Geral**

Desenvolver um protótipo de uma composteira artesanal que funcione de forma automática, controlando os parâmetros mais relevantes (temperatura e umidade) de forma autônoma, resultando na aceleração da decomposição de alimentos orgânicos.

1.1.2 **Objetivos Específicos**

- Realizar uma pesquisa literária sobre a compostagem e as composteiras domésticas existentes no mercado;
- Identificar, por meio de uma pesquisa de mercado, os componentes mais adequados para a construção da composteira residencial;
- Desenvolver uma forma básica de controle dos componentes eletroeletrônicos do protótipo através de simulações computacionais;
- Realizar testes de validação do protótipo construído.

2 REVISÃO DE LITERATURA

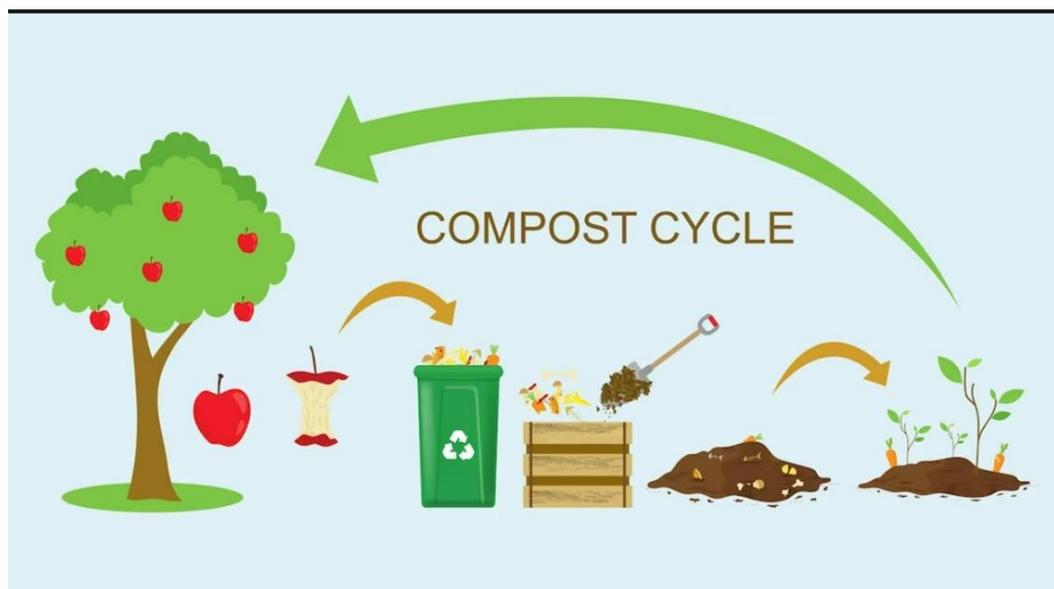
2.1 COMPOSTAGEM

A compostagem é uma técnica usada para transformar restos de alimentos ou lixo orgânico em adubo natural. Para isso são necessárias bactérias, fungos e minhocas, pois são esses organismos que transformam os alimentos em húmus, substância fértil e rica em nutrientes. A compostagem pode ser definida como o processo biológico de decomposição da matéria orgânica, resultando em um composto que pode ser usado como adubo ou fertilizante do solo, melhorando suas propriedades e beneficiando o cultivo (PEREIRA, 2019).

A compostagem ocorre naturalmente no meio ambiente, decompondo fezes, plantas e animais mortos e, devolvendo os nutrientes necessários para a natureza. Observando isso, o ser humano percebeu que poderia intervir e controlar esse processo utilizando técnicas que aceleram a degradação dos resíduos orgânicos para obter um fertilizante de boa qualidade (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Algumas das vantagens apresentadas pelo processo de compostagem são: a utilização do composto como adubo, em hortas e jardins; o enriquecimento de solos degradados; a diminuição da poluição no meio ambiente; redução de gás metano, que é gerado quando resíduos orgânicos são jogados em aterros sanitários e em lixões, dentre outros. A figura 1 ilustra o funcionamento de um ciclo básico do processo de compostagem.

Figura 1 - Ciclo do processo da compostagem



Fonte: Studio (2023).

Durante o processo de compostagem é importante considerar os parâmetros que atuam para obtenção de um composto rico em nutrientes adequado para ser utilizado em hortas, jardins e solos degradados. Dentre eles, os principais são: temperatura, umidade, aeração e a relação C/N (carbono e nitrogênio). Silva (2007) afirma que na compostagem de resíduos orgânicos, esses fatores irão interferir diretamente na qualidade final do composto, bem como no tempo necessário para a estabilização do mesmo. Além disso, os tipos de resíduos que serão utilizados também são importantes, pois também influenciam o processo, tanto no tempo total da compostagem, como na qualidade obtida.

2.2 TIPOS DE COMPOSTAGEM

2.2.1 Compostagem em pilhas ou em leiras

De acordo com Coelho (2013) esse método é bastante comum em locais que possuem um espaço maior, como empresas ou condomínios residenciais. Para montar, coloca-se uma lona no chão e por cima uma camada de folhas secas, em seguida o material orgânico, e mais uma camada de folhas. Repetindo as camadas, pode-se chegar até a uma altura de aproximadamente 1,5 metros. Durante o processo a temperatura mantém-se alta, evitando que insetos entrem na pilha. Depois que a temperatura baixa é possível peneirar e utilizar o composto gerado. A figura 2 mostra o aspecto físico deste tipo de compostagem, onde fica evidente a necessidade de maiores espaços devido a característica de construção imposta por este método.

Figura 2 - Compostagem em pilhas ou leiras



Fonte: Embrapa (2007).

2.2.2 Compostagem em lages

Esse processo é considerado um dos métodos mais simples de compostar, pois busca focar na destinação rápida dos resíduos orgânicos do que na formação de um adubo rico em nutrientes. Consiste em depositar os restos de alimentos diretamente em um canteiro, formando uma camada de até 20 centímetros. Depois de preenchida, o canteiro deve ser coberto com matéria seca. Nos próximos 20 dias, a camada formada de resíduos tem que ser misturada de uma a quatro vezes, para facilitar a oxigenação. Após aguardar cerca de 10 a 20 dias, mudinhas de hortaliças, por exemplo, poderão ser plantadas no canteiro que recebeu os rejeitos orgânicos (BALEEIRO, 2021). A figura 3 ilustra canteiros preparados para a aplicação deste método de compostagem.

Figura 3 - Compostagem em lages



Fonte: Drummond (2016).

2.2.3 Compostagem cercada

A compostagem cercada utiliza uma estrutura, como tela ou bambu, para construir um cesto capaz de atingir tamanhos maiores que a compostagem realizada em pilhas. Esse modelo é leve e de fácil manuseio (SILVA; RUFFINO, 2008). Possui uma capacidade maior de armazenamento, sendo ideal para compostar folhas secas, aparas de gramas e capins. A figura 4 mostra um exemplo da utilização da compostagem cercada, esse método é muito aplicado em residências com grandes jardins onde o material orgânico produzido retorna para o mesmo solo de onde saiu, adubando as mesmas plantas que produziram o material.

Figura 4 - Cilindro de compostagem de tela de arame



Fonte: Assimquefaz (2023).

2.2.4 Compostagem mecânica

Para a realização desse processo são utilizados recipientes cilíndricos que dispõem de uma ferramenta manual, ou de um motor, que permite os movimentos necessários para facilitar a mistura e a aeração do material orgânico dentro da composteira. Nesse caso, os resíduos são inseridos até atingir a capacidade máxima, ou então, a decomposição completa dos rejeitos e, a retirada do composto é de forma manual (PINTO, et al., 2015). Na figura 5 é possível observar uma desses modelos de composteira, no caso, uma composteira cilíndrica do tipo manual.

Figura 5 - Composteira cilíndrica com ferramenta manual



Fonte: Depot (2023).

2.3 COMPOSTAGEM DOMÉSTICA

A compostagem doméstica é considerada uma alternativa de pequena escala, ideal para o ambiente familiar que possui um espaço limitado, reduzindo a quantidade de resíduos orgânicos oriundos do consumo diário de alimentos da própria residência (MELO apud MASSUKADO, 2014). Segundo Brito (2008) a compostagem doméstica ou residencial também atende a todos os requisitos necessários para obtenção de um composto nutritivo que poderá ser aplicado tanto em hortas como em jardins residenciais, utilizando apenas os restos de alimentos domésticos.

O processo da compostagem doméstica pode ser realizado por meio da vermicompostagem, que ocorre quando há a presença de minhocas, além dos fungos e bactérias. E também pela compostagem seca, quando o processo é feito apenas pelos microrganismos sem a presença de minhocas. Podendo também utilizar e adaptar diversos materiais, como por exemplo caixas plásticas, baldes e garrafas PET, com o objetivo de se construir a composteira (BLASIUS et al., 2021). A figura 6 ilustra uma composteira doméstica confeccionada em baldes. O uso de matérias descartáveis para a confecção do sistema de compostagem caseiro, tende a contribuir grandemente para a reciclagem de resíduos não somente orgânicos, isso confere a este sistema a capacidade de trabalhar em duas vertentes de reaproveitamento de resíduos.

Figura 6 - Composteira doméstica feita de baldes



Fonte: Sousa (2021).

2.4 COMPOSTEIRA AUTOMÁTICA RESIDENCIAL

Esse tipo de composteira automática transforma a matéria orgânica em adubo natural em um tempo de 24 horas ou 5 dias dependendo do tipo de alimento e da quantidade a ser processada, reduzindo, significativamente, o tempo necessário para a compostagem. Por ser movida a energia elétrica, esse processo torna-se um modo mais simples, prático e rápido de se fazer compostagem em ambientes como, casas, apartamentos, restaurantes, lanchonetes, escolas, hotéis, entre outros (ECYCLE, 2019). A figura 7 nos mostra um desses modelos existentes no mercado. Talvez o que possa vir a ser uma desvantagem destes modelos de composteiras automáticas seja o seu custo relativamente mais elevado, tendo em vista que existe todo um trabalho especial para a sua confecção além destes projetos também incluem sistemas eletromecânicos de controle e atuação, que tendem a encarecer o protótipo, em contrapartida, o seu alto desempenho pode justificar a sua aquisição.

Figura 7 - Composteira elétrica portátil

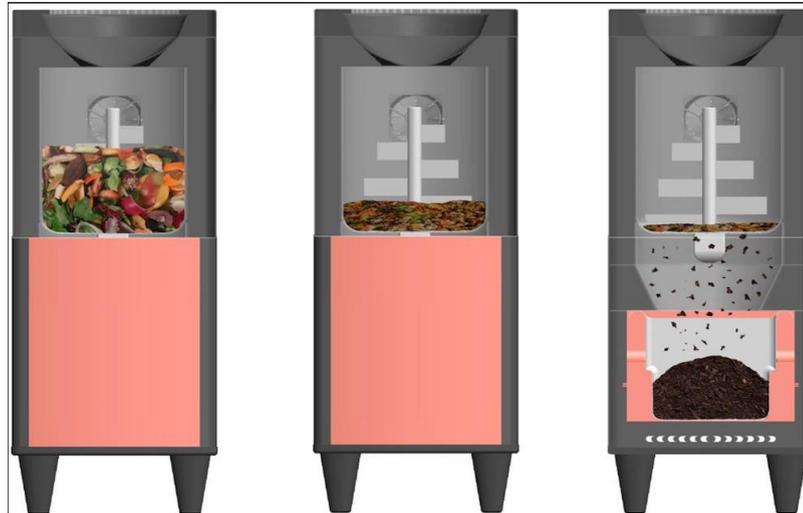


Fonte: Hypeness (2016).

Outro ponto positivo de se utilizar esse tipo de composteira é a possibilidade de processar qualquer tipo de alimento, principalmente carne e ossos. O processo ocorre por meio da ação das bactérias que se multiplicam em temperaturas altas e vivem por um longo período. As lâminas são responsáveis por triturar e misturar bem os resíduos facilitando ainda mais o trabalho das bactérias (HYPENESS, 2015). E após o final do processo, o composto formado é separado automaticamente em uma caixa removível no interior da composteira. A figura 8 mostra um modelo de como ocorre o processamento de resíduos dentro de uma composteira automática, onde os resíduos orgânicos são depositados em seu compartimento superior e em seguida são triturados através do sistema de

lâminas controlados por motores elétricos, o resultado final é apenas o composto orgânico pronto para o seu uso.

Figura 8 - Ilustração do processo de resíduos em uma composteira elétrica portátil



Fonte: Ries (2018).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia é fundamental para a elaboração de um trabalho de pesquisa, pois segundo Michel (2009) a metodologia é a maneira de organizar e planejar o trabalho para que sejam alcançados os resultados pretendidos por meio da solução do problema. Fazendo-se necessária para o conhecimento e a definição dos métodos empregados em um trabalho de pesquisa, em função do tema, problema e objetivos traçados. Dito isto, esta seção é dedicada a relatar os procedimentos metodológicos desenvolvidos durante a execução deste projeto.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica, uma vez que gera conhecimento, focando na melhoria de teorias científicas já existentes (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A pesquisa foi realizada com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o tema proposto, proporcionando maior familiaridade com o problema. Além de não intervir no ambiente, foi descrito apenas o que foi observado, logo, o objetivo da pesquisa é exploratório e descritivo. As pesquisas exploratórias têm como finalidade desenvolver maior familiaridade com o problema. Já a pesquisa descritiva tem por finalidade descrever as características de um fenômeno, população e experiência (GIL, 2002, p. 41).

Para alcançar os objetivos propostos e melhor a apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa. “Na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70).

Com o intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva. De acordo com Gil (2002, p. 42), a pesquisa descritiva “envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário e a observação sistemática”.

Para obtenção dos dados necessários, foi utilizada uma pesquisa de revisão de literatura. A pesquisa foi realizada durante os meses de março e maio de 2023.

Portanto, pode-se caracterizar esta pesquisa por natureza básica como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa do problema e realizada por meio da pesquisa bibliográfica.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos no presente trabalho, foi elaborada uma revisão bibliográfica, tendo como meios de fundamentação teórica artigos científicos, institucionais, comunitários e cartilhas disponíveis on-line, compreendidas no período de 2008 a 2023. Desconsiderando os artigos repetidos ou que fugiam do tema proposto da pesquisa.

Para o desenvolvimento do tema central deste trabalho, foram adquiridos componentes e utilizadas técnicas de simulação e prototipagem de circuitos eletrônicos, que auxiliaram no desenvolvimento das suas características de funcionamento, bem como, culminaram no desenvolvimento e um possível *software* programado via Arduino IDE, *software* este que poderá ser utilizado em uma versão física projetada a partir dos estudos aqui desenvolvidos.

O Arduíno é um dispositivo que pode ser usado em sistemas autônomos e de simples solução, permitindo acesso fácil aos diagramas dos circuitos. A escolha desse componente se dá, principalmente, pelo fato de interagir com outros componentes eletrônicos, como sensores e relés, que podem ser conectados a uma protoboard.

Para o monitoramento da temperatura e umidade da simulação, foi utilizado um sensor DHT11. Esse componente é ideal para projetos que controlam a climatização em determinados ambientes, podendo ser usado junto com o Arduino.

Para o acionamento da lâmpada e cooler, foi utilizado relés. Esses componentes são os interruptores capazes de ligar e desligar automaticamente a lâmpada e o cooler de acordo com base estabelecida na lógica e no sinal advindo do microcontrolador Arduino.

3.3 CONTROLE DA COMPOSTEIRA

O circuito de comando da composteira desempenha o papel de fundamental importância ao longo do processo de compostagem. Utilizando o poder de processamento da plataforma Arduino e seus componentes, foi possível desenvolver um sistema bastante responsivo, capaz de reagir bem aos parâmetros pré estabelecidos, permitindo assim que seja possível controlar e monitorar os parâmetros inerentes ao processo de compostagem proposto.

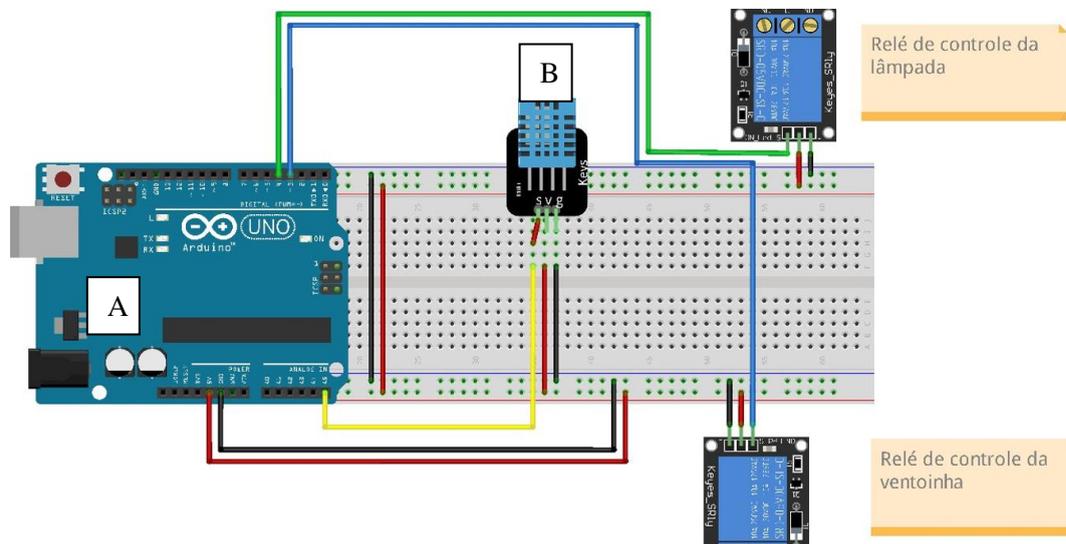
O microcontrolador Arduino na lógica de comando proposta, trabalha lado a lado com o sensor de temperatura e umidade DHT11, para que assim o mesmo possa saber quais os parâmetros internos e saber reagir da forma que a lógica estabelecida requer. Posteriormente à aquisição de dados do sensor é decidido se a temperatura interna está dentro dos valores aceitáveis ou não, acionando a lâmpada interna que é utilizada como fonte de calor, ou, acionando o cooler ou ventoinha caso a temperatura tenha excedido o aceitável. A temperatura interna deve ser maior ou igual a 35 °C e menor que 40 °C, com base nisso pode ocorrer três condições distintas baseadas na temperatura de trabalho:

- Quando a temperatura interna for menor que 35 °C, será necessário aquecer a estufa interna e para isso é acionada a fonte de calor, que neste caso é a lâmpada;
- incandescente, obrigatoriamente durante o aquecimento o cooler deve permanecer desligado para que a eficiência do aquecimento não seja prejudicada;
- Uma vez dentro da faixa de operação de trabalho pré estabelecida o sistema entra em estado de repouso, não sendo mais necessário aquecer ou resfriar a estufa interna, portanto, nessa condição, a lâmpada e o cooler encontram-se desligados;
- Quando a temperatura excede os 40 °C é necessário reverter a lógica apresentada na primeira condição, neste caso, a ventoinha entrará em ação para promover o resfriamento da estufa interna, enquanto isso, a lâmpada permanecerá desligada para que a eficiência do resfriamento interno não seja prejudicada.

A figura 9 abaixo apresenta o esquema do circuito de controle proposto, onde a ventoinha e a lâmpada utilizadas estão representadas por terminais de acionamentos presentes em

relés, pois são estes componentes relés que de fato vão realizar o acionamento destes dois dispositivos com base na lógica estabelecida e no sinal advindo do microcontrolador Arduino. Na imagem é possível observar os principais componentes utilizados na execução do sistema de controle. A representação dos relés já está definida na figura, em “A” é possível ver o microcontrolador Arduino, peça fundamental na execução do projeto, basicamente este componente é o “cérebro” responsável por comandar as rotinas pré programadas e acionar os componentes quando necessário. Em “B” é possível ver o sensor de temperatura e umidade DHT11, o mesmo é responsável por monitorar estas duas variáveis dentro do ambiente controlado da composteira e enviar estas informações para o microcontrolador que decide qual operação será realizada.

Figura 9 - Esquemático do circuito desenvolvido



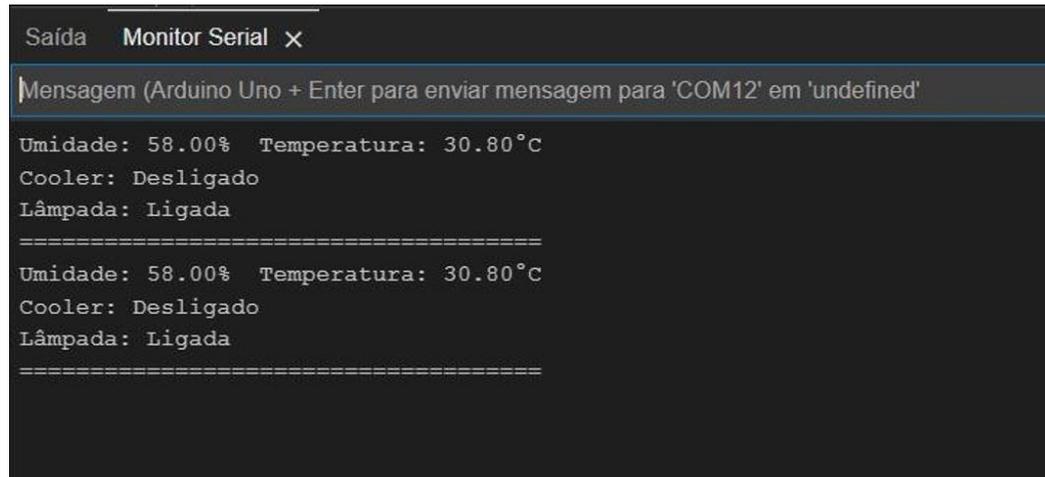
Fonte: Autoria própria (2023).

Posterior a montagem, foi realizada a programação do microcontrolador Arduino para que o mesmo pudesse comandar as lógicas necessárias para o funcionamento adequado do sistema. E para isto, foi utilizado a própria IDE do Arduino, um *software* livre poderoso disponibilizado pela plataforma Arduino para ser utilizado como ferramenta juntamente com suas placas.

A figura 10 mostra um vislumbre do monitor serial do Arduino IDE. O monitor serial é uma das várias ferramentas disponíveis dentro do ambiente da Arduino IDE, com esta ferramenta e o microcontrolador devidamente programado, é possível exibir informações do sistema proposto na tela de um computador utilizando apenas o cabo USB como canal de comunicação entre os dois dispositivos. Com esta ferramenta é possível verificar em tempo real

as medições realizadas pelo sensor de temperatura e umidade DHT11, também é possível verificar o estado dos relés responsáveis pelo acionamento da ventoinha e da lâmpada interna respectivamente. Como pode ser constatado, a temperatura no momento do registro é de 30,8 °C, neste caso, está sendo executada a rotina de aquecimento da estufa, onde a lâmpada está ativa enquanto a ventoinha permanece desligada.

Figura 10 - Monitor serial da Arduino IDE

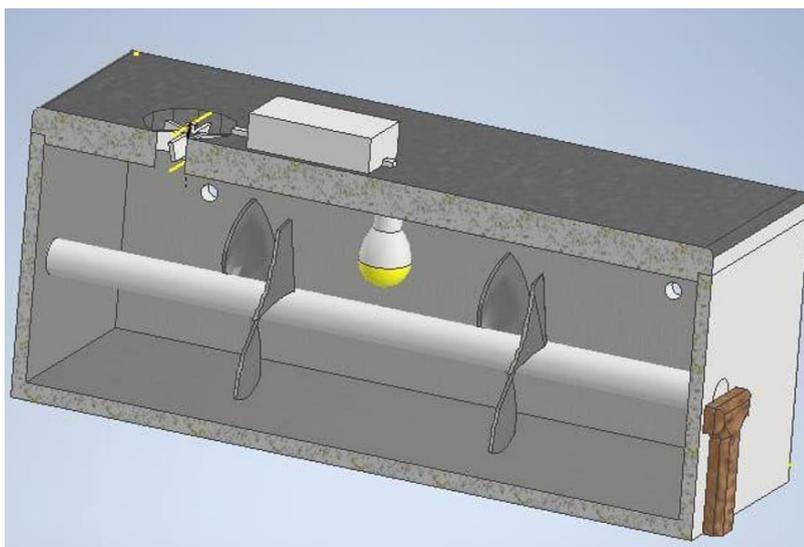


```
Saída Monitor Serial X
Mensagem (Arduino Uno + Enter para enviar mensagem para 'COM12' em 'undefined')
Umidade: 58.00% Temperatura: 30.80°C
Cooler: Desligado
Lâmpada: Ligada
=====
Umidade: 58.00% Temperatura: 30.80°C
Cooler: Desligado
Lâmpada: Ligada
=====
```

Fonte: Autoria própria (2023).

A próxima figura, a figura 11, ilustra, por meio de um desenho feito no Autodesk Inventor, a montagem do protótipo de uma composteira residencial automática de como poderia ficar na prática. O desenho do recipiente representa uma caixa de poliestireno expandido (caixa de isopor) com 26,5 cm de comprimento, 19,5 cm de largura e 23,5 de altura, com capacidade de até 4 litros para manter os materiais orgânicos. O circuito acima poderia ser bem adaptado na tampa com furos para facilitar a passagem dos fios para a lâmpada, cooler e o sensor DHT11. Os furos na parte superior das laterais são necessários para auxiliar na aeração do composto e a haste com pás giratórias, seriam controladas por um motor de passo, tendo como função principal misturar os resíduos orgânicos dentro do recipiente.

Figura 11 - Ilustração do protótipo de uma composteira artesanal residencial automática



Fonte: Autoria própria (2023).

4 CONCLUSÃO

Os objetivos do estudo foram alcançados, visto que foi possível realizar uma pesquisa literária sobre a compostagem e as composteiras domésticas existentes no mercado; identificar, por meio de uma pesquisa de mercado, os componentes mais adequados para a construção da composteira residencial; desenvolver uma forma básica de controle dos componentes eletroeletrônicos do protótipo através de simulações computacionais; realizar testes de validação do protótipo construído.

Por meio de simulações computacionais utilizando componentes simples como o Arduino, o sensor DHT11, relés, uma lâmpada incandescente, pás giratórias e ventoinhas, foi possível constatar que o desenvolvimento de um sistema de compostagem automatizado de baixo custo é plenamente possível, podendo atender residências que possuem uma produção de resíduos orgânicos consideráveis.

A prática da compostagem caseira quando plenamente implementada, permitirá o proveito total dos rejeitos em forma de adubo natural e fertilizante. Tendo como solução para tal, o fomento de uma composteira artesanal residencial automática, capaz de controlar a temperatura e a umidade dos resíduos orgânicos.

Assim, é possível afirmar, que este estudo é capaz de contribuir significativamente para o fomento de trabalhos futuros que possuem foco neste viés de conhecimento, com esta pesquisa podendo ser utilizada como base para o desenvolvimento e aprimoramento das

técnicas aqui explanadas, contribuindo assim para a comunidade acadêmica e sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

- ASSIMQUEFAZ. **13 Maneiras Criativas de Fazer caixa de Compostagem**. 2023. Disponível em: <https://www.assimquefaz.com/13-maneiras-criativas-de-fazer-caixa-de-compostagem/>. Acesso em: 30 maio 2023.
- BALEEIRO, André Vinícius Freire. **Compôr para Decompor Construindo uma Rede de Compostagem Comunitária**. Goiás, 2021.
- BLASIUS, Jandir Pereira; BEINOTTI, Larissa Galassi; SANTOS, Rodolfo Busolin Alves dos; DUARTE, Willian Naves. **Manual Prático de Compostagem**. Araras – SP, 2021.
- BRITO, Márcio José Costa. **Processo de Compostagem de Resíduos Urbanos em Pequena Escala e Potencial de Utilização do Composto como Substrato**. ARACAJU – SE, 2008.
- COELHO, Vinicius Teixeira. **Desenvolvimento de um Protótipo de uma Composteira Eletrônica para Uso Residencial**. Florianópolis, 2013.
- DEPOT, The Home. **Composteira cilíndrica com ferramenta manual**. 2023. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/381891243404679865/>. Acesso em: 30 maio 2023.
- DRUMMOND, Alice. **PROGRAMA LIXO ORGÂNICO ZERO EM LAGES-SC**. 2016. Disponível em: <https://plataformaituiutabalixozero.wordpress.com/2016/03/08/programa-lixo-organico-zero-em-lages-sc-por-germano-guttler/>. Acesso em: 30 fev. 2023.
- ECYCLE. **Composteira automática traz agilidade e eficiência no reaproveitamento de resíduos domésticos**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/2324-composteira-eletrica.html>. Acesso em 25 de março de 2023.
- EMBRAPA. **Fabricação de composto orgânico**. 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/806/fabricacao-de-composto-organico>. Acesso em: 30 maio 2023.
- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2022.
- HYPENESS. Em apenas 24 horas, esta composteira elétrica portátil transforma lixo orgânico em adubo. 2016. Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2016/11/em-apenas-24-horas-esta-composteira-eletrica-portatil-transforma-lixo-organico-em-adubo/>. Acesso em: 30 maio 2023.
- HYPENESS. Composteira automática promete facilitar a vida de quem quer reciclar. Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2015/02/composteira-automatica-promete-facilitar-a-vida-de-quem-quer-reciclar-materiais-organicos-em-casa/>>. Acesso em 18 de maio de 2023.
- MELO, Simara Lôbo de. **Análise do Uso De Compostagem Doméstica em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social na Cidade de São Domingos – Bahia**. Salvador – BA, 2014.

MICHEL, Maria Helena. Metodologia e Pesquisa Científica em Ciências Sociais. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEREIRA, Eduardo Vinícius. Resíduos Sólidos. São Paulo: Senac, 2019.

PINTO, Tarcísio de Paula; et al. Guia Para a Compostagem Coberta Sem Odores Sem Líquidos Rápida. Brasília, 2015.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIES, Júlia. Compostela. 2018. Disponível em: <https://www.dad.puc-rio.br/portfolio/compostela/>. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, Lucimar Novais da. Processo de Compostagem com Diferentes Porcentagens de Resíduos Sólidos Agroindustriais. Cascavel - Paraná, 2007.

SILVA, Edenilda Aparecida da; RUFFINO, Sandra Fagionato. Guia de Montagem e Manutenção de Composteiras. São Carlos – SP, 2008.

SIQUEIRA, Samira Alvim de. Cartilha de Compostagem Doméstica. Porto Velho, 2021.

SOUSA, Marcia. 4 Modelos de composteira doméstica de baixo custo. 2021. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/faca-voce-mesmo/4-modelos-de-composteiras-domesticas-de-baixo-custo/>. Acesso em: 30 maio 2023.

STUDIO, Hunia. Processo de reciclagem de resíduos orgânicos para compostagem. 2023. Disponível em: https://br.freepik.com/vetores-premium/processo-de-reciclagem-de-residuos-organicos-para-compostagem_16596030.htm. Acesso em: 30 maio 2023.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. Compostagem. Piracicaba – São Paulo, 2008.



Documento Digitalizado Restrito

Entrega do TCC

Assunto: Entrega do TCC
Assinado por: Josefa Fernanda
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Josefa Fernanda Saraiva de Albuquerque, ALUNO (201812030014) DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL - CAJAZEIRAS, em 31/05/2023 22:54:06.

Este documento foi armazenado no SUAP em 31/05/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 843123
Código de Autenticação: 4eaf50a4f9

