



## AUTOMATIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM COM ARDUINO UNO E SENSORES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XII-011>

Barbara Gobato dos Santos (\*), Priscila Soraia da Conceição, Guilherme Bertoldo

\* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, barbaragobato@alunos.utfpr.edu.br.

### RESUMO

A compostagem tem como finalidade obter mais rapidamente e em melhores condições a estabilização da matéria orgânica, que diferentemente do processo de decomposição que ocorre na natureza, é um processo controlado e monitorado para que condições ideais sejam mantidas. Diversos fatores precisam ser monitorados e controlados para que a compostagem gere um insumo desejável. Alguns desses fatores, como a temperatura e o teor de água podem ter um controle automatizado.

Este estudo avaliou a viabilidade de automatizar a medição da temperatura e do teor de água utilizando os componentes eletrônicos Arduino Uno R3, o sensor de temperatura DS18B20 e o sensor de umidade de solo resistivo. Os resultados revelaram que o monitoramento automatizado, baseado nos dados dos sensores, foi comparável aos obtidos por métodos tradicionais, com o uso de termômetro digital e análise laboratorial de teor de água. No entanto, o monitoramento convencional consome tempo e recursos, exigindo análises frequentes e trabalho manual. Por outro lado, a automatização proporcionou uma economia significativa de tempo e recursos, além de resultados imediatos. Assim, a introdução de um sistema automatizado mostra-se uma abordagem promissora para otimizar o processo de compostagem, tornando-o mais eficiente e prático.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automatização, Compostagem, Arduino Uno, Temperatura, Teor de água.

### ABSTRACT

Composting aims to stabilize organic matter more quickly and under better conditions, which, unlike the decomposition process that occurs in nature, is a controlled and monitored process so that ideal conditions are maintained. Several factors need to be monitored and controlled so that composting generates a desirable input. Some of these factors, such as temperature and water content, can be automated.

This study evaluated the feasibility of automating the measurement of temperature and water content using the Arduino Uno R3 electronic components, the DS18B20 temperature sensor and the resistive soil moisture sensor. The results revealed that automated monitoring, based on sensor data, was comparable to those obtained by traditional methods, using a digital thermometer and laboratory analysis of water content. However, conventional monitoring is time and resource consuming, requiring frequent analysis and manual work. On the other hand, automation provided significant savings in time and resources, in addition to immediate results. Thus, the introduction of an automated system appears to be a promising approach to optimizing the composting process, making it more efficient and practical.

**KEY WORDS:** Automation, Composting, Arduino Uno, Temperature, Water content.

### INTRODUÇÃO

A quantidade de resíduos gerados globalmente continua a aumentar, sendo diretamente influenciada pelo padrão de consumo e pelos métodos de produção da sociedade moderna. A Organização das Nações Unidas (ONU) e a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) estimam que a produção anual mundial de resíduos sólidos, abrangendo áreas urbanas, industriais, comerciais, de demolição e construção civil, atinge até 10 bilhões de toneladas. Além disso, quando considerados os resíduos provenientes da agricultura, silvicultura e mineração, esse valor pode ser até três vezes maior, como mencionado por Jacqueline Mazini Lafratta (2022).

Jacqueline Mazini Lafratta (2022) destaca que, em 2018, o Banco Mundial estimou que a geração anual de resíduos orgânicos no mundo atingia 1 bilhão de toneladas, aproximadamente 2,7 milhões de toneladas por dia. Ademais, a autora afirma que a fração orgânica pode crescer em torno de 80% até 2050 como consequência do crescimento populacional e a urbanização dos próximos anos. Neste contexto, o tratamento e aproveitamento da fração



orgânica dos resíduos por meio da compostagem representa uma alternativa viável para reduzir substancialmente a quantidade de resíduos orgânicos que são descartados em aterros sanitários ou de maneira inadequada.

Brunah Wagner (2017) explica que a compostagem tem como finalidade obter mais rapidamente e em melhores condições a estabilização da matéria orgânica, que diferentemente do processo de decomposição que ocorre na natureza, é um processo controlado e monitorado para que condições ideais sejam mantidas. De acordo com Luan D. Rodrigues (2021), diversos fatores precisam ser controlados para que a compostagem gere um insumo desejável. Alguns desses fatores, como a temperatura e o teor de água podem ter um controle automatizado.

Roger Nabeyama Michels (2017), justifica que a automatização de processos representa um significativo avanço tecnológico em diversas áreas do conhecimento e setores produtivos. Como resultado, tarefas anteriormente executadas por seres humanos passaram a ser realizadas por máquinas, otimizando a alocação de recursos, como tempo, dinheiro e pessoas. A necessidade de automatizar atividades surge devido ao tempo considerável que seria gasto ao executá-las manualmente, em comparação com a eficiência alcançada quando programadas para serem executadas por sistemas automatizados. Esses sistemas são capazes de determinar as medidas de fatores rapidamente, desde que sejam empregados com os sensores adequados.

Assim, identificou-se a necessidade de investigar a viabilidade de automatizar a medição da temperatura e do teor de água em processos de compostagem.

## OBJETIVO

Avaliar a viabilidade de automatizar a medição da temperatura e do teor de água em processos de compostagem utilizando o modelo Arduino Uno R3, o sensor de temperatura DS18B20 e o sensor de umidade de solo resistivo.

## METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Francisco Beltrão durante o período de setembro a dezembro de 2023 e compreendeu as seguintes etapas: Montagem das composteiras para comparação do monitoramento convencional e automatizado; Desenvolvimento de um circuito eletrônico e da programação para realização da leitura dos sensores; e Comparação das medidas resultantes dos dois tipos de monitoramento.

Para a realização da montagem de três composteiras (composteira 1, composteira 2, composteira 3) foram utilizados resíduos de hortifruti, poda e esterco bovino, onde os métodos desenvolvidos para a montagem das leiras foram baseados nos estudos de Laura Silva Camargo (2021).

O desenvolvimento do circuito eletrônico para o monitoramento automatizado da temperatura e do teor de água foi composto por uma placa microcontroladora, sensores de temperatura e de umidade entre outros componentes secundários (protoboard, jumpers e resistores). A placa microcontroladora Arduino Uno R3 foi responsável pela leitura dos sensores de temperatura DS18B20 (tipo sonda) e de umidade de solo (tipo garfo resistivo). Para programar o Arduino Uno R3, foi utilizado um código responsável pelo controle das variáveis de temperatura e de teor de água. A programação desse código foi realizada no *software Arduino IDE* utilizando a linguagem C.

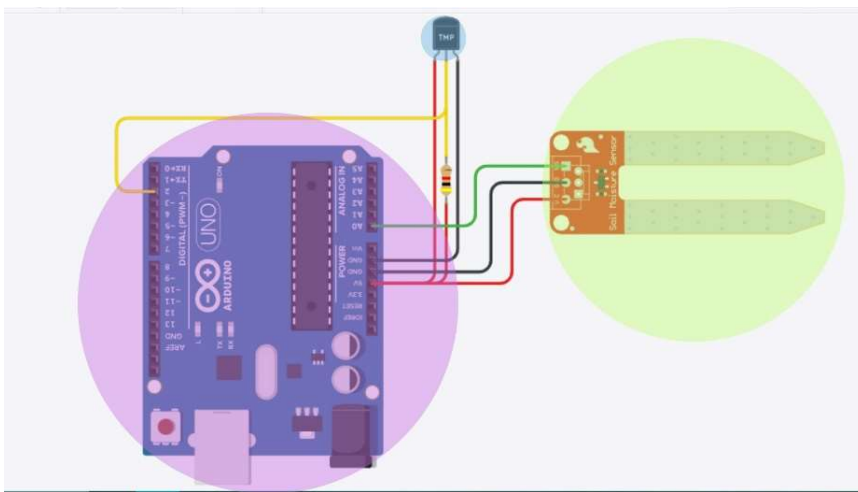
Em consonância com os estudos de Wallef Ferreira Santos (2021), o sensor de temperatura DS18B20 foi aplicado no presente trabalho. Esse sensor é capaz de ler valores de temperatura, interpretá-los e enviar a informação em graus Celsius para o microcontrolador, utilizando o protocolo de comunicação I2C. O DS18B20 pode medir temperaturas entre -55 °C e 125 °C, com uma precisão de aproximadamente 0,5 °C na faixa de -10 °C a +85 °C. Além disso, o sensor possui resistência à oxidação, o que o torna útil para o monitoramento da temperatura em compostagem úmida. A leitura da medida de temperatura pelo sensor ocorreu no centro da composteira, região onde ocorrem as maiores temperaturas, como explicado por Brunah Wagner (2017).

Para aferir o teor de água por meio do sensor de umidade de solo resistivo, procedeu-se à sua calibração, empregando valores extremos de teor de água provenientes das análises laboratoriais convencionais de poda seca e poda molhada. Esse procedimento foi essencial para garantir a precisão das medições realizadas pelo sensor. Após a calibração, as medições pelo sensor prosseguiram através de amostras representativas de partes da composteira.

Para garantir a veracidade da automatização, as medidas de temperatura e de teor de água coletadas pelos sensores na idade de 22 dias e de 91 dias das composteiras foram comparadas com aquelas obtidas por meio de termômetro digital e análise laboratorial de teor de água. Essa comparação teve como objetivo validar a precisão dos dados coletados pelo Arduino Uno R3. Na idade de 22 dias das composteiras foram comparadas as medidas de temperatura pelos dois tipos de medição (manual e automatizado). Já na idade de 91 dias das composteiras, o mesmo foi realizado, porém para o teor de água.

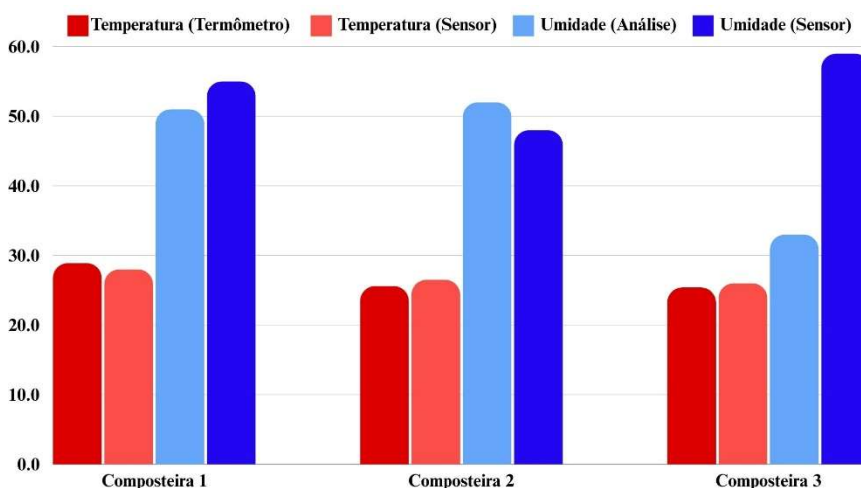
## RESULTADOS

Na Figura 1, apresenta-se a representação da montagem do circuito no ambiente simulador *Tinkercad*. O círculo em roxo representa o Arduino Uno R3, enquanto o círculo azul corresponde ao sensor de temperatura. Por sua vez, o círculo verde simboliza o sensor de umidade de solo.



**Figura 1: Montagem do circuito no ambiente simulador *Tinkercad*. Fonte: Autor do Trabalho.**

Observou-se que o sensor de temperatura tipo sonda atende muito bem às necessidades, tendo uma variação de erro máxima de 0,9°C (Figura 2).



**Figura 2: Comparação dos resultados obtidos por meio dos sensores e métodos tradicionais na idade de 22 e de 91 dias das leiras. Fonte: Autor do Trabalho.**

Em relação aos resultados comparativos entre a automatização e a análise laboratorial de teor de água, observou-se que apenas a composteira 3 apresentou uma grande diferença de 26%. Já as composteiras 1 e 2 tiveram uma diferença menor, de apenas 4%. A discrepância de 26% observada na composteira 3, ao comparar os resultados



entre a automatização e a análise laboratorial de teor de água, pode ser atribuída a possíveis erros laboratoriais ou à sensibilidade do sensor no momento da aferição.

## CONCLUSÕES

Por meio do desenvolvimento deste trabalho, pode-se concluir que a implementação do sistema utilizando Arduino Uno R3 ocorreu de maneira satisfatória. Foi possível verificar que o monitoramento da composteira por meio dos dados mensurados pelos sensores de temperatura e de umidade atingiram resultados semelhantes aos resultados por meio de termômetro digital e análise laboratorial de teor de água.

Portanto, o monitoramento e controle tradicional da compostagem demandam análises frequentes e trabalho manual, as quais consomem tempo. A introdução de um sistema automatizado proporciona economia significativa de tempo e recursos e a obtenção de resultados imediatos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lafratta, J. M. **Aplicabilidade do conceito de internet das coisas em um sistema de compostagem**. Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp. Limeira, 2022. Disponível em <https://hdl.handle.net/20.500.12733/3495>. Acesso: 31 de março de 2024.
2. Wagner, Brunah. **Utilização de um sistema de baixo custo para o monitoramento dos parâmetros temperatura e umidade em composteiras**. Repositório institucional da UTFPR. Curitiba, 2017. Disponível em <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3386>. Acesso: 31 de março de 2024.
3. Rodrigues, Luan D., Pereira, R. M., Palmeira, D. W. F., Silva, G. H. A., Leite, M. A. F., Silva, J. S. **Controle de temperatura e de umidade de uma composteira utilizando o ESP32**. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Agroinformática. Online: SBIAgro, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18375>. Acesso: 31 de março de 2024.
4. Michels, R. N., Bertozzi, J., Hashimoto, E. M., Junior, I. T., Dal Bosco, T. C. **Importância da automação e da estatística no processo de compostagem**. Dal Bosco, TC, Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas (241-254). São Paulo, 2017: Blucher. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5151/9788580392371-09>. Acesso: 31 de março de 2024.
5. Camargo, L. S.; 2021. **Estudo Experimental do Aproveitamento de Resíduos Orgânicos no Processo de Compostagem**. Repositório Institucional UNISAGRADO. Bauro, 2021. Disponível em <https://repositorio.unisagrado.edu.br/jspui/handle/handle/147>. Acesso: 31 de março de 2024.
6. Santos, W. F. **Equipamento de baixo custo para monitorar temperatura e umidade de forma contínua e remota: aplicação na compostagem**. Repositório Institucional Ufal. Maceió, 2021. Disponível em <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/12626>. Acesso: 31 de março de 2024.