

Processo de compostagem e desenvolvimento de projeto para leitura de dados

JUNIOR, Jadir Pires de Borba¹
PEREIRA, Lourenço Henrique Neves¹
SANTOS, Helen de Freitas¹
SÁBIO, José Miguel¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Birigui

Resumo

O processo de compostagem é algo de muita valia para a nutrição e manutenção de um bom plantio para o solo, portanto o projeto tem como objetivo reutilizar resíduos orgânicos descartados no refeitório do IFSP – Campus Birigui. Concomitante a esse processo, um sistema para leitura de parâmetros importantes do composto, como nitrogênio, potássio, fósforo, pH, temperatura, umidade e condutividade, foi construído com um ecossistema Para tanto desde a utilização de um microcontrolador ESP32 comunicando-se com um Broker MQTT que envia os dados recebidos para uma Rest API e guarda em um banco de dados previamente criado, de modo que possa ser incrementado com novas funcionalidades e manutenções futuras, o assim como possibilitar a utilização desse composto para plantio e nutrição do solo.

Palavras-chave: Compostagem; Desenvolvimento de Sistema; IoT; MQTT; Nutrição do Solo.

Abstract

The composting process is very valuable for the nutrition and maintenance of good planting for the soil, therefore the project aims to reuse organic waste discarded in the IFSP – Campus Birigui cafeteria. Concomitant to this process, a system for reading important parameters of the compound, such as nitrogen, potassium, phosphorus, pH, temperature, humidity and conductivity, was built with an ecosystem using an ESP32 microcontroller communicating with an MQTT Broker which sends the data received to a Rest API and stores everything in a previously created database, so that it can be increased with new functionalities and future maintenance, as well as enabling the use of this compound for planting and soil nutrition.

Keywords: Composting; System Development; IoT; MQTT; Soil Nutrition

Introdução

Como mencionado em (VALENTE, 2009), podemos definir a compostagem como um processo de decomposição aeróbico controlado e de estabilização da matéria orgânica para que se haja desenvolvimento de temperaturas termofílicas, resultantes de uma produção calorífica

de origem biológica, de modo que proporcione condições ótimas para que os microrganismos aeróbios possam se multiplicar e atuar na transformação da matéria orgânica. Matéria essa que auxilia no crescimento e na nutrição do solo e torná-lo mais propício para plantio e crescimento de novas plantas e hortaliças.

Sendo assim, é importante ter a capacidade de mensurar a qualidade do composto processado para ter melhor aproveitamento e utilização, assim como confirmar a compostagem realizada como viável. Para tal, é necessário medir alguns parâmetros cruciais daquele composto, como concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, condutividade, umidade, temperatura e pH.

Vale ressaltar que o processo de compostagem além de ser muito benéfico para o ambiente, também auxilia na diminuição de acúmulo de resíduos, pois como foi mencionado em (MARCHI, 2020), foi constatado que não há uma destinação correta dos resíduos orgânicos gerados, e a compostagem é uma forma viável para destinação desses resíduos.

2. OBJETIVOS

Esse projeto tem como objetivo realizar o processo de compostagem reutilizando os resíduos orgânicos deixados no refeitório do Instituto Federal de São Paulo - Campus Birigui, de modo que sejam levados a se tornarem compostos orgânicos altamente nutritivos para plantio e desenvolver um sistema de medição para poder coletar os dados desses compostos e realizar análises futuras.

3. METODOLOGIA

Para a realização desse projeto houve duas vertentes diferentes no decorrer do desenvolvimento. Parte dele foi referente ao processo de compostagem, e outra ao desenvolvimento dos sistemas necessários para a realização do projeto. No caso do processo de compostagem, foram utilizados os seguintes materiais:

- Composto orgânico descartado no refeitório do IFSP – Campus Birigui;
- Tambores para o armazenamento dos compostos;
- Pó de serra;
- Balança para medir os containers utilizados.



Para a medição dos dados, foi adquirido um sensor de solo NPK 7 em 1 que coleta informações como nitrogênio, fósforo, potássio, umidade, temperatura, ph e condutividade, parâmetros esses que são bem importantes para averiguar a qualidade do composto. Além disso, também foi criado um web broker com protocolo MQTT de comunicação para envio dos dados para chegar em uma Rest API que os guardará em um banco de dados previamente criado utilizando MySQL.

4. ATIVIDADES REALIZADAS

Inicialmente, foi necessário aprofundar o entendimento sobre a compostagem de resíduos orgânicos e sua adaptação aos recursos disponíveis no campus. Para iniciar o processo, foi crucial compreender a matéria-prima utilizada na compostagem, um dos aspectos fundamentais deste procedimento. No campus do IFSP Birigui, o refeitório, que atende discentes, docentes e colaboradores, gera diariamente resíduos orgânicos, como restos de frutas, vegetais, borra de café, cascas de ovos, entre outros. Esses materiais são ricos em nitrogênio, um componente essencial para o processo de compostagem.

Outro ponto crucial é a utilização do pó de serra, ele é rico em carbono e deve ser utilizado de maneira equilibrada com os resíduos verdes para evitar a decomposição lenta ou desequilíbrio na compostagem.

Figura 1. Compostos descartados



Fonte: Elaboração própria

Figura 2. Tambor com pó de serra



Fonte: Elaboração própria

A proporção correta entre carbono e nitrogênio é um dos fatores mais críticos para uma compostagem bem-sucedida. Idealmente, essa proporção deve ser em torno de 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio (30:1). O pó de serra, sendo uma rica fonte de carbono, deve ser adicionado em quantidades moderadas para evitar um desequilíbrio que poderia retardar o processo de decomposição. Por outro lado, o excesso de nitrogênio pode levar à produção de odores desagradáveis, devido à liberação de amônia. As diretrizes para a compostagem podem

ser seguidas conforme descrito pelo site da Embrapa (2015).

Segundo informações fornecidas pela CATI (2024) a montagem da pilha de compostagem é feita em camadas, alternando materiais verdes e marrons. O pó de serra pode ser espalhado em camadas ou misturado diretamente com outros resíduos para garantir uma distribuição uniforme. É importante que a pilha seja suficientemente aerada, o que pode ser feito revolvendo-a regularmente. Isso permite que o oxigênio chegue aos microrganismos aeróbicos responsáveis pela decomposição, acelerando o processo e evitando a formação de odores desagradáveis.

Figura 3. Tambor com composto orgânico e pó de serra



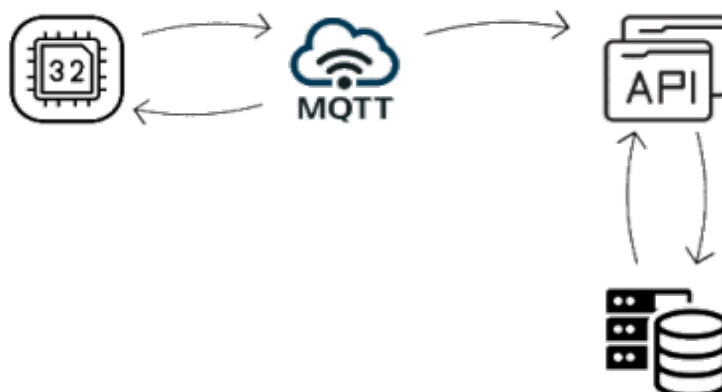
Fonte: Elaboração própria.

Durante a compostagem, é essencial monitorar a temperatura e a umidade da pilha. A temperatura interna deve ser mantida entre 55°C e 65°C, o que garante uma decomposição eficiente e a eliminação de patógenos. A umidade deve ser mantida em um nível que permita a atividade microbiana, mas sem encharcar o material. A pilha deve estar úmida, semelhante à textura de uma esponja levemente espremida.

Todo o monitoramento da compostagem e de seus aspectos foram feitos por meio de sensores junto ao microcontrolador ESP32.

No desenvolvimento do projeto do sistema, inicialmente foi feito um esquemático de como deveria funcionar cada parte do projeto e a comunicação entre os componentes, como mostrado na Figura

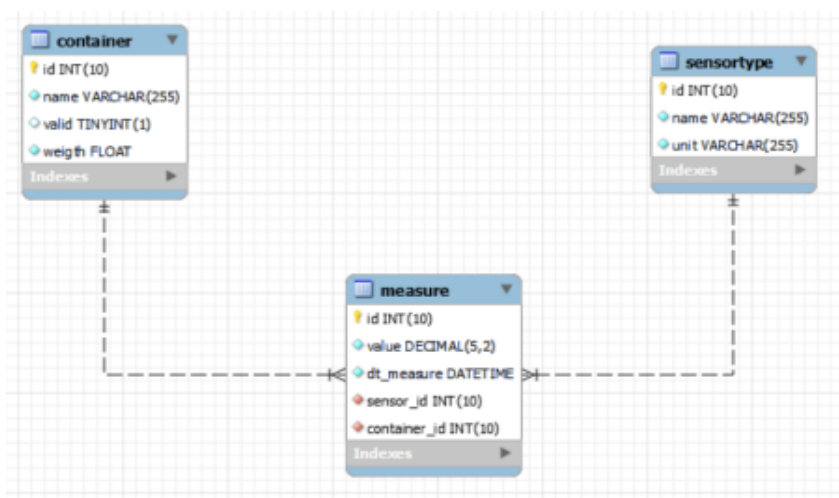
Figura 4. Esquemático Geral do Projeto



Fonte: Elaboração própria

Portanto, o desenvolvimento dele foi realizado em etapas, sendo a primeira delas a construção da Rest API com algumas rotas importantes e modelagem do sistema por inteiro, como é mostrado na Figura 2:

Figura 5. Modelo de Entidade Relacional do projeto



Fonte: Elaboração própria

A Rest API foi construída utilizando o Nodejs, um framework javascript muito utilizado para desenvolvimento desse tipo de aplicação, juntamente com o typescript para tipagem dos objetos. Adicionalmente também foi utilizado o Sequelize como ORM para a comunicação com o banco de dados MySQL. Assim a tabela abaixo mostra a definição das rotas criadas:

Tabela 1. Tabela de definição das rotas da API

Tipo	Rota	Optional	Body	Descrição
GET	/measure	<code>sensor</code> , <code>container</code> , <code>limit</code> , <code>page</code>	N/A	Lista as medições com opções de filtrar por sensor, data, paginação e quantidade máxima de dados retornados.
POST	/measure	N/A	<code>{ "value": "number", "offseture": "date-string", "sensorId": "integer", "container": "string" }</code>	Cadasta uma nova medição.
DELETE	/measure/id	N/A	N/A	Deleta uma medição pelo seu ID.
GET	/container	<code>page</code> , <code>limit</code>	N/A	Lista os containers cadastrados com opções de paginação e limite.
POST	/container	N/A	<code>{ "name": "string", "width": "number" }</code>	Cadasta um novo container.
PUT	/container/id	N/A	<code>{ "name": "string", "width": "number", "valid": "boolean" }</code>	Edita um container existente.
DELETE	/container/id	N/A	N/A	Deleta um container pelo seu ID.
GET	/sensores	N/A	N/A	Retorna todos os sensores cadastrados.
POST	/sensores	N/A	<code>{ "name": "string", "unit": "string" }</code>	Cadasta um novo tipo de sensor.
PUT	/sensores/id	N/A	<code>{ "name": "string", "unit": "string" }</code>	Edita um sensor específico.
DELETE	/sensores/id	N/A	N/A	Deleta um sensor específico pelo seu ID.

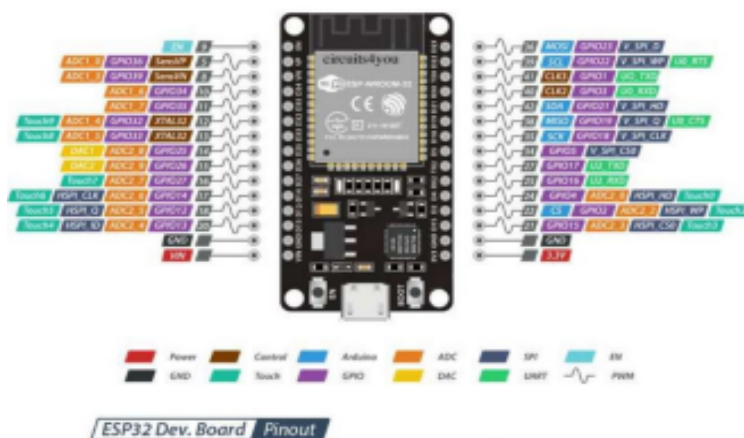
Fonte: Elaboração própria

Finalizada a Rest API e o banco de dados, foi iniciada a criação do web broker que tinha como objetivo a comunicação HTTP com a Rest API e a comunicação MQTT com o ESP32 conectado ao sensor.

A criação dele foi a mais simples que os dois outros ambientes de desenvolvimento, já que serve como um intermediador entre as 2 partes principais, porém ao criar um web broker dessa maneira abre a possibilidade de implementações futuras também conectadas a ele, como um app para celular em tempo real. O web broker utilizou de apenas um tópico principal que o ESP32 teria que realizar a inscrição: /commsenso/send-measure lendo o dado enviado em um arquivo json.

Por fim foi criado o firmware da aplicação utilizando um ESP32, como mostrado na figura abaixo:

Figura 6. ESP32 Pinout



Fonte: lobo da robótica. <https://lobodarobotica.com/blog/esp32-pinout/>

Conjuntamente do ESP32 também foi utilizado um sensor NPK 7 em 1 com módulo RS485 para comunicação serial, com tensão de funcionamento de 9 a 24 volts, como mostrado na Figura 4.

Figura 7. Sensor NPK 7 em 1 com módulo RS485



Fonte: Elaboração própria

Para coleta de dados do sensor, conforme datasheet é necessário enviar uma lista de bytes específicos para solicitar cada medição, conforme mostrado na Tabela 2.



Tabela 2. Endereçamentos do sensor NPK

Variável	Array de Bytes
temperatura	{0x01, 0x03, 0x02, 0x00, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
umidade	{0x01, 0x03, 0x02, 0x01, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
nitrogenio	{0x01, 0x03, 0x02, 0x04, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
fosforo	{0x01, 0x03, 0x02, 0x05, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
Ph	{0x01, 0x03, 0x02, 0x03, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
condutividade	{0x01, 0x03, 0x02, 0x02, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}
potassio	{0x01, 0x03, 0x02, 0x06, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00}

Fonte: Elaboração própria

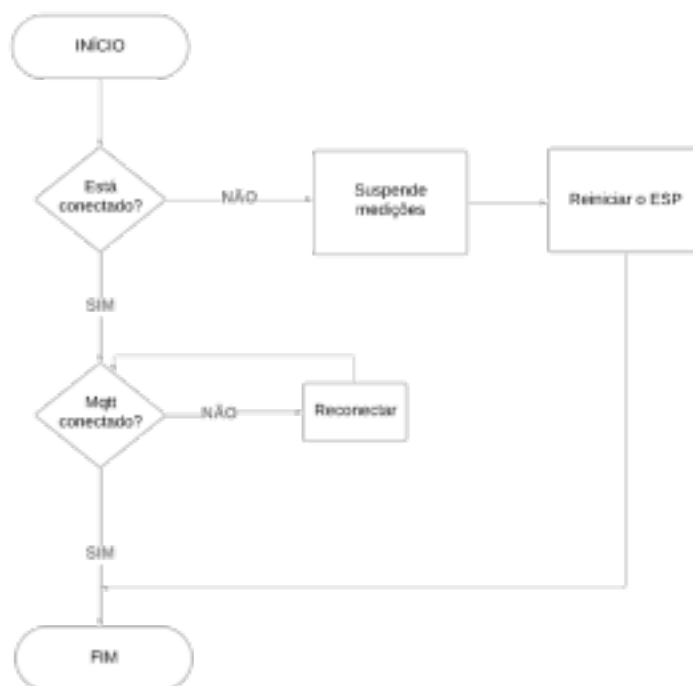
A partir desses endereçamentos foi possível solicitar as medidas vindas do sensor. Para a realização do firmware foram confeccionados alguns fluxogramas e diagramas para representar como o sistema deveria funcionar, como evidenciado nas figuras abaixo:

Figura 8. Fluxograma do Setup do projeto



Fonte: Elaboração própria

Figura 9. Fluxograma do loop do firmware



Fonte: Elaboração própria

5. RESULTADOS ALCANÇADOS

Com a confecção do sistema e o processo de compostagem foi possível testar o sensor NPK em conjunto com o sistema como um todo, de modo que seja possível verificar o armazenamento dos dados no banco, conectando o ESP32 a qualquer rede WiFi de 2.4Ghz que esteja disponível no momento através de uma interface de configuração simples na qual é possível escolher o intervalo de medição em milissegundos e a qual container se refere, possuindo total controle de quando parar ou não utilizando RTOS para separar a medição em uma outra tarefa em tempo real e apenas suspendendo ou retomando as medições ao iniciar ou parar essa tarefa.

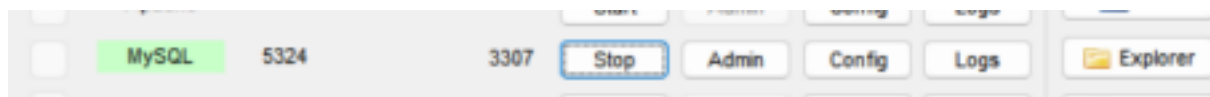
Para testar o ecossistema, foi utilizado um recipiente contendo o composto já processado e todos os serviços foram inicializados: a Rest API, o Broker MQTT e o Serviço de Banco de Dados, como mostrados nas figuras abaixo:

Figura 10. Recipiente com composto



Fonte: Elaboração própria

Figura 11. MySQL iniciado no XAMPP Control Panel



Fonte: Elaboração própria

Figura 12. ESP32 ligado com o sensor NPK



Fonte: Elaboração própria

Para o devido funcionamento, o sensor NPK deve ser conectado a uma fonte CC de 9 a 24 Volts, enquanto o módulo pode ser alimentado com 3,3V advindos da própria placa. Para esse projeto a pinagem do módulo no ESP ficou da seguinte maneira:

Tabela 3. Mapeamento de pinos do módulo RS485

Mapeamento de pinos			
Nome	Pino	Tipo	Descrição
RE	19	OUTPUT	Pino RE do módulo RS485, podendo ser qualquer GPIO do ESP
DE	18	OUTPUT	Pino DE do módulo RS485, podendo ser qualquer GPIO do ESP
RO	RX2	INPUT	Pino para o ESP receber os dados
DI	TX2	OUTPUT	Pino para o ESP enviar os dados

Fonte: Elaboração própria

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi um grande desafio desenvolver o projeto como um todo, porém é possível notar que a maneira que foi feito abre diversas oportunidades para implementar novas tecnologias, como um app mobile para melhor visualização dos dados, um tratamento desses dados ao longo do tempo utilizando ferramentas de mineração de dados ou quaisquer outras ferramentas que sejam convenientes para utilizações futuras.

Portanto foi um projeto proveitoso para dar prosseguimento e adicionar diversas atualizações no sistema, porém da maneira que está atualmente já é possível realizar as medidas e utilizar o composto processado para nutrir o solo e facilitar o crescimento de plantas e hortaliças, utilizando de coisas do dia-a-dia que sempre são jogadas fora indiscriminadamente, mas agora dando um fim de modo que retornem à Terra.

Referências

VALENTE, Beatriz Simões et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, n. e1, p. 1-25, 2020

LOBO DA ROBOTICA. ESP32 Pinout, Disponível em: <https://lobodarobotica.com/blog/esp32-pinout/>. Acesso em: 08 ago, 2024.

CATI. Compostagem [Internet]. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/porta1/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/compostagem>. Acesso em: [08 ago 2024].

Embrapa. "agriculta familiar." *Embrapa*, <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005405/1/p.8589.pdf>. Acessado em [08 ago 2024].