

Sistema open-source de baixo custo para checagem de dados em tempo real aplicado à compostagem

Low-cost open-source system for real-time data checking applied to composting

Guilherme Quereza Vieira
guiquereza@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Roger Nabeyama Michels
rogermmichels@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Leonardo Galice Chies
leonardo.g.chies@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

João Paulo Bachega
joaopaulobachega@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

Tatiane Cristina Dal Bosco
tatianedalbosco@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

Basima abdurahiman
basimaabdu@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

Denise Maki Ota
denisemaki28@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

Ramilly M. de Azevedo Oliveira
meneses
ramillymeneses@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil

Recebido:

Aprovado:

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



RESUMO

A compostagem é um processo de biodegradação de resíduos orgânicos que tem crescido cada vez mais, devido à preocupação com a sustentabilidade e preservação do planeta. Para a medição da performance desse processo, uma variável muito importante é a temperatura, a qual tem de ser monitorada e aferida constantemente. Para isso, um sistema de coleta automatizada usando a placa Arduino (uma plataforma open-source de prototipagem), se encaixa perfeitamente. Além do mais, observando o ganho de automação que um sistema para checagem de dados em tempo real - através de um celular - ofereceria, o desenvolvimento dele, foi o propósito deste trabalho. O sistema foi montado em uma composteira usando a placa Arduino, um datalogger formado pelos módulos cartão SD e RTC (Real Time Clock), um módulo Bluetooth e 10 sensores instalados em diferentes pontos da composteira. O resultado foi uma adição de automação e tecnologia em um sistema já muito eficiente e confiável, custando apenas cerca de 55 dólares, o que pode ser considerado um ótimo custo x benefício. Além disso, pode-se notar a confiabilidade e robustez que o sistema apresentou, se mostrando uma ótima solução para projetos que necessitem de uma alternativa automatizada, prática e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino (Controlador programável). Compostagem. Automação.

ABSTRACT

Composting is a process of biodegradation of organic waste that has grown more and more, due to the concern with the sustainability and preservation of the planet. For the measurement of the performance of this process, a very important variable is the temperature, which has to be constantly monitored and gauged. For this, an automated collection system using the Arduino board (an open-source prototyping platform), fits perfectly. Furthermore, observing the automation gain that a system for checking data in real time - through a cell phone - would offer, the development of it, was the purpose of this work. The system was mounted on a composter using the Arduino board, a datalogger formed by the SD card and RTC (Real Time Clock) modules, a Bluetooth module and 10 sensors installed at different points of the composter. The result was an addition of automation and technology in an already very efficient and reliable system, costing only about 55 dollars, which can be considered a great cost x benefit. In addition, it can be noted the reliability and robustness that the system presented, proving to be a great solution for projects that need an automated, practical and low cost alternative.

KEYWORDS: Arduino (Programmable controller). Composting. Automation.



INTRODUÇÃO

Com o crescimento da preocupação com a sustentabilidade e preservação do planeta, processos de biodegradação de resíduos orgânicos têm sido cada vez mais utilizados. Em especial a compostagem que é um processo de reciclagem de resíduos orgânicos diversos por meio da biodegradação. Este método torna um resíduo orgânico em um fertilizante que pode ser utilizado na agricultura ou na recuperação de terra degradada (SOUZA et al., 2015).

No processo de compostagem, a temperatura é a principal variável, pois ela que determinará a sucessão das populações microbianas e sua representatividade nas fases de degradação, sendo elas a mesofílica e a termofílica. A temperatura também pode ser usada como referencial de indicação da evolução e qualidade do processo (HECK et al., 2013), por isso, sua medição e monitoramento constantes é de extrema importância.

Há várias formas de executar essa medição, uma delas é feita utilizando o termômetro de mercúrio tradicional, o que é bastante oneroso, pois requer que uma pessoa registre manualmente esse dado, além de não cobrir vários pontos da composteira ao mesmo tempo. Há também o fato de não se poder executar medições 24 horas por dia, o que é um outro ponto fraco deste método. Outra forma, é uma alternativa automatizada, usando sensores de temperatura ligados a um datalogger formado pela placa Arduino e módulos ligados a ela.

A plataforma Arduino é uma placa eletrônica de prototipagem de hardware e software livres que é programada em linguagem C/C++ através do compilador Integrated Development Environment (IDE) (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) próprio. Essa plataforma conta com um microcontrolador Atmel AVR, entradas e saídas digitais e analógicas, além de uma interface serial ou USB que torna possível a comunicação com o computador (BARRETO et al., 2020). O Arduino, ligado aos respectivos módulos, também pode se comunicar com dispositivos celulares através da comunicação Bluetooth ou Wi-Fi, elevando o nível de automatização nas aplicações onde pode ser utilizado.

Uma dessas aplicações é a que é foco do presente trabalho, na qual o Arduino foi empregado sendo ligado a sensores de temperatura e um módulo RTC/SD para a armazenagem dos dados em um cartão SD, gravando a data e hora da coleta de cada dado. Observando a melhoria que uma comunicação Bluetooth para checagem de dados em tempo real proporcionaria, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para checagem de dados remota em tempo real, através da comunicação Bluetooth entre o Arduino e um dispositivo celular.

MATERIAIS E MÉTODOS

O hardware do sistema ilustrado na Figura 1, foi montado usando um módulo Bluetooth HC-06, o qual utiliza a versão 2.0 do Bluetooth, com 2Mbps a 3 Mbps de EDR (Enhanced Data Rate) e se comunica apenas com aparelhos celulares com sistema operacional Android. O módulo pode ser alimentado na faixa de 3.6 – 6VDC e tem cobertura de sinal de 10 metros, o qual se comunica com o Arduino por meio da comunicação serial, recebendo e transmitindo dados pelas portas TX e RX.

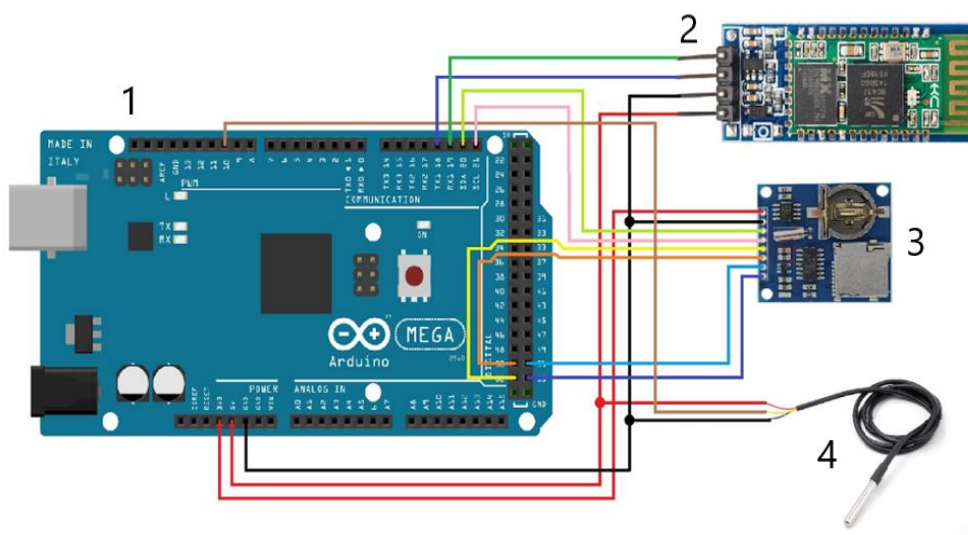
O modelo de Arduino usado foi um Mega 2560, que foi escolhido pelo fato de dispor de processamento e armazenagem de dados desejado e ser de baixo custo.

Para a comunicação entre o Arduino e o celular, foi utilizado o aplicativo Arduino Bluetooth Serial Monitor (aplicativo obtido via Play Store), para mostrar os dados recebidos da leitura dos sensores de temperatura em tempo real.

Quanto aos sensores de temperatura, foram usados 10 sensores do modelo DS18B20 encapsulados com aço inoxidável, o que os torna impermeáveis. Esse tipo de sensor mede temperaturas de -55°C até 125°C , com precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para medidas entre -10°C e 85°C . Ele é equipado com o protocolo 1-Wire, o que permite que diversos sensores sejam conectados em apenas uma porta para comunicação com o Arduino, pois cada sensor pode ser endereçado particularmente. Os sensores podem ser alimentados na faixa de 3.0 – 5,5V. Os 10 sensores foram montados em diferentes pontos da composteira (Figura 2) para o monitoramento adequada da performance do experimento.

Para a armazenagem dos dados em um cartão SD e gravação de data e hora de cada coleta dos sensores, o sistema conta também com um datalogger RTC/SD. O qual é uma junção dos módulos RTC DS1307 para registro de data e hora e um módulo mini cartão SD que tem suporte para cartão mini SD com capacidade de armazenamento de até 32 GB e nos formatos FAT16 e FAT32. Os dados da coleta dos sensores são gravados no cartão mini SD em arquivos de texto .txt.

Figura 1 – Sistema de aquisição de dados automatizado, utilizando a plataforma *open source* Arduino, montado com todos seus componentes. 1: Placa Arduino Mega; 2: Módulo Bluetooth; 3: Datalogger RTC/SD; 4: Sensor de temperatura



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 2 – Sensores de temperatura DS18B20 instalado de forma estratégica na composteira a fim de obter os valores de temperatura de forma estratificada do composto



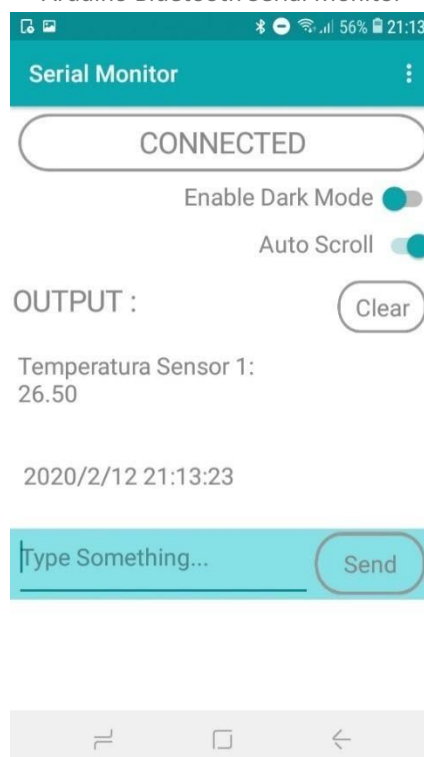
Fonte: Autoria própria (2020).

O software do sistema foi desenvolvido na plataforma IDE do Arduino baseado em um programa que era responsável pelos sensores e pelo datalogger RTC/SD. A esse algoritmo foi adicionada a tarefa de realizar a comunicação Bluetooth com o celular. Para isso, foi usado um raciocínio de multitarefas, visto que a armazenagem dos dados no cartão SD, gravando a data e hora e a transmissão dos dados via Bluetooth para checagem em tempo real, por vezes, são executadas ao mesmo tempo, algo quase impossível, pois o Arduino executa as funções sequencialmente, ou seja, uma depois da outra.

Outro raciocínio usado foi o de timer, pois o intervalo de espera de cada função é diferente, a saber, 10 minutos para a armazenagem dos dados no cartão SD e 30 segundos para a checagem dos dados em tempo real. Algo também complicado de ser executado se não for por essa lógica, que funciona comparando em todo momento, o horário da última execução da função e a hora atual, se a diferença for a estipulada, a função é executada novamente.

Quanto a checagem dos dados em tempo real, ela funciona de acordo com os seguintes passos: pairar o celular com o módulo Bluetooth, digitar a senha, que geralmente é 1234 ou 0000, abrir o aplicativo e conectar com o módulo. Após a espera de meio minuto, os dados coletados dos sensores aparecerão na tela do celular (Figura 3).

Figura 3 – Print de tela do celular mostrando os dados recebidos do sistema via aplicativo Arduino Bluetooth Serial Monitor



Fonte: Autoria própria (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de extensão que desenvolveu o sistema descrito no presente artigo, atendeu de forma satisfatória um projeto de iniciação científica que executou a compostagem na qual o sistema foi utilizado. Pois ele se mostrou robusto e confiável, oferecendo um alto grau de automatização por baixo preço, (cerca de US\$ 55,00) comparando com outras soluções como sondas de temperatura, que foram utilizadas pelos autores (KOPCIC et al., 2013) e (PERGOLA et al., 2020) e que podem chegar a custar US\$ 200,00, dependendo do modelo.

O sistema para checagem de dados em tempo real adicionou mais automação e tecnologia, pois anteriormente, a única forma de ter acesso aos dados coletados pelos sensores era retirando o cartão SD do datalogger, colocando-o em um computador e assim poder visualizar os dados. Portanto, o objetivo a que foi projetado foi alcançado, oferecendo mais uma ferramenta para projetos e pesquisas que necessitem de um sistema para coleta de dados automatizado por um baixo preço.

Vale ressaltar que, outros projetos foram atendido com o aperfeiçoamento do sistema automatizado de coleta de dados, sendo dois trabalhos de conclusão de curso no Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental do Câmpus Londrina da UTFPR.

Um próximo passo a tomar seria a elaboração de uma forma de transferir via Bluetooth para o celular, o arquivo .txt que contém os dados. Além disso, desenvolver um aplicativo que agregue tanto a checagem de dados em tempo real quanto a transferência do arquivo .txt via Bluetooth, e que funcione tanto para Android quanto para IOS, desta forma, alcançando o máximo de pessoas que necessitem de uma solução como essa.

CONCLUSÃO

A plataforma Arduino se mostrou uma opção prática, robusta, confiável, economicamente viável e, portanto, ideal para coleta automatizada de dados. Assim como o sistema para checagem de dados em tempo real, o qual adiciona mais autonomia e possibilidades aos projetos atendidos com esse sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária pelo suporte, por meio da bolsa de extensão concedida.

REFERÊNCIAS

BARRETO, J. A.; LEMOS, V. A.; OLIVEIRA, D. M. de; CERQUEIRA, U. M. F. M.; MEIRA, L. A.; BEZERRA, M. A. Use of Arduino in the Development of a New and Fast Automated Online Preconcentration System Based on Double-Knotted Reactor for the Mn Determination in Tea Samples by Flame Atomic Absorption Spectrometry (F AAS). **J. Braz. Chem. Soc.**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 15-24, Jan. 2020. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532020000100015&lang=pt. Acesso em: 30 mar. 2020.

HECK, K.; DE MARCO, E. G.; HAHN, A. B. B.; KLUGE, M.; SPILKI, F. R.; VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 54-59, Jan. 2013. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000100008&lang=pt. Acesso em: 30 mar. 2020.

KOPČIĆ, N.; DOMANOVAC, M. V.; ĐAKOVIĆ, Z.; BRISKI, F. Composting of Tobacco Dust in Different Types of Reactors. **Chemical and Biochemical Engineering Quarterly**, Zagreb, v. 27, n. 1, p. 57-64, 2013. Disponível em: https://go-gale.ez48.periodicos.capes.gov.br/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=20&docId=GALE%7CA361184940&docType=Report&sort=Relevance&contentSegment=ZONE-MOD1&prodId=AONE&contentSet=GALE%7CA361184940&searchId=R3&userGroupName=capex&inPS=true&ps=6&cp=20. Acesso: 20 jul. 2020.

PERGOLA, M.; PERSIANI, A.; PASTORE, V.; PALESE, A. M.; D'ADAMO, C.; FALCO, E. D.; CELANO, G. Sustainability Assessment of the Green Compost Production Chain from Agricultural Waste: A Case Study in Southern Italy. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 2, p. 230, 2020. Disponível em: https://go-gale.ez48.periodicos.capes.gov.br/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=12&docId=GALE%7CA626505264&docType=Case+study&sort=Relevance&contentSegment=ZONE-MOD1&prodId=AONE&contentSet=GALE%7CA626505264&searchId=R3&userGroupName=capes&inPS=true&ps=6&cp=12. Acesso: 20 jul. 2020.

SOUZA, P. F. de; GRAZZIOTTI, D. C. F. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; FERNANDES, L. A. ; SILVA, E. de B.; GANDINI, A. M. M. Growth of eucalyptus rooted cuttings in toxic organic waste compost of textile industry. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 19, n. 9, p. 829-834, Sept. 2015. RAMOS, A. S. M.; MIRANDA, A. L. B. Processos de adoção de um sistema integrado de gestão: uma pesquisa qualitativa com gestores da Unimed/Natal. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABEPRO, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000900829#B11. Acesso em: 30 mar. 2020.